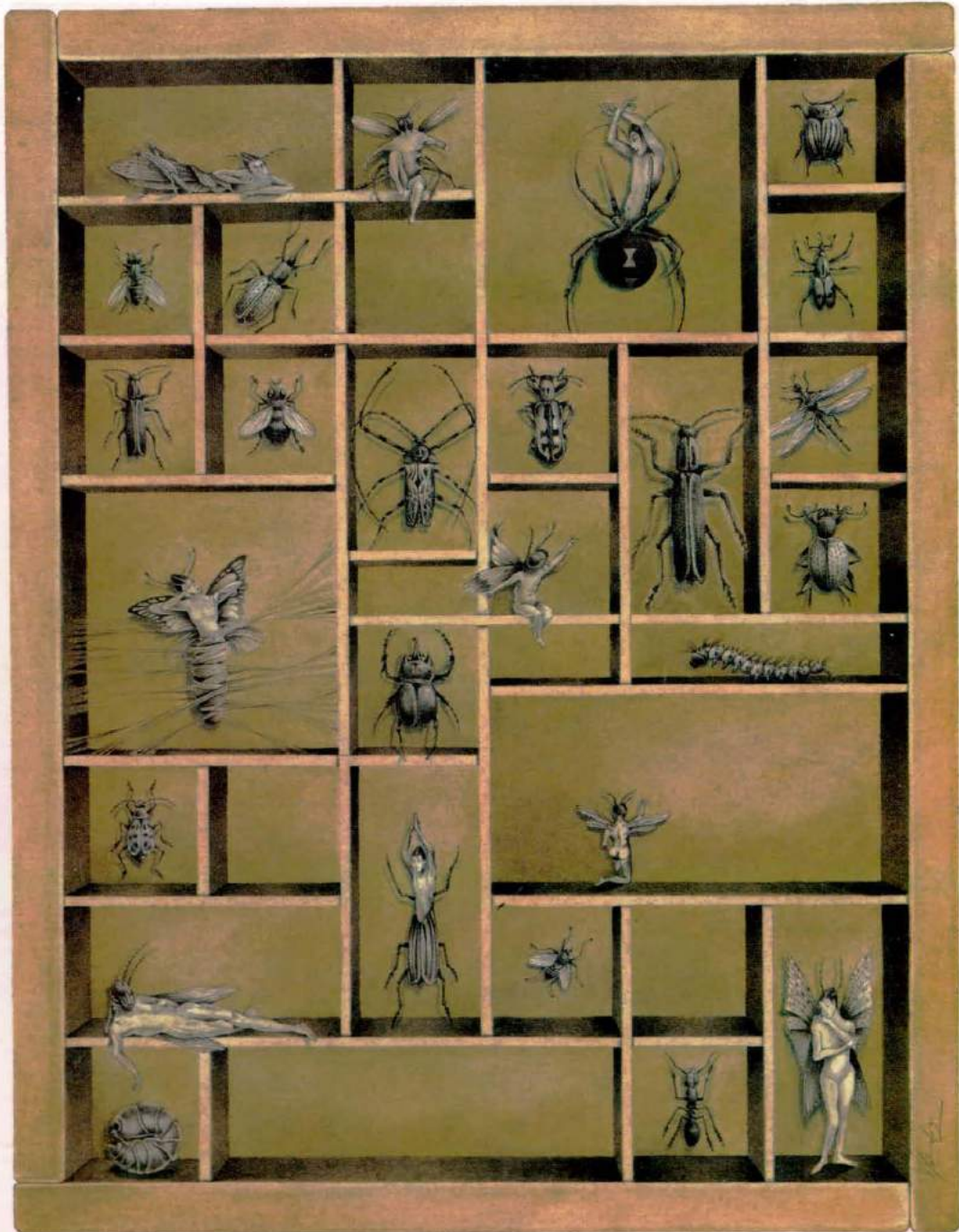




**MEMORIAS**  
**Sociedad Colombiana de Entomología**  
**SOCOLEN**



**XXVIII CONGRESO**  
**PEREIRA, COLOMBIA**  
**8, 9 Y 10 de Agosto, 2001**



**SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA  
SOCOLEN**

**MEMORIAS**

**XVIII CONGRESO**

**PEREIRA, COLOMBIA  
8, 9 y 10 de Agosto, 2001**





## PRESENTACIÓN

El Comité Académico del Congreso preparó un programa central enfocado a divulgar aspectos más recientes y relevantes de la entomología colombiana. El tema central escogido fue "La Entomología y los organismos genéticamente modificados", con el ánimo de atraer el interés de los asistentes a esta novedosa área y propiciar un espacio para un mayor desarrollo nacional a través de su exposición, discusión y diseminación en el ámbito científico. El Congreso invitó a seis conferencistas nacionales del más alto nivel académico para que presentaran de acuerdo a su especialidad los avances de la ingeniería genética y su relación con los estudios entomológicos. Así mismo información sobre investigaciones en Leishmaniosis y cómo esta enfermedad se está haciendo más frecuente en nuestros hábitats. También se presenta un enfoque actualizado sobre desarrollos en Agricultura Orgánica tomando como ejemplo el café.

Además el programa académico incluye dos simposios y un foro que abarcan los siguientes temas: El primer simposio se relaciona con la cría masiva de insectos y sus posibilidades de convertirla en una actividad lucrativa. Para esto se invitaron expertos nacionales en la producción de insectos para el control de plagas de cultivos tan importantes como el algodón, café, maíz, leguminosas, palma de aceite, etc. y de la ganadería como es el caso de los parasitoides que controlan las moscas de los establos. También se incluye información sobre la sericultura, la cría masiva de parasitoides para el control de la broca del café, así como la cría de mariposas. Esta última actividad ha tomado mucho auge debido a la apertura de mercados internacionales que permiten la generación de divisas a través de la exportación de material vivo y preservado.

El segundo simposio se enfoca en los avances recientes de la industria de agroquímicos en la producción de insecticidas más amigables al medio ambiente y la salud humana. La industria de agroquímicos del país colaboró en esta actividad desplazando su personal más calificado para presentar informes sobre el desarrollo de nuevas moléculas consideradas más amigables a los ecosistemas agropecuarios y que encajan dentro del planteamiento de seguridad ambiental por el cual propugnan actualmente muchas organizaciones internacionales.

El foro tratará sobre la enseñanza de la Entomología y su papel en el entorno de Colombia que bien puede extenderse al latinoamericano. Varios connotados colegas de universidades y centros de investigación colaboran en este foro, que tiene como objetivo analizar el estado actual de la formación de nuevos entomólogos acordes con las necesidades actuales de nuestra sociedad.

Desde ya auguramos una reunión muy provechosa tanto desde el punto de vista científico como cultural y se presenta como una gran oportunidad para nuevos contactos que beneficien nuestro crecimiento intelectual en favor del desarrollo de nuestro país.

Alex Enrique Bustillo  
Coordinador Comisión Académica  
XXVIII Congreso de Socolen

# **Sociedad Colombiana de Entomología**

## **JUNTA DIRECTIVA 2000 – 2002**

### **Presidente**

Paulina Muñoz de Hoyos

### **Vicepresidente**

Ingeborg Zenner de Polanía

### **Secretario**

Eduardo Flórez Daza

### **Tesorero**

Luz Stella Cobo de Martínez

### **Vocales Principales**

Adriana Sáenz A.

Amanda Varela Ramírez

Javier García G.

### **Vocales Suplentes**

Graciela Pinzón

Guadalupe Caicedo Ramírez

Alcibiades Suárez Alba

### **Revisor Fiscal**

Ariel Palomino Ulloa



**ENTIDADES ORGANIZADORAS  
XXVIII CONGRESO SOCOLEN**

SOCOLEN - Comité Regional Caldas



Centro Nacional de Investigaciones de Café  
**Cenicafé**

Universidad de Caldas



**COMITÉ ORGANIZADOR  
XXVIII CONGRESO DE SOCOLEN**

<b>Presidente:</b>	Patricia Marín M.	Cenicafé
<b>Secretaria:</b>	Zulma Nancy Gil P.	Cenicafé
<b>Tesorero:</b>	Francisco Posada F.	Cenicafé
<b>Revisor fiscal:</b>	Reinaldo Cárdenas M.	

**COMISIONES**

**Comisión Académica**

<b>Coordinador</b>	Alex Enrique Bustillo P.	Cenicafé
	Francisco Posada F.	Cenicafé
	Reinaldo Cárdenas M.	Cenicafé
	Alberto Soto G.	Universidad de Caldas
	Elena Velázquez S.	Cenicafé
	Carmenza E. Góngora G.	Cenicafé

**Comisión Financiera**

<b>Coordinador</b>	Patricia Marín M.	Cenicafé
	Juan Carlos López N.	Cenicafé
	Luis Fernando Vallejo	Universidad de Caldas
	Carlos Gonzalo Mejía M.	Cenicafé

**Comisión Publicidad**

<b>Coordinador</b>	Juliana Jaramillo S.	Cenicafé
	Zulma Nancy Gil P.	Cenicafé
	Diana Soraya Rodríguez.	Cenicafé
	Hugo Mauricio Salazar E.	Cenicafé
	Jaime Orozco H.	Cenicafé

**Comisión Recursos Físicos**

<b>Coordinador</b>	Carlos Gonzalo Mejía M.	Cenicafé
	Alberto Soto G.	Universidad de Caldas
	Luis Fernando Vallejo	Universidad de Caldas
	Luis Fernando Aristizabal A.	Cenicafé

**Comisión Eventos Sociales**

<b>Coordinador</b>	Jaime Orozco H.	Cenicafé
	Zulma Nancy Gil P.	Cenicafé
	Juliana Jaramillo S.	Cenicafé
	Diana Soraya R.	Cenicafé

**Comisión Internacional**

<b>Coordinador</b>	Alex Enrique Bustillo P. Fernando Cantor	Cenicafé U. Viçosa (Brasil)
--------------------	---	--------------------------------

## **AGRADECIMIENTOS**

Estas memorias fueron editadas y organizadas gracias a la colaboración de los Drs. Alex E. Bustillo, Francisco J. Posada y Carmenza Góngora. Los organizadores del evento también desean extender su reconocimiento a la Sra. Beatriz Jaramillo por su valiosa colaboración en la puesta a punto del material final para ser sometido a reproducción de la imprenta. Finalmente, se desea expresar sinceros agradecimientos a todos los autores que pacientemente aceptaron su colaboración no solo como conferencistas, sino que se comprometieron a entregarnos el manuscrito sin el cual esta obra no hubiera sido posible.



## **EMPRESAS PATROCINADORAS**

ACERAGRO LTDA.  
ACES - CONGRESOS Y EVENTOS  
AGENCIA DE PUBLICIDAD 2000  
AGRICOLA LAS CASCADAS  
AGROPECUARIA LA COLMENA  
ALCALDIA DE PEREIRA  
ALIMENTOS CAÑAVERAL  
ALMACEN AGRICOLA RAUL VAN DEN ENDEN  
ALMACÉN DEL CAFÉ  
ALMACEN EL HACENDADO  
ALMACEN LA PESEBRERA - CHINCHINA  
ALPINA PRODUCTOS ALIMENTICIOS  
ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES - ANDI  
AVENTIS CROPS SCIENCE DE COLOMBIA S.A.  
BARPEN INTERNACIONAL LTDA.  
BAVARIA  
BAYER S. A.  
CASA LUKER  
CENTRAL LECHERA DE MANIZALES S. A. CELEMA  
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - CENICAFÉ  
DOW AGROSCIENCES DE COLOMBIA S. A.  
DUPONT DE COLOMBIA S.A  
FLORISTERIA AKALIA  
FLORISTERIA LIZ  
GINO PASSCALLI  
GOBERNACION DE RISARALDA  
LA VIÑA  
LABORATORIO ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS  
LICORERA DE CALDAS  
MAMIPAN DE COLOMBIA  
ORQUIDEAS EVA LTDA.  
PASSICOL  
PETROL REFINING & MARKETING LTDA.  
PROFICOL  
SANITAS LTDA.  
SCIENTIFIC PRODUCTS LTDA.  
SMURFIT CARTÓN DE COLOMBIA S. A.  
SYNGENTA  
T.C. QUIMICOS LTDA.  
VALENT BIOSCIENCES CORPORATION  
VIVERO JAIBANA

### **MUESTRA COMERCIAL**

AVENTIS CROPS SCIENCE DE COLOMBIA S.A.  
BAYER S.A  
BIOMOL  
GRIFFIN DE COLOMBIA S. A.  
KAIKA LTDA.  
SYNGENTA S. A.

# CONTENIDO

LAS MOLÉCULAS, UNA ALTERNATIVA REAL PARA ESTUDIAR LOS INSECTOS..... 1 Sandra Uribe Soto	1
ORGANISMOS RECOMBINANTES PARA EL CONTROL E INSECTOS: RIESGOS Y BENEFICIOS ..... 19 Sergio Orduz	19
USO DE QUITINASAS EN PLANTAS TRANSGÉNICAS PARA EL CONTROL DE INSECTOS .... 26 Carmenza E. Góngora B.	26
¿SON LOS ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE ÚTILES EN LA AGRICULTURA DE LOS PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO? ..... 36 Luis Alberto Sánchez S.	36
LAS POSIBILIDADES DE LA CAFICULTURA ORGÁNICA EN COLOMBIA..... 42 Fernando Farfán Valencia	42
LA LEISHMANIOSIS EN COLOMBIA: DE LA SELVA A LA CIUDAD ..... 51 Iván Darío Vélez B.	51
CRÍA Y EXPORTACIÓN DE MARIPOSAS: UNA PERSPECTIVA ECONÓMICA Y CONSERVACIONISTA..... 59 Zulma Nancy Gil Palacio; Francisco Javier Posada Flórez	59
CRÍA, MANEJO Y COMERCIALIZACION DEL PARASITOIDE DE MOSCAS COMUNES <i>Spalangia cameroni</i> Perkins ..... 82 Jades Jiménez Velásquez	82
CONTROL BIOLÓGICO DE LAS PLAGAS DE LA PALMA DE ACEITE, <i>Elaeis guineensis</i> JACQ, EN COLOMBIA ..... 87 Hugo Calvache Guerrero	87
LA SERICULTURA: ¿UNA ACTIVIDAD RENTABLE? ..... 90 César Augusto Cifuentes C.	90
PRODUCCIÓN DE PARASITOIDES PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ, <i>Hypothenemus hampei</i> (FERRARI) ..... 101 Jaime Orozco	101
NUEVA TECNOLOGÍA DE BAYER EN EL MANEJO DE PLAGAS..... 110 Carlos A. Arboleda, Néstor Jaramillo, Edgar Guzmán	110
CONTRIBUCIÓN DE LOS PLAGUICIDAS MICROBIALES AL USO RACIONAL DE AGROQUÍMICOS DENTRO DEL MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS ..... 127 Edison Valencia	127
ESTUDIOS DEL IMPACTO DEL INDOXACARB SOBRE LA FAUNA BENÉFICA BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO ..... 13 Diego Germán Rengifo Ortíz	13

RIMÓN: UN REGULADOR DE CRECIMIENTO A BASE DE NOVALURÓN.....	144
Guillermo Torrado Pacheco	
LAS CÁTEDRAS DE ENTOMOLOGÍA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO EN LAS UNIVERSIDADES COLOMBIANAS .....	148
Ingeborg Zenner de Polanía	
LOS PROGRAMAS DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ENTOMOLOGÍA.....	153
Gerhard Fischer	
EL PAPEL DE SOCOLEN EN LA FORMACIÓN DE NUEVOS ENTOMÓLOGOS.....	155
Paulina Muñoz	
LA FORMACIÓN DE INVESTIGADORES EN ENTOMOLOGÍA.....	160
César Cardona	



**CONFERENCIAS  
MAGISTRALES**



# LAS MOLÉCULAS, UNA ALTERNATIVA REAL PARA ESTUDIAR LOS INSECTOS

Sandra Uribe Soto, Ing. Agr., Ph. D.  
Profesora Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.  
e-mail: suribe@perseus.unalmed.edu.co

## INTRODUCCIÓN

Los insectos constituyen sin duda organismos de gran relevancia, las características propias de su existencia, su éxito biológico y ecológico como grupo y las diversas relaciones establecidas con el hombre, son apenas ejemplos de ello. El campo de la biología molecular y celular se ha expandido enormemente en los últimos años y muchos entomólogos han empezado a apropiarse de tecnologías que proveen un nivel nuevo de resolución para el estudio de sistemas ecológicos y taxonomía. Como sucede con otras tecnologías, una gran hipérbole ha rodeado el desarrollo e implementación de la biología molecular y celular en el caso de los insectos parte del optimismo, pero también de las controversias generadas alrededor de su utilización, son ciertamente justificadas.

El panorama de las alternativas y herramientas para estudiar los insectos en aspectos básicos y aplicados ha cambiado dramáticamente en los últimos 12 años. (Lycett 1990, Crampton 1991, Marjorie 1994, Smith *et al.*, 1998). Aunque muchas de las aplicaciones se derivan de las tecnologías de ADN recombinante y genética molecular, es preciso señalar que estas constituyen solo una de las alternativas para estudiar, entender y trabajar los insectos (Parker *et al.*, 1998). En esencia, estas nos permiten conocer, entender y manipular pero también complementar, analizar, aclarar, profundizar y validar hipótesis (Avisé 1993, Futuyama 1998).

Como es bien sabido por todas las personas que se dedican a la entomología, uno de los insectos ampliamente estudiado en términos de biología molecular es *Drosophila melanogaster*. (Quicke 1993, Marjorie 1994, Simond *et al.*, 1994, Loxdale y Lushai 1998). Aunque inicialmente las personas que se dedicaron a realizar dichos estudios no tenían intereses en áreas entomológicas sino en fisiología y salud humana, en los últimos años ha habido un interés creciente por utilizar otros insectos como modelo para estudiar procesos con aplicaciones particulares a problemas entomológicos (Ashburner 1989). Muchas de las técnicas moleculares, han afectado significativamente nuestro conocimiento sobre los insectos con las implicaciones que de ello se derivan y en el futuro tendrán sin duda un gran impacto en la entomología (Avisé 1993, Marjorie 1994, Loxdale y Lushai 1998, Futuyama 1998)

El estudio de la biología celular y molecular constituye un tributo a la curiosidad humana en su aspiración de realizar descubrimientos y a su inteligencia creativa para diseñar los instrumentos complejos y las elaboradas técnicas mediante las que se pueden efectuar esos descubrimientos. Esto no significa que los biólogos celulares y moleculares sean los únicos dotados con estos rasgos. En un extremo del espectro científico, los astrónomos estudian objetos en las orillas más alejadas del universo con propiedades muy diferentes a las que se encuentran sobre la tierra y en el otro lado del espectro, están los físicos nucleares que dirigen su atención sobre partículas de dimensiones subatómicas las cuales poseen igualmente propiedades inconcebibles. Por lo tanto, es muy claro que nuestro universo contiene mundos dentro de otros mundos y el estudio de todos sus aspectos es fascinante. En tal sentido, la finalidad de esta charla es generar entre las personas que están escuchando, un interés por **las células y las moléculas en relación con los insectos**, ese grupo de organismos que tanto nos apasionan y que nos reúnen anualmente en el congreso de entomología.



## LAS CÉLULAS, LAS MOLÉCULAS Y LOS ORGANISMOS

A mediados del siglo XVII un puñado de científicos pioneros había utilizado sus microscopios caseros para descubrir un mundo que nunca se había revelado al ojo humano desnudo, **-la célula**. Este descubrimiento se le atribuye a Robert Hooke un microscopista inglés premiado con el puesto de guardián de la Royal Society, la academia científica más antigua de Inglaterra (Watson *et al.*, 1987).

Trabajos importantes en el área del conocimiento de la célula incluyen el de Anton Van Leeuwenhoek quien durante 50 años estuvo describiendo sus observaciones microscópicas; sin embargo, no fue sino hasta el decenio de 1830 que se comprobó la gran importancia de las células y en 1838 Matías Schleiden, abogado alemán convertido en botánico, concluyó que a pesar de las diferencias en la estructura de diversas plantas, éstas estaban constituidas de células y que el embrión de una planta tuvo su origen en una sola célula (Futuyma 1998).

Numerosos estudios sobre las propiedades básicas de la célula, su complejidad y elevada organización así como el descubrimiento de su programa genético y los recursos para afectarlo, generaron innumerables cambios que permitieron acercarse a los organismos, estudiarlos y entenderlos mucho mejor (Quicke 1993).

Años después, el descubrimiento de la estructura de la molécula del **ADN** resultó en una explosión de investigación de la biología molecular y genética que, pavimentó la vía para la revolución de la biotecnología, una biotecnología en la cual se incluyó el estudio de los insectos (Watson *et al.*, 1987, Quicke 1993, Marjorie 1994).

El conocimiento sobre la organización celular, constituye un pequeño avance posterior al descubrimiento del nivel atómico. Esto puede observarse al examinar la importancia de los movimientos de algunos átomos de las moléculas durante actividades como la contracción muscular o el transporte de sustancias a través de membranas celulares. Las actividades de la célula y sus organelos se derivan directamente de la actividad de las moléculas que las constituyen, por lo tanto, para entender las actividades que tienen lugar dentro de una célula, es necesario conocer algo sobre las interacciones ente el ADN y moléculas de proteínas, cuyo resultado es la condensación de los cromosomas en paquetes con forma de bastoncillos que se separan en células diferentes mediante el proceso de división celular (Marjorie 1994).

Si nos remitimos a las bases químicas y moleculares de la vida, incluida la de los **insectos**, debemos recordar que ésta se centra en la química del átomo de carbono (C). La cualidad esencial de este átomo que le permite desempeñar papeles muy importantes es el increíble número de moléculas que puede formar. El átomo de carbono posee 4 electrones en su capa externa y por lo tanto, puede enlazarse a otros 4 átomos; además, cada átomo de C puede formar enlaces con otros átomos de carbono y de esta manera construir moléculas con esqueletos que contienen largas cadenas de átomos. Los esqueletos de carbono pueden ser lineales, ramificados o cíclicos. Tanto el tamaño como la estructura electrónica del carbono, le confieren características particularmente adecuadas para generar numerosas moléculas, de las cuales se conocen varios cientos de miles (Post *et al.*, 1991, Marjorie 1994).

Las moléculas para estudiar y entender los organismos y por ende los insectos se clasifican de acuerdo a su función biológica. Las moléculas orgánicas comúnmente observadas dentro de la célula incluyen varias categorías según su papel en el metabolismo, así:

En el primer grupo encontramos las **macromoléculas**: moléculas que forman la estructura y ejecutan las actividades de las células. Son grandes y altamente organizadas y en todos los casos contienen docenas de millones de átomos de carbono. Debido a su tamaño y a las intrincadas



formas que las macromoléculas pueden adoptar, algunas de estas gigantescas moléculas pueden ejecutar tareas complejas con gran precisión y eficiencia. La presencia de macromoléculas más que cualquier otra característica, le confiere a los organismos, en nuestro caso particular a los insectos, las propiedades de la vida y las singulariza químicamente dentro del mundo inanimado (Marjorie 1994, Futuyama, 1998)

Las macromoléculas podemos dividir las en **proteínas**, **ácidos nucleicos**, **polisacáridos** y **lípidos**. Los tres primeros, son polímeros compuestos de gran número de elementos de bajo peso molecular llamados monómeros. La estructura básica y función de cada familia de macromoléculas es muy similar en todos los organismos desde las bacterias, hasta los insectos y los seres humanos. Es necesario observar con atención las secuencias específicas de los monómeros que constituyen las diferentes macromoléculas para apreciar la diversidad entre los organismos (Marjorie 1994).

En el segundo grupo de moléculas encontramos aquellas que conforman un **almacén de precursores** de bajo peso molecular que están listos para incorporarse a las macromoléculas. Dentro de una célula la mayor parte de estas moléculas tienen un período de vida breve en comparación con la misma célula. Entre ellas están: los **azúcares** como precursores de polisacáridos, los **aminoácidos** como precursores de proteínas, los **nucleótidos** como precursores de ácidos nucleicos y los **ácidos grasos** que se incorporan a lípidos.

En el tercer grupo aparecen los **intermediarios metabólicos**, que poseen una estructura química compleja y deben sintetizarse paso a paso en secuencias iniciadas con materias primas específicas. Cada serie de reacciones químicas dentro de la célula se conoce como una vía metabólica, los compuestos formados a lo largo de las vías metabólicas pueden generar productos que no tienen por sí mismos una función y a los cuales se les denomina intermediarios metabólicos.

En el cuarto grupo aparecen **moléculas con diferentes funciones**. Aquí se incluye una categoría muy amplia de moléculas. Gran parte de la masa del peso seco de una célula está formado por macromoléculas y sus precursores directos. Las moléculas de función diversa incluyen sustancias como **vitaminas** (cuya función principal es actuar como coadyuvantes), ciertas **hormonas** y **esteroides**, moléculas que participan en el **almacenamiento** de energía como ATP, moléculas **reguladoras** como AMP cíclico y productos de desecho metabólico como la urea (Post *et al.*, 1991, Marjorie 1994, Futuyama, 1998).

Las moléculas utilizadas para estudiar los organismos y por ende los insectos se refieren generalmente así:

1. **Carbohidratos:** Son un grupo de sustancias que incluyen azúcares simples o monosacáridos y todas las moléculas más grandes construidas con bloques de azúcares. La principal función es almacenar energía química y como material de construcción durable para estructuras biológicas. En el caso particular de los insectos vale la pena mencionar la **quitina**, polímero no ramificado de azúcar n-acetil-glucosamina similar en estructura a la glucosa pero que tiene un grupo acetilamina en vez de un grupo hidróxilo enlazado al segundo átomo del anillo.
2. La quitina es un material estructural ampliamente distribuido entre los invertebrados particularmente en la cubierta externa de los insectos aunque también se encuentran en arañas y crustáceos. Es correosa, resistente pero flexible, no muy diferente a ciertos plásticos. Los insectos tienen gran éxito debido a este polisacárido altamente adaptable que los protege de agentes externos (Crampton 1991, Quicke 1993, Marjorie 1994)
3. **Lípidos:** Son un grupo de moléculas biológicas diversas no polares cuya única propiedad



común es la capacidad para disolverse en solventes orgánicos como cloroformo y benceno y su incapacidad para disolverse en agua, propiedad que explica muchas de sus variadas funciones biológicas. Los lípidos importantes en las funciones celulares incluyen grasas, esteroides y fosfolípidos. Aunque ninguna de estas moléculas es lo bastante grandes como para llamarse macromoléculas con frecuencia se agregan como las gotas de grasa o en las membranas para formar complejos suficientemente grandes que pueden verse en el microscopio de luz. Al respecto y para el caso particular de los insectos, sobra resaltar la importancia del **cuerpo graso** para su desarrollo y funcionamiento (Quicke 1993, Marjorie 1994).

4. **Proteínas:** Son las macromoléculas que ejecutan prácticamente todas las actividades de la célula. Existen en diversas disposiciones y cumplen variadas funciones como por ejemplo las enzimas. También actúan como fibras estructurales que suministran apoyo en el perímetro exterior de las células. Las proteínas ejecutan una gran variedad de funciones reguladoras como transportadores y receptores de la membrana. Como elementos contráctiles, las proteínas constituyen el mecanismo biológico del movimiento, entre sus muchas y diversas funciones, estas actúan como anticuerpos, es decir, tienen gran influencia en los mecanismos de respuesta inmune ya que sirven como toxinas, forman coágulos, absorben o refractan la luz y transportan sustancias de una parte del cuerpo a otra. Como veremos más adelante estas han sido una de las moléculas más estudiadas y con amplias aplicaciones en lo relacionado con la fisiología de los insectos. Igualmente, han sido de gran utilidad como caracteres moleculares en sistemática. (Quicke 1993, Simond *et al.*, 1994, Marjorie 1994 Futuyama, 1998)
5. **Ácidos Nucleicos:** Los ácidos nucleicos son macromoléculas constituidas en forma de cadena larga o hebra de monómeros llamados **nucleótidos**. La función principal de los ácidos nucleicos es almacenar y transmitir información genética, pero también pueden desempeñar funciones estructurales o catalíticas. Hay dos tipos de ácidos nucleicos en los organismos vivos: ácido ribonucleico **ARN** y el ácido desoxirribonucleico **ADN**. El ADN es el material genético de todos los organismos celulares. En las células la información almacenada en la plantilla del ADN se emplea para dirigir las actividades celulares durante la formación del ARN mensajero. En una cadena de ADN o ARN cada nucleótido consta de tres partes: un azúcar, un grupo fosfato y una **base nitrogenada**. Estas se llaman así porque en los anillos de sus moléculas se encuentran átomos de Nitrógeno. El fosfato está unido al carbono 5' del azúcar y la base nitrogenada se pega al carbono 1' de los azúcares. Durante el ensamblado de una cadena de ácido nucleico el grupo hidroxilo, fijado al carbono 3 del azúcar de un nucleótido queda unido mediante una unión ester- al grupo fosfato unido al carbono 5' del siguiente nucleótido de la cadena; así los nucleótidos de una cadena de ARN o ADN están conectados por enlaces azúcar-fosfato que se describen como enlaces 3'- 5'fosfodiéster. Una cadena de ARN o ADN contiene cuatro tipos diferentes de nucleótidos que se distinguen por su base nitrogenada. Dos tipos de bases se encuentran en los ácidos nucleicos **pirimidinas** y **purinas**. Las pirimidinas son moléculas más pequeñas que constan de un solo anillo y las purinas son más grandes y poseen dos anillos. El ARN contiene dos purinas: **Adenina** y **Guanina**; y dos pirimidinas: **Citosina** y **Uracilo**; pero en el ADN se sustituye el Uracilo por la **Timina**, una pirimidina con un grupo metilo extra pegada al anillo (Watson *et al.*, 1987, Quicke 1993, Marjorie 1994).

## ORGANIZACIÓN GENÉTICA Y MOLECULAR EN INSECTOS

Los genes de los insectos también están organizados en cromosomas que aparecen como estructuras complejas. Estos a su vez están formados por proteínas, ARN y ADN. Como en otros organismos la información biológica es llevada en el ADN, transferida primero a ARN y después a proteínas (Quicke 1993, Marjorie 1994).

Diferentes especies de insectos tienen diferente número de cromosomas haploides que varía entre



1 y 22. *Drosophila melanogaster* tiene aproximadamente 165.000 kilo bases de ADN localizado en cuatro cromosomas. El tamaño promedio de un gen es de aproximadamente 5 kb y *Drosophila* tiene aproximadamente 20.000 genes. En la mayoría de los insectos hay dos copias de cada cromosoma en las células somáticas y en los huevos y espermatozoide existe un complemento haploide (Ashburner 1989).

El tamaño del genoma varía ampliamente entre especies de insectos. Por ejemplo en el género *Tribolium* (Coleoptera), el genoma puede variar entre 0.157 a 0.388 picogramos (pg) de ADN. La cantidad de ADN en las células es un poco difícil de medir porque muchos tejidos son poliploides con diferentes tejidos exhibiendo diferentes grados de ploidía. Por ejemplo, *Bombyx mori* tiene 1 pg de ADN por hemocito, pero las células poliploides de las glándulas de seda contienen 170.000 pg de ADN por núcleo. El contenido de ADN en las células de insectos también puede variar con el estado de desarrollo. En *Bombyx mori*; la cantidad de ADN disminuye aproximadamente 81% después de que los adultos emergen de la pupa, lo cual es probablemente debido a la histólisis de las glándulas "de seda" en la larva (Quicke 1993, Simond *et al.*, 1994, Marjorie 1994).

El ADN que no codifica puede constituir entre el 30 y el 90% del genoma de un insecto y existen numerosas teorías que tratan de explicar la persistencia de tal genoma llamado comúnmente parásito. Las proporciones de bases nitrogenadas en el genoma de insectos son menores que aquellas encontradas en vertebrados así, Guanina + Citosina comprende entre el 32 a 42% (45% en vertebrados). En cuanto al ADN mitocondrial también se han encontrado diferencias, especialmente altos contenidos de Adenina + Timina. Con los valores más altos encontrados en abejas (Quicke 1993).

En insectos se han identificado secuencias de ADN móviles entre los cromosomas llamadas **transposones**. Estos elementos constituyen una proporción significativa del componente del genoma en insectos. Los insectos al igual que otros organismos además contienen un **ADN extranuclear en las mitocondrias** (Quicke 1993, Simond *et al.*, 1994, Marjorie 1994).

También existen cromosomas llamados **cromosomas B**, conocidos como cromosomas supernumerarios encontrados en algunos otros animales y plantas. Al parecer están relacionados con el fenotipo de los organismos y ocurren solo en algunos individuos. Estos son comunes en muchas especies de Orthoptera. Adicionalmente, se han encontrado **mini cromosomas** en insectos como *Drosophila melanogaster* derivados aparentemente de elementos transposones. Algunos de estos contienen dos genes estructurales y se ha encontrado que son estables y heredables. También se ha observado **ADN circular** y **ADN satélite** (Quicke 1993, Marjorie 1994).

## **POR QUE LAS TÉCNICAS MOLECULARES HAN SIDO UTILIZADAS RELATIVAMENTE POCO POR LOS ENTOMÓLOGOS?**

Las técnicas de ADN recombinante y de biología molecular han sido realizadas normalmente por personas entrenadas y capacitadas en bioquímica y hasta hace poco, muchos entomólogos consideraban la mayoría de dichas técnicas complejas y difíciles. Por esta razón, los entomólogos tardaron en acceder **ellos mismos** a estudios de poblaciones o biología de insectos con base en moléculas. Debido a esto, la mayoría de la literatura publicada estaba enfocada fundamentalmente en los trabajos con *Drosophila melanogaster* con énfasis en la estructura de los genes, regulación y evolución humana (Post *et al.*, 1991, Avise 1996)

Para *Drosophila* existe un conocimiento extensivo que va desde el mapa físico hasta la secuencia completa de numerosos genes. En contraste, para otros insectos la información con aplicación directa a problemas entomológicos es escasa y reciente. Los análisis de las moléculas en insectos son importantes para la resolución de problemas básicos y aplicados. *Drosophila* puede ser un insecto altamente especializado con características genéticas muy particulares. Los insectos



transmisores de enfermedades constituyen un importante grupo para el cual existen mapas genéticos. Así mismo, se ha implementado el estudio de genomas de insectos importantes en la agricultura como *Ceratitis capitata*, *Bombix mori*, *Tribolium castaneum* entre otros (Post *et al.*, 1991, Quicke 1993, Avise 1996).

## **TÉCNICAS UTILIZADAS: PRINCIPIOS Y APLICACIONES EN INSECTOS**

Los métodos potenciales para estudiar las células de los insectos, analizar sus proteínas, ADN nuclear y mitocondrial incluyen entre otros: cultivos celulares, electroforesis, citogenética, clonación, enzimas de restricción, reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y sus derivados, hibridación de ADN, obtención de secuencias, "Fingerprinting" y transformación genética. La implementación de cada método requiere variaciones en cuanto al tiempo, el costo, la dificultad para su ejecución y el nivel de variabilidad detectable (Avise 1999, Quicke 1993, Futuyma 1998).

### **ELECTROFORESIS DE PROTEÍNAS**

Esta técnica hace referencia a la separación de proteínas que migran bajo la influencia de un campo eléctrico cuando se encuentran en medio acuoso y sobre un soporte poroso. La migración ocurre de acuerdo a características como la carga y el peso molecular de la proteína. Los métodos principales de electroforesis de proteínas difieren por la naturaleza del medio de soporte o gel usado; poliacrilamida (polímeros de acrilamida-bisacrilamida), agarosa, almidón y acetato de celulosa. Futuyma 1998, Simond *et al.*, 1994)

A partir del origen de la electroforesis y la visualización histoquímica de las enzimas en geles, ha ocurrido una revolución en el conocimiento de los procesos y niveles macro y micro evolutivos en insectos como en otros organismos.

Las isoenzimas y alozimas son proteínas codificadas por genes nucleares con funciones fisiológicas reconocidas. Los cambios en su movilidad permiten establecer diferencias bioquímicas entre organismos. Su utilización en insectos se enmarca fundamentalmente en el área de la sistemática incluyendo aspectos relativos taxonomía, filogenética, evolución, ecología y genética de poblaciones. Mediante la aplicación de esta técnica se ha incrementado el conocimiento respecto a distribuciones geográficas de las frecuencias alélicas, eventos históricos de dispersión, flujo genético y límites entre especies de insectos (Simond *et al.*, 1994).

Los alelos separados electroforéticamente se analizan midiendo la distancia de migración de las enzimas visualizadas como bandas; con base en esto se calculan las frecuencias alélicas y se utilizan estimativos y parámetros propios de la genética de poblaciones. Los análisis incluyen porcentaje de polimorfismo bioquímico, heterocigosidad por locus y desviaciones de los genotipos con relación a los valores esperados cuando las poblaciones están en equilibrio (Hardy-Weinberg). Adicionalmente, se emplean análisis estadísticos conocidos como *Fst* referentes a la varianza estandarizada de las frecuencias alélicas. Otras medidas incluyen coeficientes de identidad o distancia genética como las de Roger (*D*) y Nei (*N*). A partir de estas medidas pueden construirse también árboles filogenéticos (Avise 1991, 1996, Simond *et al.*, 1994).

Algunas dificultades en el trabajo con isoenzimas incluyen la necesidad de tejidos de insectos frescos o criopreservados por la labilidad de las enzimas, el enmascaramiento potencial de algunos cambios nucleotídicos y la presencia de electromorfos atípicos. Sin embargo, esta es una de las técnicas más eficientes en términos de costo-beneficio y permite utilizar un gran número de insectos al mismo tiempo. Adicionalmente, en algunos grupos de insectos se ha encontrado que no existe una variabilidad adecuada detectable por este método (Quicke 1993, Simond *et al.*, 1994).



Ejemplos de la utilización de la electroforesis de proteínas en insectos incluyen:-1) la identificación de Japón como el sitio de origen de las poblaciones del mosquito *Aedes albopictus* que colonizó Brasil y Estados Unidos; 2) la identificación de especies de *Bemisia tabaci*; 3) el monitoreo de los enemigos naturales del género *Coccinella* y 4) la identificación de sondas taxonómicas para insectos como *Ceratitis capitata* (Quicke 1993, Simond *et al.*, 1994, Parker *et al.*, 1998.)

## **CROMOSOMAS: CITOGENÉTICA MOLECULAR**

Estas técnicas permiten fundamentalmente el análisis de los aspectos microscópicamente visibles de los cromosomas. La cariología o citogenética ha ocupado un lugar prominente en biología comparativa y estudios sistemáticos. Los datos citogenéticos proveen información filogenética independiente de datos morfológicos, bioquímicos y de comportamiento revelando diferencias o similitudes que pueden no ser obvias morfológicamente. Desde 1888 hasta ahora, se han incluido numerosas innovaciones tecnológicas ampliando sus aplicaciones y análisis. Los aspectos fundamentales utilizados en la actualidad son: -cromosomas: número y morfología: **cariotipos**, -técnicas de **bandeo**: identificación de cromosomas homólogos y homeólogos e **Hibridación *in situ*** de sondas de ácidos nucleicos en preparaciones citológicas de cromosomas para localizar secuencias específicas de ADN en sitios específicos de los cromosomas (Quicke 1993, Simond *et al.*, 1994, Parker *et al.*, 1998).

El uso de inmunquímica junto con hibridación *in situ* ha permitido desarrollar una técnica conocida como "**pintado de cromosomas**" basada en la detección de sondas hibridadas con fluorocromos, esta técnica es conocida como Hibridación Fluorescente *In Situ* **FISH**. Las sondas se marcan con anticuerpos monoclonales o policlonales fluorescentes. Utilizando FISH se ha detectado la amplificación de genes que confieren resistencia a insecticidas en afijos y otros insectos. Aunque es una técnica costosa posee un alto poder de resolución (Loxdale y Lushai, 1998, Parker *et al.*, 1998).

**Cromosomas politénicos:** Estos cromosomas son somáticos y presentan varios ciclos de endoreplicación, es decir, replicación de ADN sin división del núcleo. Consisten en cientos de miles de cromátidas sin separar y se encuentran en células de larvas de dípteros, colémbolos y otros invertebrados. Estos cromosomas son relativamente fáciles de preparar a partir de larvas de Díptera especialmente de las familias Drosophilidae, Chironomidae, Cecidomyiidae y Sciaridae. Normalmente las preparaciones se hacen a partir de glándulas salivales. Las glándulas pueden exponerse rápidamente removiendo la cabeza con unas pinzas así como el cuerpo gordo. Posteriormente, las glándulas son aplastadas sobre una placa portaobjetos. Los cromosomas de ciertas especies son lo suficientemente grandes como para observar incluso configuraciones meióticas. Los cromosomas politénicos también ocurren en el intestino medio y cuerpo gordo de insectos (Simond *et al.*, 1994, Parker *et al.*, 1998).

En estados particulares de desarrollo de muchos Díptera se observan "puffs" en los cromosomas politénicos; estos consisten en una abertura de una región de ADN en el cromosoma de aproximadamente una a 10 bases de longitud. Los patrones de aparición y desaparición de estas aberturas varían en diferentes estadios de desarrollo de los insectos, indicando que en cada uno de ellos se activan genes diferentes. Los "puffs" más grandes contienen genes que codifican para proteínas que son producidas en altas cantidades como las secreciones de glándulas salivales y seda (Marjorie 1994, Quicke 1993, Simond *et al.*, 1994).

**Telómeros:** son los extremos de los cromosomas. Son difíciles de visualizar y tienen importantes funciones: Tienen como función prevenir los extremos pegajosos de los cromosomas para que no se fusionen entre ellos y asegurar que el cromosoma entero se replique durante la meiosis y mitosis. Los análisis moleculares señalan que los telómeros consisten de una serie de nucleótidos repetidos y proteínas que se unen de forma específica a estas secuencias. Se han realizado



numerosos esfuerzos para clonar centrómeros y telómeros de insectos ya que esto ofrece la posibilidad de desarrollar cromosomas artificiales para insectos, como se ha realizado en levaduras. Se conoce que factores genéticos y fisiológicos afectan la longitud de los telómeros y dado que ésta disminuye con la edad, el trabajo sobre la pérdida de ADN en los extremos de los cromosomas o telómeros tiene un uso potencial para determinar la edad "exacta" de los insectos, lo cual es de suma importancia en la epidemiología de enfermedades transmitidas por insectos como malaria (Quicke 1993, Marjorie 1994 Loxdale y Lushai 1998).

## **CLONACIÓN**

Clonar significa introducir ADN exógeno en un organismo y multiplicarlo en sus células utilizando un agente vector. Los vectores son segmentos de ADN que contienen orígenes de replicación y pueden ser plásmidos, bacteriófagos, o estructuras híbridas llamadas cósmidos. La bacteria *Escherichia coli* es usada frecuentemente para clonar ADN de insectos previamente introducido en plásmidos (Quicke 1993, Marjorie 1994).

Los cultivos celulares de insectos especialmente de células epiteliales de intestino, también son utilizados para la clonación y expresión de *Baculovirus* como el virus de la poliedrosis nuclear de *Bombix mori*. La utilización de cultivos celulares representa enormes aplicaciones en la producción masiva de virus entomopatógenos y en la producción comercial de proteínas. Por ejemplo, proteínas de gran importancia para humanos como el interferón involucrado en los mecanismos de respuesta inmune, se han clonado y expresado en cultivos de células de *Spodoptera frugiperda* infectadas con el virus *Autographa californica*. (Crampton 1991, Marjorie 1994, Smith *et al.*, 1998)

Con base en la clonación se han construido librerías genéticas de insectos y se ha realizado el mapeo de numerosos genes. También se han aislado y caracterizado genes de importancia en fisiología. Para clonar o amplificar el ADN es necesario extraerlo del insecto. El grado de pureza necesario depende de la pregunta biológica. Insectos conservados en etanol, isopropanol, secos y en nitrógeno líquido han mostrado ser útiles para extraer cantidades apreciables de ADN. Utilizando por ejemplo soluciones de extracción descritos comúnmente en la literatura en combinación con técnicas de macerado y centrifugación, es posible obtener entre 50 y 200 ng de ADN a partir de insectos de menos de 5 mm de longitud (Marjorie 1994, Simond *et al.*, 1994).

## **AMPLIFICACIÓN DE ADN MEDIANTE REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA PCR**

El PCR es un método para amplificar *in vitro* pequeñas cantidades de ADN o ARN. Esta técnica puede usarse para aislar fragmentos o secuencias específicas. Existe una gran cantidad de modificaciones desarrolladas a partir de PCR que permiten aplicaciones adicionales (Marjorie 1994).

La amplificación *in vitro* de las moléculas mediante PCR se hace teniendo en cuenta las bases de duplicación de ADN que ocurre en los organismos y los elementos que en ella participan. Un ADN molde a ser replicado, pequeños oligonucleótidos que actúan como cebadores o "primers" y se adhieren por complementariedad a la cadena molde definiendo el comienzo y el final de la región a ser amplificada, nucleótidos que formarán las nuevas cadenas, una enzima que polimeriza, un buffer y cofactores que regulan la reacción, principalmente Mg. Adicionalmente, se proporcionan los cambios de temperatura que permiten la separación de la cadena doble de ADN molde, la unión de los oligonucleótidos y la actividad de la enzima. Estas reacciones se llevan a cabo en un termociclador o máquina de PCR. El poder de amplificación de la PCR es dramático. Teóricamente una sola molécula puede amplificarse para producir cualquier cantidad de copias; sin embargo, esta característica genera también enormes problemas de contaminación y hace necesaria una planeación cuidadosa de los experimentos y el uso de controles adecuados (Quicke 1993, Marjorie



1994, Simond *et al.*, 1994).

Los productos amplificados son visualizados bajo luz ultravioleta utilizando como soporte geles de agarosa teñidos con bromuro de etidio. Gracias a la PCR se ha hecho posible obtener información sobre la variación en el genoma entero de los insectos. La parte más difícil en su implementación la constituye el diseño adecuado de los cebadores ("primers") que delimitan la región a amplificar; sin embargo, para insectos existen muchos cebadores universales y algunos investigadores han trabajado extensivamente en el diseño adecuado de estos fragmentos (Simond *et al.*, 1994).

Mediante PCR se han amplificado y estudiado secuencias de ADN nucleares y mitocondriales de insectos incluidos especímenes fósiles o provenientes de museos. Una de las regiones mejor estudiadas en insectos y otros organismos utilizando PCR es la del ADN ribosomal nuclear. Esta región está formada por subunidades -genes- llamadas 28S, 5.5S y 18S. Estas regiones -que codifican- están acompañadas de espaciadores entre los genes llamados **ITS1** e **ITS2** localizados a cada lado del gen 5.5S. Estos módulos se repiten muchas veces y están unidos entre sí por regiones inter- génicas **IGS**. Además del ADN ribosomal nuclear, pocos genes nucleares han sido utilizados para estudiar insectos en el área de la sistemática. Algunos incluyen el gen blanco de *Drosophila melanogaster* y otros que codifican para enzimas de gran importancia en fisiología como las vitelogeninas involucradas en el desarrollo coriónico de huevos y el de la seda en *Bombix mori* (Marjorie 1994).

En el caso de la utilización de genes o espaciadores ribosomales nucleares -ITS e IGS- debe tenerse especial consideración, ya que en algunos insectos se han encontrado patrones atípicos de evolución observándose una variabilidad igual o superior entre clones de un mismo individuo y entre individuos (Quicke 1993, Simond *et al.*, 1994).

La PCR se ha utilizado exitosamente para distinguir, miembros de poblaciones o complejos de especies en plagas forestales y vectores de enfermedades y en estudios fisiológicos de Hymenoptera. También para detectar ADN exógeno en insectos transgénicos, una de las aplicaciones biotecnológicas en insectos que ha generado mayor controversia. (Quicke 1993, Simond *et al.*, 1994).

Finalmente, mediante PCR es posible detectar e identificar microorganismos patógenos en insectos gracias a la existencia cebadores específicos para determinados patógenos que amplifican el ADN de estos organismos bajo condiciones de PCR previamente establecidas (Simond *et al.*, 1994).

## **AMPLIFICACIÓN AL AZAR DE ADN POLIMÓRFICO RAPDS**

Esta técnica consiste en crear perfiles de bandas de ADN amplificado al azar a partir del insecto de interés utilizando pequeños cebadores (aproximadamente 10 pares de bases). La secuencia escogida para el cebador que amplificará al azar ADN del insecto en cuestión es arbitraria. Sin embargo, dicha escogencia se realiza teniendo en cuenta la existencia de solo cuatro bases nitrogenadas: adenina, guanina, timina y citosina y la probabilidad de que por complementariedad estos pequeños fragmentos se unan a la secuencia molde en diversos lugares. La amplificación de ADN en el insecto mediante PCR ocurre solo donde los cebadores encuentran sitios complementarios separados por 3000pb. Las diferencias en los patrones de bandas amplificados son utilizadas para determinar la variabilidad (Marjorie 1994, Simond *et al.*, 1994).

Estos marcadores muestran dominancia en los heterocigotes y existen muchos trabajos cuyos resultados no ha sido posible reproducir usando esta técnica. El RAPD-PCR aparece como una modificación que ha permitido redireccionar su utilización. En el RAPD-PCR se emplean pares de cebadores para amplificar bandas de ADN al azar, que luego son cortadas del gel y secuenciadas.



El RAPD-PCR puede usarse para producir amplificadores de secuencias de ADN características o **SSCARs** que permiten identificar con gran especificidad insectos o grupos de estos (Marjorie 1994, Simond *et al.*, 1994.).

Los polimorfismos detectados por RAPD-PCR pueden así mismo visualizarse mediante polimorfismos conformacionales de cadena simple **SSCPs**, una técnica adicional que revela los cambios en las secuencias de ADN con base en la movilidad electroforética de las cadenas sencillas de ADN, también puede utilizarse electroforesis en geles con gradientes de desnaturalización **DGGE** (Simond *et al.*, 1994).

La taxonomía de afijos y polillas, así como la detección de parasitoides en insectos plaga, constituyen ejemplos de la utilidad de estas técnicas. También se han realizado estudios de maternidad en abejas, determinación de la procedencia de esperma y mapeo de genes. El método de RAPDs es relativamente rápido, revela una importante variabilidad genética y existen numerosos cebadores para insectos producidos comercialmente. No obstante, posee algunas limitaciones relacionadas con la naturaleza dominante de los marcadores y la estandarización de la técnica en cuanto a la concentración inicial de ADN (Ehrlich 1984, Marjorie 1994, Simond *et al.*, 1994, Pachamutu *et al.*, 1998)

### **POLIMORFISMO EN LA LONGITUD DE FRAGMENTOS DE RESTRICCIÓN RFLPS**

La variación en las secuencias del ADN de insectos puede examinarse indirectamente comparando por electroforesis fragmentos de ADN generados mediante cortes con enzimas de restricción. La variación observada en los fragmentos puede ocurrir en número, tamaño, o conformación. Esta es una técnica poderosa y efectiva en términos de costos, que permite analizar números relativamente grandes de individuos (Simond *et al.*, 1994).

Los RFLPs detectan variaciones en el ADN de insectos cortándolo con enzimas de restricción. Estas enzimas fueron reconocidas en bacterias para inactivar virus y posteriormente fueron sintetizadas y utilizadas comercialmente. Dichas enzimas, reconocen secuencias específicas de ADN y las cortan cuando las encuentran. Los cambios en la longitud de los fragmentos resultantes de la restricción del ADN de los insectos tratado con estas enzimas, corresponden a diferencias existentes en las secuencias de nucleótidos entre los mismos (Marjorie 1994, Simond *et al.*, 1994).

En esta técnica se utilizan una o más enzimas de restricción que reconocen secuencias de cuatro a seis bases de longitud. Los fragmentos pueden ser visualizados bajo luz ultravioleta en geles de agarosa utilizando bromuro de etidio o con mayor resolución en geles de poliácridamida.

Para incrementar la resolución y detectar una mayor variabilidad también se han creado sondas marcadas con radioactividad o fluorescencia a partir de librerías genómicas. De forma sencilla, las sondas se producen cortando el ADN genómico del insecto de interés con una o más endonucleasas que reconocen muchos sitios. Los fragmentos resultantes son insertados en plásmidos o cósmidos que son subsecuentemente clonados en bacterias. El ADN clonado se encuentra e identifica con base en secuencias homólogas de otros organismos y se utiliza como una sonda después de ser purificado. Una vez que se producen las sondas de ADN para las especies en cuestión, estas se digieren y se corren en un gel (Simond *et al.*, 1994).

El ADN puede transferirse de forma permanente a membranas de "nylon" usando una técnica conocida como "Southern blot". La sonda es hibridizada a la membrana y el exceso de ADN es lavado. Posteriormente, la membrana se observa y analiza por auto radiografía. (Marjorie 1994)

Existe también una modificación de la técnica de RFLPS conocida como **PCR- RFLPs**, ésta ha



solucionado algunas de las desventajas de la técnica tradicional. En ella, la reacción en cadena de la polimerasa PCR, se utiliza para amplificar partes específicas de ADN cuyos cebadores se obtienen de la siguiente forma: clones bacteriales con insertos del ADN del insecto en cuestión entre 500 a 2000 pares de bases se seleccionan de las bacterias, se obtienen las secuencias de nucleótidos de sus extremos y se construyen los cebadores. Posteriormente, se realizan las amplificaciones y el ADN es digerido con las enzimas de restricción. Una de las ventajas de esta modificación es que el ADN extraído de un solo individuo es suficiente después del PCR para proveer numerosas bandas que pueden ser visualizadas sin realizar hibridación. Esto facilita el estudio de especímenes de insectos muy pequeños de forma rápida y a menor costo. Biotipos de muchos insectos como afijos, moscas de las frutas y parasitoides Hymenoptera se han identificado por este método. De igual forma, se ha realizado detección de endosimbiontes bacteriales en insectos y estudio de efectos fundadores y cuellos de botella en poblaciones (Simond *et al.*, 1994).

En virtud de la habilidad de los RFLPs para detectar ADN en ambos miembros de cada par de cromosomas homólogos, la información proporcionada con esta técnica se considera como un marcador con herencia mendeliana codominante con un gran poder de resolución (Marjorie 1994).

El ADN mitocondrial de insectos ha sido sujeto particular de estudios con RFLPs. Este ADN es una herramienta poderosa para estudios evolutivos, de biogeografía y para establecer relaciones filogenéticas. La carencia de recombinación del ADN mitocondrial puede producir estimativos de diversidad genética con errores estándar mayores que cuando se trabaja con ADN nuclear, lo cual debe considerarse al realizar los análisis (Monteiro 1995).

Los análisis de RFLPs también pueden llevarse a cabo con ADN nuclear de cadena sencilla o con secuencias repetidas como el ADN de los ribosomas. Adicionalmente, con secuencias hipervariables como los **minisatélites**. Estos últimos son repeticiones en grupo de secuencias relativamente cortas -20 pares de bases- dispersos a través de todo el genoma. Estas secuencias varían dentro y entre subespecies de insectos y en la actualidad constituyen uno de los métodos más utilizados para estudios de genética de poblaciones en insectos. Así mismo, son de gran utilidad los **microsatélites**, secuencias repetidas muy cortas -dos a cinco pares de bases- que exhiben las tasas más altas de cambio en el número de copias y que se han utilizado especialmente para estudios de diversidad genética y relaciones parentales en insectos (Simond *et al.*, 1994).

Los RFLPs proveen información valiosa sobre la variación dentro y entre poblaciones, niveles de flujo genético, tamaño efectivo de poblaciones, y zonas híbridas. En cuanto a taxonomía por ejemplo, se ha encontrado en *Apis mellifera* una familia de secuencias llamadas *AluI* altamente repetidas. Estas secuencias están conformadas por 176 nucleótidos y se encuentran aproximadamente 23.000 copias por genoma haploide. Las diferencias encontradas entre abejas, sugieren que esta familia de secuencias puede ser utilizada como carácter diagnóstico para separar subespecies y especies de *A. lingüística*, *A. mellifera*, *A. cerana*, *A. dorsa*, *A. caucasica* y *A. scutellata*. Otros ejemplos de su aplicación en insectos incluyen la realización parcial del mapa genético de especies de *Heliothis*, los análisis de genética de poblaciones y relaciones parentales de abejas, diversidad genética y estructura de poblaciones de *Melanoplus sanguineus* y estudios de esterasas en *Culex pipiens*. Un análisis de la variación del ADN mitocondrial mediante RFLPs en mariposas de la familia Papilionidae, confirmó los límites tradicionales entre *Papilio glaucus* y *Papilio troilus*, pero no entre *P. rutulus* y *P. eurymedon* las cuales a pesar de mantener diferencias morfológicas y ecológicas en simpatria, comparten su ADN. Aunque no se habían encontrado híbridos en la naturaleza, se produjeron adultos de ambos sexos en el laboratorio (Marjorie 1994, Parker *et al.*, 1998, Hartl. y Clark 1997).



## HUELLA DE ADN Ó ADN "FINGERPRINTING"

Esta técnica sigue esencialmente la metodología de los RFLPs marcados de forma radioactiva como sondas, la diferencia principal es el tipo de sonda usada. Existen dos categorías de esta técnica; una involucra la utilización de sondas homólogas a copias múltiples de ADN. La otra se realiza con base en un número variable de repeticiones **VNTRs o minisatélites**, los cuales no parecen ser funcionales. Las sondas pueden obtenerse de librerías genómicas de insectos u obtenerse comercialmente. La reproducibilidad y eficiencia de la técnica son altas. Existen sondas multilocus que se utilizan como marcadores dominantes y donde los heterocigotes no son identificados; las sondas para un solo locus pueden detectar codominancia (Marjorie 1994, Hartl. y Clark 1997).

En la literatura aparece descrito un método de amplificación mediante PCR de regiones ricas en VNTRs, llamado Amplificación directa de regiones minisatélites **DAMD**, aquí se producen patrones hipervariables que detectan uno o muchos locus. La utilidad de esta técnica incluye estudios de genética de poblaciones en clones de afijos, análisis parentales en Hymenoptera y resistencia de afijos a insecticidas. La mayor desventaja de esta técnica es la utilización de protocolos que incluyen material radioactivo. Hasta 1998 no habían aparecido muchas publicaciones usando DAMD en insectos y la versatilidad de la técnica para estudiarlos, esta aun por probarse .

## AMPLIFICACIÓN DE FRAGMENTOS POLIMÓRFICOS DE LONGITUD AFLPS

Esta es una modificación del análisis de RFLPs pero con marcadores dominantes. En ésta técnica se determina presencia-ausencia de fragmentos de restricción mas que diferencias en la longitud. Por lo tanto, no es posible deducir de forma rápida la homocigosidad o heterocigosidad de un locus con base en la presencia o ausencia de las bandas. El ADN es sometido a restricción utilizando una enzima con un sitio de reconocimiento común y otra con un sitio particularmente escaso. Adicionalmente, se utilizan oligonucleótidos o "primers" conocidos que funcionan como adaptadores de las secuencias y que se unen sobre los fragmentos de restricción. Posteriormente, se realiza una reacción de PCR radioactiva (con <sup>32</sup>P) utilizando cebadores que incluyen tres partes: -una secuencia específica de la enzima de restricción (ENZ) -una de extensión selectiva que determina la especificidad del adaptador a la enzima (EXT,) y -una correspondiente a la secuencia del mismo primer. Los polimorfismos del ADN de los insectos se amplifican y visualizan en geles de poliacrilamida utilizando auto radiografía. Las ventajas principales de esta técnica consisten en que no es necesario el conocimiento previo de las secuencias de ADN de los fragmentos y se amplifican concomitantemente un gran número de fragmentos de restricción (50-100). Esta técnica se ha utilizado muy recientemente para construir mapas genéticos de polilla (Quicke 1993, Simond *et al.*, 1994).

## AMPLIFICACIÓN DIRECTA DE POLIMORFISMOS DE LONGITUD DALP

Esta es una técnica muy nueva que mejora la resolución del "fingerprinting". Permite observar polimorfismos dentro de una misma especie con base en la amplificación mediante PCR. Los polimorfismos observados en un gel de acrilamida pueden secuenciarse directamente una vez detectados. Aunque esta metodología puede ser muy útil para realizar búsquedas rápidas de polimorfismos en genes particulares como los involucrados en la resistencia a insecticidas o relacionados aspectos fisiológicos- no ha sido muy utilizada en insectos debido probablemente a su desconocimiento.

Existen otras técnicas como **PCR Transcriptasa reversa**, más conocida como **cDNA** y **PCR ELISA** que son relativamente nuevas. La primera permite revelar un ARN mensajero y el gen que este expresa. Por ejemplo, en relación con la resistencia a insecticidas es posible convertir el ARN mensajero en ADN copia (cADN) utilizando cebadores adecuados. En insectos la extracción de



ARN está bien documentada y es posible utilizar transcriptasa reversa de consecución comercial y amplificar los genes. Además de la identificación de secuencias de ARN de un gen específico, es posible determinar la homología entre genes. Aplicaciones interesantes en insectos incluyen la localización de los genes citocromo P-450 en la mosca doméstica y los genes responsables de revertir el proceso de resistencia a algunos insecticidas en cucarachas y moscas. Así mismo, la detección de patógenos virales en sus insectos hospederos. Una de las principales desventajas de esta técnica es su costo, tres veces superior al de un PCR normal; igualmente que la expresión de un gen puede variar dependiendo del estado de vida en el insecto. (Quicke 1993)

El PCR- ELISA usa una tecnología similar al microplato estándar de inmunoensayos que funciona con base en la especificidad antígeno-anticuerpo. Lo que se marca son los productos de PCR para detectar complementariedad a segmentos específicos de ADN. Los productos coloreados de reacción que indican hibridación se cuantifican en un lector de ELISA. Las aplicaciones principales son para detectar microorganismos en sus insectos vectores y para determinar la existencia de diferentes razas. Los costos son relativamente altos para individuos pero su velocidad y habilidad para estudiar muestras muy grandes y hacer mediciones cualitativas aún en campo, la convierten en una técnica costo-efectiva (Quicke 1993).

### **HIBRIDACIÓN ADN-ADN**

La hibridación que se basa en la complementariedad de las bases que conforman la cadena doble de ADN se utiliza en sistemática molecular de insectos para medir de forma cuantitativa la relación entre especies. Esta medición cuantitativa ha mostrado ser eficiente sólo en el caso de ADN nuclear. El ADN de dos especies puede combinarse mediante ésta técnica. Las moléculas de cadena doble que se forman entre cadenas complementarias de dos especies de insectos contienen puntos exactos de complementariedad relacionados con la divergencia a partir de un ancestro común. La cantidad de pares complementarios determina la temperatura a la cual esas moléculas se unen cuando se colocan en un gradiente de temperatura. Las diferencias en los parámetros de asociación y reasociación de las moléculas se usan para estimar distancias genéticas. Los valores porcentuales de hibridación **NPH** se usan como una medida de la fracción de ADN separada (Simond *et al.*, 1994, Drew, Parker *et al.*, 1998)

La mayoría de los estudios realizados con esta técnica han sido con *Drosophila* para determinar magnitudes de variación intra específica. Los límites de la resolución de la técnica dependen del grado de divergencia entre las especies bajo estudio. Como con otras técnicas, ésta presenta limitaciones como son: los altos costos y el uso de radioisótopos (Quicke 1993).

### **OBTENCIÓN DE SECUENCIAS**

Existen varios métodos que permiten conocer la secuencia de nucleótidos del ADN. La determinación de secuencias puede realizarse sin necesidad de construir librerías. Las secuencias pueden obtenerse de clones o directamente de productos de PCR dependiendo del interés de la investigación. La información sobre las secuencias tanto de proteínas como de ácidos nucleicos, se ha desarrollado de forma intensa durante los últimos 40 años (Parker *et al.*, 1998).

Las secuencias pueden usarse para construir filogenias moleculares y mapas genéticos de insectos, evaluar cambios evolutivos, estudiar variación geográfica, resolver problemas taxonómicos a cualquier nivel y entender las bases moleculares de la fisiología de insectos, por ejemplo los mecanismos de respuesta inmune, genes de seda etc. En la actualidad puede obtenerse secuencias mediante métodos automatizados con fluorescencia y sin radioactividad. Aunque es la tecnología de punta, la principal desventaja es su alto costo, en especial para abordar aspectos de genética de poblaciones. (Narang. y Degrugillier 1995, Hartl. y Clark 1997, Smith *et al.*, 1998).



## ELEMENTOS TRANSPOSONES, INSECTOS TRANSGÉNICOS

Como se describió al hablar del genoma de insectos, los transposones son elementos móviles en el genoma de los mismos. La transformación genética de elementos como el P inicialmente descrito en *Drosophila*, revolucionó el estudio de la estructura genética, función, regulación, expresión y desarrollo de este organismo (Quicke 1993).

El elemento P es un elemento trasposable de 2.907 pares de bases que codifica para un polipéptido con actividad transposasa. Se encuentra disperso en el genoma de *Drosophila melanogaster* en donde se puede encontrar entre 30 y 50 copias de este. Se conoce que la regulación e incluso la supresión de la transposición puede ser suprimida por factores presentes en el citotipo P. Existen otros elementos transposones como el *mariner* y el *hobo* los cuales han sido menos estudiados (Quicke 1993, Marjorie 1994).

El movimiento del elemento P causa mutaciones inactivando genes, alterando las tasas de transcripción o alterando el desarrollo y expresión de genes específicos de algunos tejidos. Los movimientos de este elemento también pueden generar ruptura de cromosomas o alteraciones en la separación de cromátidas originando rearrreglos cromosomales e incluso muerte de líneas germinales. Este elemento genera un proceso conocido como disgenesia híbrida, que consiste en la presencia de aberraciones cromosomales en la progenie resultante de individuos de machos que contienen el elemento y P y hembras que carecen del.

Después de haber sido clonado el elemento P se ha utilizado mediante ingeniería genética, para insertar ADN exógeno en líneas germinales de *Drosophila*. La eficiencia de la inserción aumenta si los embriones son **micro inyectados**. La inserción es conocida como la **transformación genética** de dichas moscas. El éxito de la transformación depende de numerosos factores y en ocasiones los porcentajes de sobre vivencia de los insectos transformados son bajos (30-50%). Existen muchos métodos para caracterizar los insectos transformados y evaluar la expresión de genes exógenos (Avisé 1996, Drew, 1997, Parker *et al.*, 1998).

El ADN exógeno también puede micro inyectarse en embriones de insectos sin utilizar elementos trasposables. En momentos en que las membranas celulares están ausentes o poco definidas como en los primeros estados de clivaje del embrión el ADN inyectado se difunde fácilmente y encuentra el núcleo cuando la membrana nuclear se destruye en las divisiones celulares. Así mismo se realiza microinyección materna o transformación de huevos en hembras grávidas obteniéndose expresión en larvas. También se utiliza **electroporación** es decir, introducción de ADN exógeno mediante pulsos de campos eléctricos cortos que hacen permeables ciertas membranas. Se han transplantado núcleos y células polares para construir embriones híbridos y se han transformado simbiosis de insectos (Avisé 1996, Drew, 1997, Parker *et al.*, 1998).

Algunos de los proyectos más importantes de manipulación genética de insectos se desarrollan en insectos vectores de enfermedades e incluyen transformaciones relacionadas con la respuesta a temperatura, incapacidad para transmitir los patógenos y parásitos en presencia de factores tóxicos en la hemolinfa o impermeabilidad en las membranas de los intestinos.

Las manipulaciones genéticas de insectos plaga o benéficos y su utilización en programas de manejo de plagas comparten muchos problemas. Tales manipulaciones requieren métodos costosos, eficientes y estables de transformación; así mismo, conocimiento de promotores apropiados y otros elementos que regulan la expresión efectiva del gen que se inserta (Chambers y Baylors, 1983, Brookes, 1997).

El número de genes clonados en insectos y su valor potencial ha aumentado en los últimos años al igual que la controversia sobre su creación y liberación. La liberación de insectos transgénicos



requiere un análisis extensivo sobre los riesgos el cual no puede realizarse sin disponer de fuentes adecuadas de tiempo y dinero para sufragar los costos. Aún hacen falta años para llegar al punto en que estos insectos se utilicen libremente por que se desconocen muchos aspectos sobre el comportamiento, biología, ecología y genética de los insectos transformados. Entre algunas de las preocupaciones de la liberación de insectos transgénicos se encuentran la estabilidad de las poblaciones transgénicas, la alteración en los rangos de hospederos, la dispersión y el potencial para persistir en el ambiente. (Awise 1996, Drew, 1997, Smith *et al.*, 1998, Black *et al.*, 2001).

## **ALGUNOS OTROS CONOCIMIENTOS DERIVADOS DE LA UTILIZACIÓN DE MOLÉCULAS PARA ESTUDIAR INSECTOS**

Determinación de biotipos en insectos y asociación de los mismos con comportamientos particulares como en el caso de trips y otros insectos de notable importancia económica.

Esclarecimiento de la relación planta-insecto en algunas plagas con las implicaciones que de ello derivan.

Precisión sobre el funcionamiento de los mecanismos celular y humoral mediado por proteínas de respuesta inmune en insectos.

El estudio conjunto de factores genéticos, morfológicos, nutricionales y endocrinos ha permitido determinar aspectos de relevancia en entomología y control biológico. Por ejemplo, endocitobiontes como los *Poliadnovirus* encontrados en Hymenoptera de las familias Braconidae e Ichneumonidae aseguran su capacidad de parasitismo hacia otros insectos. Datos moleculares han permitido comprobar que dichos virus son transmitidos de forma vertical e integrados en los cromosomas de las avispas.

Conocimiento sobre las bases genéticas de determinación del sexo en insectos, lo que ha permitido avanzar en el control genético de plagas y realizar modificaciones genéticas de microorganismos asociados a insectos.

Progreso en la comprensión de la genética molecular del comportamiento que involucra las actividades de un insecto en relación con el ambiente que lo rodea. Hasta ahora ha sido posible mapear y localizar los genes relacionados con funciones como locomoción, aprendizaje, alimentación, comunicación etc.

Profundización en el conocimiento sobre funcionamiento celular y molecular en relación con los neurotransmisores, los canales de sodio y potasio, la comunicación sexual -sonidos, feromonas- y otros aspectos de relevancia práctica en el control de plagas.

Utilización de marcadores biológicos moleculares de insectos en biología de la conservación, como biomonitores y biomarcadores de cambios evolutivos; por ejemplo, en preservación de la biodiversidad y en restauración de "hábitats". Esto ha sido posible gracias a la genética de poblaciones y a la descripción de procesos genéticos que ocurren en comunidades, tales como la adaptación a ambientes particulares

Establecimiento de algunas bases genéticas de los patrones macro evolutivos y fuerzas micro evolutivas involucradas en la relación mutualista entre insectos y otros organismos como las hormigas y los hongos que cultivan. (Ehrlich 1984, Bereumam 1986, Drew, 1997 Roehrdanz *et al.*, 1998, Awise 1996, Parker *et al.*, 1998, Clemente *et al.*, 2001)

## CONSIDERACIONES FINALES

Es innegable que los métodos moleculares han abierto completamente el mundo de los insectos al escrutinio genético así como el espectro de las escalas de tiempo ecológicas y evolutivas en la diferenciación genética de los mismos. Entre las principales ventajas de utilizar los marcadores moleculares para estudiar insectos se encuentran los altos volúmenes de información primaria obtenidos, la posibilidad de seguimiento en el tiempo, y la posibilidad de realizar estudios en diferentes escalas espaciales.

Aunque muchas descripciones indican la existencia de numerosos marcadores moleculares para estudiar insectos y diversas aplicaciones de la entomología molecular, debe considerarse que en ciertas ocasiones no es necesario incurrir en el uso de técnicas moleculares complicadas y costosas cuando existen versiones más simples y baratas. Por lo tanto, no debe perderse la perspectiva sobre las preguntas biológicas y los objetivos que generan nuestro interés en los insectos.

Existen múltiples aproximaciones al trabajo molecular y hasta cierto punto se espera el desarrollo constante de procedimientos nuevos y mejorados. Esto hace que la escogencia de la técnica molecular a emplearse en cada tipo de investigación deba sustentarse en el tipo de temática que se va a abordar relacionada con las características propias de cada método.

El análisis de la información molecular, dependiendo del punto de partida de cada investigación puede generar o no, cierto tipo de incertidumbres. Elementos como la alineación inicial de las secuencias, la definición y escogencia de los caracteres y sus estados, la escogencia del método analítico y el nivel de confianza sobre los resultados obtenidos, son puntos que merecen especial atención.

En algunos casos las inferencias moleculares han demostrado tener una menor resolución que las obtenidas con caracteres morfológicos y existen inconsistencias entre ambos métodos en casos particulares. Esto último, mas que ser una limitante puede ser visto como una ventaja potencial en términos de complementariedad de la información.

Algunas de las principales desventajas las constituyen los costos ya que la inversión inicial para el montaje de un laboratorio que maneje técnicas moleculares puede considerarse significativa. Por otro lado, se requiere personal de laboratorio cualificado. Sin embargo, esta es en sí una característica de cualquier técnica científica y para el caso particular, los procedimientos básicos pueden ser aprendidos en corto tiempo.

La estandarización de cada procedimiento relacionado con la extracción y purificación del ADN representa el primer escollo en el manejo de las técnicas moleculares. Cada laboratorio presenta características, potencialidades y limitaciones, que en algunos casos solo es posible identificar mediante experimentación repetida.

Aunque existe un enorme progreso en la utilización de moléculas para estudiar insectos existe también un vasto campo por explorar, cuyo desarrollo precisa de entomólogos que consideren **Las moléculas como una alternativa real para estudiar los insectos**, una realidad comprobada por los numerosos estudios que se desarrollan actualmente en las universidades y centros de investigación del país y el mundo (Chavarriga y Roca 1994, Hartl. y Clark 1997)



## LITERATURA CITADA

- ASHBURNER. "*Drosophila*" : A Laboratory Handbook Cold Spring Harbor Press New York. 1989. 200p.
- AVISE, J. C. Introduction: The scope of conservation genetics. En: Conservation genetics. Case histories from nature. AVISE, J.C. y HAMRICK, J.L. (ed.) Chapman & Hall, New York, 1996. p. 1-9.
- AVISE, J. C. The unorthodox perspectives on evolution prompted by comparative population genetic findings on mitochondrial DNA. Annual review of genetics. Vol 25, 1991. p. 45-69.
- BERENBAUM, M. Postingestive effects of phytochemicals on insects: on paracelsus and plant products. En: Insect-plant interactions. MILLER, J. R. y MILLER, T. A. Springer-Verlag, New York, U.S.A., 1986. p. 121-153.
- BLACK, W. C. IV; BAER, CH. F.; ANTOLIN, M. F.; DUTEAU, N. M. Population genomics: Genome-Wide sampling of insect populations. Annual Review of Entomology. Vol. 46, 2001. p. 441-469.
- BROOKES, M. I. Genetic analysis of founder bottlenecks in the rare british butterfly *Plebejus argus*. Conservation biology. Vol 11, No 3, 1997. p. 648-661.
- CHAMBERS, S. M.; BAYLESS, J. W. Systematics, conservation, and the measurement of genetic diversity. En: SCHONEWALD *et al.*, (eds.). Genetics and conservation. Benjamin/Cummings, California, 1983. p. 349-363.
- CHAVARRIAGA, P.; ROCA, W. M. Biotecnología agrícola. Tecnologías de mayor aplicación en instituciones colombianas. GUHL N., E. (Ed.). Medio ambiente y desarrollo. Tercer Mundo-Uniandes, Santafé de Bogota, 1994. p. 209-217.
- CLEMENTE, M.; REMIS, M. I.; VILARDI, J. C. Mitochondrial DNA variation in the south american grasshopper *Dichroplus elongatus* (Orthoptera: Acrididae). Annals Entomological Society of America. Vol 93, No 3, 2000. p. 635-662.
- CRAMPTON, J. M. Potential application of molecular biology in entomology. En: CRAMPTON, J.H. y EGGLESTON, P. Insect Molecular Science. 16 Th Symposium of the Royal Entomological Society of London, 1991. p. 3-20.
- DREW R. A. The application of biotechnology to the conservation and improvement of tropical and subtropical fruit species. Seed and plant genetic resources service. Food and agriculture organization of the United Nations. Technical paper. Rome, 1997. 74 p.
- EHRlich, P. R. The structure and dynamics of butterfly populations. The biology of butterflies. Academic Press, London, 1984. p. 25-40.
- FUTUYMA, D. J. Evolutionary biology. The evolution of behavior. Massachusetts: Sinauer, Sunderland, 1998. 763 p.
- HARTL, D. L.; CLARK, A. G. Principles of population genetics. Sinauer, Massachusetts, 1997. 542 p.
- LYCETT, G. J. Insect Molecular Genetics Newsletter 4. 1-3 Royal Entomological Society of London Publications 1990 32p.

- LOXDALE, H. D.; LUSHAI, G. Molecular markers in entomology. Bulletin of Entomological Research. Vol 88 No 6, 1998 .
- MARJORIE A. H. Insect Molecular Genetics. USA. Academic Press. 1994. 540 p.
- MONTEIRO, F. A.. Mitochondrial DNA variation of *Triatoma infestans* populations and its implication on the specific status of *T. melanosoma*. En: Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 1995. Suppl. I: p. 229-238
- NARANG, S. K.; DEGRUGILLIER, M. E. Genetic fingerprinting of the specific status of *T. melanosoma*. En: Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 1995. Suppl. I: p. 229-238
- NARANG, S. K.; DEGRUGILLIER, M. E. Genetic fingerprinting of the screwworm (Diptera:Calliphoridae) Infestation in North Africa by Mitochondrial DNA markers. Florida Entomologist. Vol 78 No 2, 1995. p. 294
- PACHAMUTU, P.; KAMBLE, S. T.; CLARK, T. L.; FOSTER, J. E. Diferentiation of three phenotypically similar *Blatella spp.*: analysis with polimerase chain reaction-restriction fragment lenght polymorphism of mitochondrial DNA. Annals of the Entomological Society of America 1998.
- PARKER, P. G.; SNOW, A. A.; SHUG, M. D.; BOOTON, G. C.; FUERST, P. A. What molecules can tell us about populations: choosing and using a molecular marker. Ecology. Vol 79 No 2, 1998. p. 361-382.
- POST R. J., MURRAY K. A, FLOOK P. K, MILLEST A: I. 1991. In Molecular Techniques in taxonomy (G.M. Hewit.A.W.Johnson and J. P. Young eds). NATO series.Springer Verlag, Berlin.
- QUICKE, D. L. J. Principles and techniques of contemporary taxonomy. Chapman & Hall, London, 1993. 311 p.
- ROEHRDANZ, R. L ;SZALANSKI, A. L.; POWERS, T. O. Genetic variation in western, Mexican and northern corn rootworms, *Diabrotica sp.* (Coleoptera: Chrysomelidae). En: Keystone Symposia: Toward the genetic manipulation of Insects. 1998. p. 35.
- SMITH, P. T.; KAMBHAMPATI, S.; VOLK, W.; MACKAUER, M. A phylogeny of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) inferred from mitochondrial NADH 1 dehydrogenase gene sequence. En: Molecular Phylogenetics and Evolution (*in press*), 1998. [en línea]
- WATSON J. D., HOKINS J. W, ROBERTS J. A., STEIZT A. M., WEINER.. Molecular Biology of the gen. Vols I, II, 4<sup>th</sup>.Ed. Benjamin/Cummings, Menlo Park, CA. 1987



# ORGANISMOS RECOMBINANTES PARA EL CONTROL DE INSECTOS: RIESGOS Y BENEFICIOS

Sergio Orduz, Biólogo Ph. D.

Unidad de Biotecnología y Control Biológico, Corporación para Investigaciones Biológicas,  
Apartado Aéreo 7378  
Medellín, Colombia, e-mail: [sorduz@epm.net.co](mailto:sorduz@epm.net.co)

## LA POBREZA Y LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

En el comienzo de este siglo existe una superabundancia y variedad de productos alimenticios en los mercados de los países desarrollados y en algunos de los países en vías de desarrollo. A pesar de ello, según la FAO, más de 800 millones de personas sufren hambre debido a que no pueden producir o comprar la comida que sus familias necesitan. Cerca del 20% de la población de los países en desarrollo pasan días enteros sin probar alimento y se encuentran en una situación de desnutrición crónica. Otros se encuentran bajo una condición de hambre crónica durante una parte del año, o sufren de defectos congénitos, retardo del crecimiento, deficiencia mental, ceguera o muerte debido a que no pueden alcanzar la diversidad de alimentos requeridos en una dieta normal.

Las personas pobres y hambrientas se encuentran aleatoriamente distribuidas en todos los países del mundo. Dos terceras partes de las personas desnutridas son asiáticos, mientras en la región de la India, Pakistán, Nepal y Bangladesh se aloja la mitad de la población mundial que sufre de hambre. Y en la región sub Sahariana se encuentra la mayor población mundial de desnutridos crónicos. Además, millones de personas localizadas aún en los países desarrollados también carecen de los requerimientos diarios de una dieta normal. Por lo que se podría pensar que aunque existen problemas técnicos para desarrollar la producción alimentaria en determinados ecosistemas y que pueda soportar las poblaciones allí asentadas, también existen problemas sociopolíticos que no permiten una distribución uniforme de la producción mundial de alimentos.

Además, tenemos que tener en cuenta que hacia el futuro se incrementará la demanda sobre los alimentos en razón del crecimiento poblacional y al incremento de la demanda de carne, y de cereales para la alimentación del ganado. La población mundial crecerá por encima de los 8.000 millones de habitantes en el año 2025, lo que significa un incremento del 30%, y este estará localizado principalmente en los países en desarrollo. Por lo tanto, para cumplir con las necesidades poblacionales, se calcula que la productividad de alimentos deberá crecer a un ritmo del 2% por año.

Se supone que las zonas fértiles y con adecuada infraestructura agrícola sería el sitio donde se deben producir los alimentos que se van a demandar, pero también se piensa que se debe incrementar el área de siembra. ¿Entonces cual sería el impacto ambiental de tal decisión? Por otro lado, la población urbana y la actividad industrial compiten con la agricultura por la tierra y por el agua. De tal manera que la producción de alimentos para satisfacer la demanda de los próximos años deberá venir del incremento de los rendimientos biológicos de las especies cultivadas. Y además, se debe lograr este incremento de los rendimientos sin que se causen daños al medio ambiente y para que puedan tener la más amplia distribución posible, deberán tener un precio menor que les permita a los pobres beneficiarse de ellos, lo cual representa el mayor desafío que la humanidad haya enfrentado en su historia.

Estas mismas poblaciones desnutridas y hambrientas de los países en desarrollo cuentan con una infraestructura de vivienda y servicios públicos sanitarios igualmente deficiente. Lo que configura un escenario donde las enfermedades contribuyen también, y de manera decisiva, a la morbilidad y



mortalidad de la población. Estas limitaciones sumadas a la falta de educación, delimitan el círculo de la pobreza, del cual es muy difícil escapar sin la ayuda económica y tecnológica.

Debido a que este es un foro de Entomología me limitaré a tratar algunos aspectos relacionados con las limitaciones que imponen los insectos a la producción agrícola y a la salud de la población humana.

## **LAS HERRAMIENTAS DEL FUTURO**

El término biotecnología es usado hoy día de manera cotidiana por la mayoría de las personas y los medios de comunicación cuando se refieren a la utilización de tecnologías aplicadas a los organismos, desde los virus hasta los humanos. Sin embargo, para las personas que trabajamos en esta área, es casi imposible decidir cuáles tecnologías son las utilizadas en nuestro trabajo, pero es común decir que existen plataformas que incluyen la tecnología de ácidos nucleicos, genómica, microarreglos, y las tecnologías del futuro que tiene que ver con biosensores, proteómica, metaboloma, bioelectrónica y bio-redes.

Sumado al término biotecnología, los términos revolución verde y biodiversidad han sido usados con propósitos políticos, y en éste sentido se ignora su complejidad y el aporte que se ha realizado mediante su aplicación al desarrollo del hombre. Los críticos de los cambios miraron la revolución verde con preocupación legítima, pues el gran desarrollo logrado fue más rápidamente aplicado y causó mayor impacto en aquellas áreas que tenían previamente mejor infraestructura, y en los países que tenían estos recursos más ampliamente distribuidos, es decir, los países desarrollados. Y actualmente los nuevos adelantos son mirados con la misma preocupación, pues se piensa que éstas tecnologías pueden ampliar las diferencias entre los países desarrollados y los demás. A esta preocupación se suma la generada en el público por los grupos opositores a los organismos transgénicos, que ven una amenaza en el desarrollo científico y tecnológico que emplea el ADN recombinante.

Se considera que la tecnología más debatida y de mayor impacto en nuestra época es la del ADN recombinante. A través de ésta tecnología se han desarrollado centenares de especies transgénicas, que pueden tener una implicación muy grande en el futuro de la humanidad. Al igual que la biotecnología en general, el ADN recombinante tiene implicaciones directas en el bienestar humano por medio del desarrollo de organismos transgénicos que incluyen virus, bacterias, levaduras, hongos, plantas y animales.

Para el caso que nos ocupa, el mayor impacto en el control de insectos lo tienen las bacterias y las plantas. En el primer caso, las bacterias recombinantes o transgénicas pueden ser empleadas en el control de insectos vectores de enfermedades; y en el segundo en el desarrollo de plantas resistentes al ataque de insectos herbívoros. De tal suerte que ésta presentación estará enfocada a analizar algunos ejemplos sobresalientes de microorganismos y plantas transgénicas para el control de insectos y trataré de analizar sus posibles riesgos y beneficios.

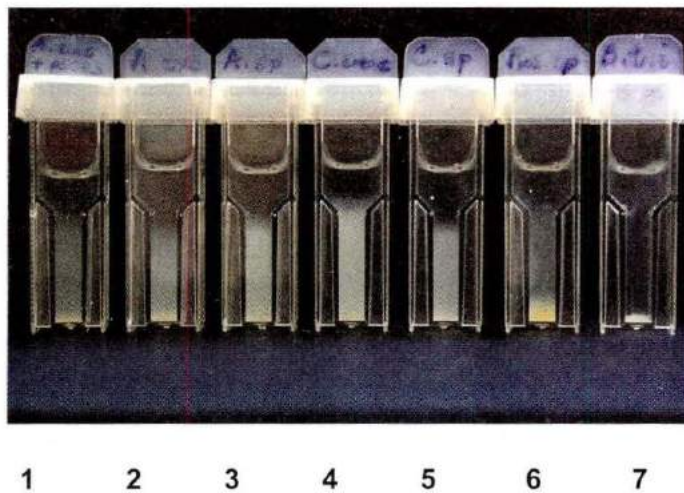
## **ORGANISMOS TRANSGÉNICOS: INNOVACIONES EN EL CONTROL DE VECTORES DE ENFERMEDADES**

Existen algunas razones fundamentales por las que se ha iniciado el desarrollo de bacterias transgénicas para el control de insectos y fundamentalmente mosquitos vectores de enfermedades: **1.** El desarrollo de resistencia de especies del género *Culex* a las toxinas de *Bacillus sphaericus*, **2.** La rápida sedimentación de las toxinas de bacterias del género *Bacillus* en el agua, quedando por fuera de la zona de alimentación de las larvas de mosquitos y **3.** El desarrollo de mutantes sin esporas para evitar la contaminación que se causa al medio ambiente al liberar billones de esporas con cada aplicación.



Para el primer caso, se han desarrollado cepas de *B. sphaericus* que expresan genes de *B. thuringiensis* que pueden restaurar parcial o totalmente la toxicidad hacia las líneas de *Culex quinquefasciatus* resistentes a las toxinas de *B. sphaericus* (Thiery *et al.*, 1998, Wirth *et al.*, 2001). De igual manera se ha logrado incrementar el rango de acción de las toxinas de *B. sphaericus* hacia el mosquito *Aedes aegypti*, que usualmente no es muy sensible a esta bacteria (Thiery *et al.*, 1998; Poncet *et al.*, 1997; Wirth *et al.*, 2001). Estos organismos recombinantes se han evaluado siempre en condiciones de laboratorio y su actividad en condiciones de campo esta por ser demostrada. En el caso de Colombia y al igual que tal vez muchos países del mundo, no existen reglamentaciones disponibles que regulen la evaluación de microorganismos modificados genéticamente.

En el segundo caso se han logrado desarrollar varias especies de bacterias acuáticas recombinantes que hacen parte de la dieta de las larvas de mosquito. El objetivo fundamental es el de desarrollar una bacteria que sea capaz de expresar las toxinas, bien de *B. sphaericus* o de *B. thuringiensis*, que sea ingerida por las larvas de los mosquitos, que sea capaz de reproducirse en los criaderos de este tipo de vectores de enfermedades y que se mantenga en la superficie del agua que es la zona de alimentación de las larvas de los principales vectores de malaria (Yap *et al.*, 1994; Liu *et al.*, 1996; Khampang *et al.*, 1999; Romero *et al.*, 2001). En la figura 1 se puede apreciar la capacidad de las diferentes cepas de bacterias acuáticas para flotar en la columna de agua (líneas 1 a 6) en comparación con la sedimentación que sufre el bioplaguicida más importante para el control de larvas de mosquito (línea 7).



**Figura 1. Flotabilidad de diferentes bacterias acuáticas después de 6 días de iniciado el experimento. Línea 1 *Asticcacaulis excentricus* recombinante, línea 2 *A. excentricus* nativa, línea 3 *Asticcacaulis* sp., línea 4 *Caulobacter crescentus*, línea 5 *Caulobacter* sp., línea 6 *Prostecobacter* sp., línea 7 *Bacillus thuringiensis* subesp. *israelensis* (Tomado de Romero *et al.*, 2001).**

Para resolver el problema de la liberación de miles de millones de esporas de *Bacillus* al ambiente con la consecuente contaminación microbiológica de los diversos ecosistemas se deben emplear estrategias que permitan disminuir la viabilidad de las esporas y/o bloquear las cepas en algún paso el proceso de esporulación para evitar de esta manera la dispersión de esporas o esporas viables. Algunos países europeos ya tienen una reglamentación al respecto. Los pasos iniciales para cumplir éste tipo de reglamentación se han dado en Alemania donde los programas que usan insecticidas biológicos basados en la bacteria *B. thuringiensis* subesp. *israelensis* en el control de mosquito en el río Rin han tenido que adoptar medidas como la irradiación de las esporas con el fin de desarrollar



los formulados con una concentración de esporas viables menor al 0.1%. Sin embargo, el proceso de irradiación puede encarecer el desarrollo de los productos; por lo tanto, una alternativa puede ser la obtención de bacterias recombinantes que no produzcan esporas. Esto ya se ha logrado en cepas de *B. thuringiensis* de importancia para el control de plagas en agricultura (Sanchis *et al.*, 1999), y se espera que en los próximos años se logre en el caso de cepas de *B. thuringiensis* de importancia en el control de insectos vectores de enfermedades.

Se puede decir que los principales riesgos están asociados a la liberación de microorganismos recombinantes que contengan genes de resistencia a antibióticos, y que estos puedan ser pasados por conjugación a otras bacterias nativas. Estos problemas se han empezado a solucionar mediante la utilización de genes que dan resistencia a altas concentraciones de metales pesados como Arsénico, Cadmio Cromo y Mercurio (Ghosh *et al.*, 2000), y que permiten por este medio el desarrollo de microorganismos transgénicos. La transferencia de los genes *cry* que codifican las delta endotoxinas de *B. thuringiensis* hacia otras bacterias nativas podría constituirse en otro factor de riesgo; sin embargo, se piensa que si bien en la naturaleza los genes de estas delta endotoxinas se encuentran en plásmidos mobilizables, se podría diseñar en la incorporación de estos genes directamente en el cromosoma de la bacteria huésped, con lo cual se minimizaría el riesgo de movilización hacia otras bacterias.

## PLANTAS TRANSGÉNICAS

El desarrollo de plantas transgénicas para el control de insectos obedece fundamentalmente a la necesidad de disminuir los costos de aplicación de pesticidas y por ende de los costos de producción de alimentos, y por otro lado, a aumentar la eficiencia de los productos biológicos y al progreso de una agricultura sostenible, que permita la preservación del medio ambiente para las generaciones futuras, mediante el la utilización de plantas transgénicas que expresen los genes de *B. thuringiensis* y a través del desarrollo de mutantes asporogénicos. En este sentido, para el control de insectos, el mayor número de especies de plantas se ha desarrollado con genes de *B. thuringiensis*, y en bastante menor proporción se han utilizado genes de plantas (inhibidores de proteinasas, de amilasa, lectinas, quitinasas, y peroxidasas), genes de animales (inhibidores de serin-proteasas, inhibidor pancreático de tripsina, alfa1 antitripsina, etc.).

Los intentos más exitosos para el desarrollo de las plantas transgénicas con genes de *B. thuringiensis* han tenido que realizarse con versiones truncadas y modificadas de los genes debido al diferente uso de codones entre las plantas y las bacterias. Se han desarrollado diversas especies de plantas resistentes a insectos de los ordenes Lepidoptera y Coleoptera conteniendo versiones de los genes Cry1, Cry2, Cry3, Cry6 y Cry9; siendo los casos más conocidos en algodón, papa (Figura 2) y maíz (para una revisión completa ver Schuler *et al.*, 1998). Los mejores resultados de control se han obtenido en plantas que expresan versiones truncadas y con modificaciones de la secuencia del gen original, adaptándolo al uso de codones de las plantas. Estas plantas expresan las toxinas a niveles suficientes para controlar las plagas y los genes de *B. thuringiensis* modificados se expresan de manera constitutiva, generalmente bajo el control del promotor CaMV 35S. Los éxitos de las plantas transgénicas en el control de insectos han generado disminución en los costos de producción; fundamentalmente debido a la limitación en la compra de insecticidas y a que también se eliminan los costos de aplicación.



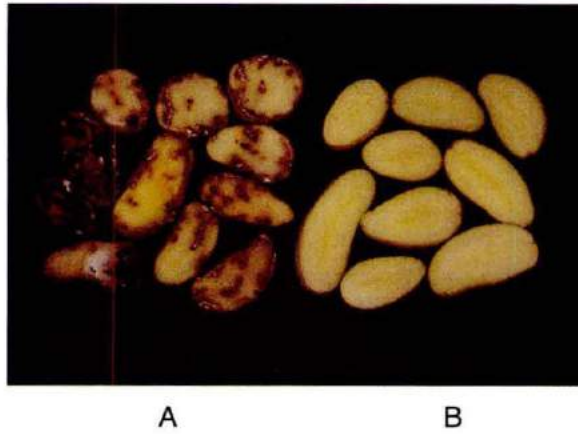


Figura 2. Tubérculos de papa producidos por: A. Variedad normal usada como control donde se aprecia el daño causado por *Phthorimaea operculella*, B. variedad de papa transformada con el gen cry3Aa. (Cortesía Dr. J. Van Rie, Aventis CropScience)

El incremento del área sembrada con variedades transgénicas en el mundo ha pasado de 2 millones de ha en el año 1996 a 43 millones en el año 2000; siendo las principales especies maíz, algodón y papa. En el caso de las plantas transgénicas se ha obtenido un incremento en la producción del 9% en maíz y 7% en algodón. Otro de los beneficios del desarrollo de plantas transgénicas es la reducción de la producción de micotoxinas como las que se producen por los hongos que atacan los tejidos de la mazorca del maíz una vez son dañados por los insectos. Teniendo en consideración estas cifras importantes, es lógico pensar en cuál podría ser el riesgo de sembrar tal cantidad de individuos transgénicos y que posibles riesgos implica para la salud humana y para el medio ambiente.

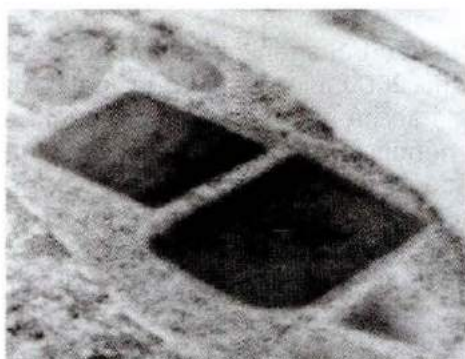
Entre estos riesgos cabe mencionar fundamentalmente los problemas de resistencia de las plagas, los problemas de alergias en los humanos, los problemas con los organismos no blanco y finalmente los problemas de transferencia de genes a otras especies vegetales.

Para sortear el problema de resistencia de los insectos se han planteado algunas estrategias que tienen que ver con el aumento de la expresión de los genes o la combinación con la aplicación de dosis ultra altas de *B. thuringiensis*. Así mismo se han planteado estrategias como el uso de refugios, rotación de cultivos, estrategias de siembra en mosaico y finalmente la incorporación de varios genes que tengan mecanismos de acción diferentes o que utilicen un receptor diferente. También se ha pensado en la limitación de la expresión de estas toxinas en la planta, así: 1. limitar la expresión a los tejidos más críticos, 2. limitar la expresión a determinada edad de la planta (la más crítica) y finalmente 3. limitar la expresión a las zonas y al momento en que los insectos causan las heridas, mediante promotores inducibles. Estas estrategias están basadas fundamentalmente en el uso de promotores adecuados en cada caso.

Tal vez el caso que ha generado mayor atención de la opinión pública ha sido el del StarLink, una variedad de maíz transgénico desarrollada por Aventis CropScience que expresa la proteína Cry9C producida por *B. thuringiensis* subsp. *tolworthi* y que ha sido de gran utilidad para el control del barrenador europeo del maíz *Ostrinia nubilalis*. Aunque fue autorizada para su uso en la producción de alimentos para animales, por error terminó siendo parte de productos de consumo humano. Las pruebas de alergenicidad con este tipo de toxinas deben ser lo más rigurosas posibles, pero lo más importante es evitar que por errores humanos se mezclen productos que han sido autorizados únicamente con determinado fin.



Finalmente quiero referirme al caso de la posibilidad de que insectos no blanco entren en contacto con las toxinas producidas por las plantas transgénicas y a la posibilidad de transferencia de genes hacia otras especies vegetales. En el primer caso, hay que mencionar que las toxinas de *B. thuringiensis* son altamente específicas, y la posibilidad de que una especie inocua, susceptible, entre en contacto con este tipo de plantas es muy pequeña. Aunque recientemente se ha publicitado ampliamente el daño hacia la mariposa monarca (*Papilio polyxenes*), también se ha demostrado que el polen producido por el maíz transgénico, que se suponía la causa de este daño, no es tóxico para la mariposa, aún a concentraciones muy altas que no se encuentran en los campos adyacentes (Wraight *et al.*, 2000). Aún así y con el fin de minimizar los posibles daños sobre organismos no blanco y para evitar la transferencia de genes hacia variedades no modificadas genéticamente, se ha propuesto una nueva metodología de transformación de plantas, que consiste en la inserción de material genético en las mitocondrias de las especies vegetales y se ha demostrado que la toxina cristaliza en las hojas de las plantas (Figura 3) y que la toxina es activa contra las especies de insectos susceptibles (De Cosa *et al.*, 2001).



**Figura 3. Expresión de cristales conteniendo la toxina Cry2Aa2 de *Bacillus thuringiensis* en cloroplastos. (Tomado de De Cosa *et al.*, 2001).**

De ésta manera, se solucionan varios problemas a la vez. En primer lugar los genes que se pueden insertar en la mitocondria son genes nativos de la bacteria, disminuyendo así el costo de la síntesis de los genes modificados; en segundo lugar la posibilidad de intoxicar insectos no blanco se elimina, pues estos genes no se expresan en el polen, y en tercer lugar, la cristalización de las toxinas elimina la degradación por las proteasas de las plantas y aumenta su seguridad, pues los insectos que las ingieren deben poder solubilizar el cristal.

En resumen, aunque nadie descarta la posibilidad de la existencia de riesgos desconocidos al aplicar éstas tecnologías a la producción de alimentos y materias primas de origen vegetal, lo que si se puede afirmar es que se puede aumentar el rendimiento de los cultivos y disminuir los costos de producción. Se espera que ésta reducción pueda ser transferida a los usuarios finales y se de la posibilidad de que los millones de congéneres que se acuestan diariamente sin haber probado alimento, puedan por lo menos mejorar su condición.

#### **LITERATURA CITADA**

DE COSA B, MOAR W, LEE SB, MILLER M, DANIELL H. 2001. Overexpression of the *Bt* cry2Aa2 operon in chloroplasts leads to formation of insecticidal crystals. *Nat Biotechnol.*19:71-4.

GHOSH A, SINGH A, RAMTEKE PW, SINGH VP. 2000. Characterization of large plasmids encoding

resistance to toxic heavy metals in *Salmonella abortus equi*. *Biochem Biophys Res Commun* 272(1):6-11

- KHAMPANG P, CHUNGJATUPORNCHAI W, LUXANANIL P, PANYIM S. 1999. Efficient expression of mosquito-larvicidal proteins in a gram-negative bacterium capable of recolonization in the guts of *Anopheles dirus* larva. *Appl Microbiol Biotechnol.* 51:79-84.
- LIU JW, YAP WH, THANABALU T, PORTER AG. 1996. Efficient synthesis of mosquitocidal toxins in *Asticcacaulis excentricus* demonstrates potential of gram-negative bacteria in mosquito control. *Nat Biotechnol.* 14:343-7.
- PONCET S, BERNARD C, DERYVN E, CAYLEY J, KLIER A, RAPOPORT G. 1997. Improvement of *Bacillus sphaericus* toxicity against dipteran larvae by integration, via homologous recombination, of the Cry11A toxin gene from *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*. *Appl Environ Microbiol.* 63:4413-20.
- ROMERO M, GIL FM, ORDUZ S. 2001. Expression of mosquito active toxin genes by a Colombian native strain of the gram-negative bacterium *Asticcacaulis excentricus*. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 96:257-63.
- SANCHIS V, GOHAR M, CHAUFAX J, ARANTES O, MEIER A, AGAISSE H, CAYLEY J, LERECLUS D. 1999. Development and field performance of a broad-spectrum nonviable asporogenic recombinant strain of *Bacillus thuringiensis* with greater potency and UV resistance. *Appl Environ Microbiol.* 65:4032-9.
- SCHULER TH, POPPY GM, KERRY BR, I DENHOLM. 1998. Insect-resistance transgenic plants. *Tibtech* 16:168-175.
- THIERY I, HAMON S, DELECLUSE A, ORDUZ S. 1998. The introduction into *Bacillus sphaericus* of the *Bacillus thuringiensis* subsp. *medellin* Cyt1Ab1 gene results in higher susceptibility of resistant mosquito larvae populations to *B. sphaericus*. *Appl Environ Microbiol.* 64:3910-6.
- WIRTH MC, DELECLUSE A, WALTON WE. 2001. Cyt1Ab1 and Cyt2Ba1 from *Bacillus thuringiensis* subsp. *medellin* and *B. thuringiensis* subsp. *israelensis* synergize *Bacillus sphaericus* against *Aedes aegypti* and resistant *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Appl Environ Microbiol.* 67:3280-4.
- WRAIGHT CL, ZANGERL AR, CARROLL MJ, BERENBAUM MR. 2000. Absence of toxicity of *Bacillus thuringiensis* pollen to black swallowtails under field conditions. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2000 Jul 5;97(14):7700-3.
- YAP WH, THANABALU T, PORTER AG. 1994. Expression of mosquitocidal toxin genes in a gas-vacuolated strain of *Ancylobacter aquaticus*. *Appl Environ Microbiol.* 60:4199-202.



# USO DE QUITINASAS EN PLANTAS TRANSGÉNICAS PARA EL CONTROL DE INSECTOS

Carmenza E. Góngora B., Microbióloga, Ph. D.  
Investigador Científico, Cenicafe, Chinchiná, Caldas, e-mail:  
[carmenza.gongora@cafedecolombia.com](mailto:carmenza.gongora@cafedecolombia.com)

## USO DE GENES PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA DE PLANTAS A INSECTOS HERBÍVOROS

Históricamente el control de insectos en cultivos comerciales se ha basado predominantemente en el uso de insecticidas. Sin embargo, en años recientes el uso de estos se ha regulado y limitado cada vez más debido a los peligros potenciales que estos pueden causar a la salud humana y al medio ambiente. Consecuentemente, ha habido una búsqueda activa por alternativas para el control de los insectos, queriéndose que los métodos de control sean específicos al insecto plaga y ambientalmente benignos. Una de estas alternativas ha sido el desarrollo de cultivares resistentes, cuya resistencia se debe a factores genéticos que se encuentran en la misma especie pero en plantas no cultivadas o en especies relacionadas genéticamente, esto es lo que se conoce como mejoramiento genético tradicional. Sin embargo, esta alternativa es limitada, debido a la carencia de fuentes de resistencia en las plantas. No obstante, la tecnología de la ingeniería genética ha permitido la introducción de genes de cualquier especie en cualquier planta, y de esta manera ha sido posible obtener resistencia a insectos en las principales especies cultivadas en el mundo (Fujimoto *et al.*, 1993; Perlak *et al.*, 1990; Thomas *et al.*, 1994).

Hay varias ventajas en usar plantas transgénicas para el control de insectos en comparación con los métodos de mejoramiento genético tradicional (Duck y Evola, 1997):: **1)** La tecnología transgénica permite la transferencia de información genética de una especie a otra, de esta manera una característica que evolucionó para el beneficio de una especie puede ser directamente utilizada por otra especie. Estas dos especies podrían estar tan lejanamente relacionadas que esta característica nunca podría ser transferida por mecanismos naturales (por ejemplo, el movimiento de proteínas insecticidas bacterianas en las plantas); **2)** Los caracteres de resistencia a insectos en plantas son determinados a menudo por genes múltiples, posiblemente localizados en diversos cromosomas, esto hace difícil la transferencia de estos rasgos de un cultivo a otro; **3)** en la introducción directa de un gen de resistencia en germoplasmas comercial, no se observa ninguna transferencia de rasgos indeseables junto con los rasgos deseados.

Sin embargo, la creación de plantas transgénicas resistentes a insectos tiene desafíos técnicos considerables: el primer paso consiste en la identificación y la caracterización de los factores de la resistencia y de los genes que los codifican. El factor de resistencia debe satisfacer tres características: **1)** la planta transformada debe producir los factores transgénicos en niveles lo suficientemente altos para afectar al insecto blanco, **2)** el factor no debe interferir con el funcionamiento agronómico normal de la planta, y **3)** el factor de resistencia debe afectar en lo posible al insecto blanco sin causar daño en otros organismos. La importancia de entender el modo de la acción de los factores de resistencia proteicos es crítica para determinar si la proteína será efectiva en la planta transgénica. Por ejemplo las proteínas que son activas solamente en altas concentraciones no se pueden expresar en plantas transgénicas a niveles suficientemente altos para afectar los insectos. Por otra parte, si la proteína se expresa en niveles muy altos esta puede causar fitotoxicidad a la planta.



## FACTORES DE RESISTENCIA PROTEICOS EN PLANTAS TRANSGÉNICAS

Solamente un número limitado de productos naturales se ha caracterizado e identificado como agentes defensivos eficaces contra insectos herbívoros. Esos factores de resistencia naturales incluyen:

- 1) Polifenol oxidasas, las cuales modifican las proteínas en la dieta de los insectos (Felton *et al.*, 1992); invertasa y hexosil transferasa, que modifican los azúcares (Purcell *et al.*, 1994). Estas proteínas alteran componentes básicos en la dieta de los insectos, privándolos de alimentos, o generando compuestos tóxicos, sin embargo no actúan directamente sobre el intestino del insecto como sitio de acción primario.
- 2) Lectinas, inhibidores de proteinasas, e inhibidores de alfa amilasas. Estas proteínas privan a los insectos de nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. Las lectinas se unen directamente a los nutrientes y los secuestran, mientras que los inhibidores de proteinasas y los inhibidores de alfa amilasas interfieren con las enzimas digestivas de los insectos, y por lo tanto hacen la digestión menos eficiente.
- 3) Endotoxinas del *Bacillus thuringiensis*, colesterol oxidasas (Purcell *et al.*, 1993; Shen *et al.*, 1997), lípido acil hidrolasas (Strickland *et al.*, 1995) y las enzimas quitinolíticas o quitinasas que actúan en un ambiente alcalino, son proteínas que atacan la integridad del epitelio del intestino de los insectos.

Las proteínas que se han utilizado para producir plantas transgénicas resistentes a insectos incluyen: los inhibidores de proteinasas, lectinas, inhibidores de alfa amilasas, las endotoxinas del *Bacillus thuringiensis* y recientemente las enzimas quitinolíticas. En esta revisión nos enfocaremos a las enzimas quitinolíticas.

## LA QUITINA EN LOS INSECTOS

La quitina, un polímero lineal insoluble formado por unidades de N-acetil- $\beta$ -D glucosamida, es un componente estructural presente en la cutícula de artrópodos y el caparazón de moluscos, en la pared celular de hongos, algunas algas y en algunos estados de nematodos (Bryron *et al.*, 1989; Elango *et al.*, 1982). La quitina es el principal componente de la cutícula de los insectos, esta cutícula forma parte del exoesqueleto del insecto y al menos parcialmente cubre sus órganos internos incluyendo el tracto digestivo, el cual esta dividido en tres partes intestino anterior, medio y posterior. En el intestino anterior y el intestino posterior, la quitina se encuentra en una capa cuticular continua, mientras que en el intestino medio, está presente en las membranas peritróficas. Las membranas peritróficas se componen de una malla de microfibrillas de quitina donde esta embebida una matriz de glicoproteínas, proteoglicanos, y proteínas (Peters, 1992). A diferencia de la cutícula que recubre el intestino anterior y posterior, la membrana peritrófica se secreta continuamente: a partir de todas las células epiteliales del intestino medio (membrana tipo 1) o a partir de un anillo especializado de células localizado en la parte anterior del intestino medio (membrana tipo 2). Las funciones protectoras de la membrana peritrófica incluyen proteger a las células epiteliales que forman el microvilli de la abrasión causada por partículas del alimento, prevenir la entrada de microorganismos patógenos que se hayan ingerido, y ultrafiltrar ciertos aleloquímicos (Abedi y Brown, 1961; Brandt *et al.*, 1978; Sudha y Muthu, 1988; Sieber *et al.*, 1991; Barbehenn y Martin, 1992; 1995). Además, se cree que la membrana peritrófica compartimentaliza las enzimas digestivas, dividiendo el intestino medio en espacios endo- y ectoperitrófico, mejorando de este modo la eficacia de la digestión (Terra y Ferreira, 1981; Eguchi *et al.*, 1982; Molinero y Lehane, 1990; Zhu *et al.*, 1991; Peters, 1992).



## ENZIMAS QUITINOLÍTICAS

Las enzimas quitinolíticas o quitinasas catalizan la hidrólisis de la quitina en el enlace C1-C4 entre dos unidades de N-acetilglucosamina (Bielka *et al.*, 1984; Sahai y Manocha, 1993). Hay tres tipos de enzimas quitinolíticas: **(1)** N-acetil- $\beta$ -D-glucosaminidasa (EC 3.2.1.30), la cual cliva unidades monoméricas de la región terminal de la quitina, **(2)** 1,4- $\beta$ -D-quitobiosidasa (EC 3.2.1.14), también conocida como exoquitinasa (Sahai y Manocha, 1993), la cual cliva unidades diméricas de la región terminal de la quitina, y **(3)** endoquitinasas (EC 3.2.1.14) (Bielka, *et al.*, 1984), las cuales clivan al azar la molécula de quitina internamente (Sahai y Manocha, 1993). Los tres tipos de enzimas quitinolíticas son sintetizadas por los organismos que contienen quitina, tales como insectos, crustáceos, levaduras y hongos (Chen, 1987), así como también organismos que no contienen quitina, tales como bacterias, plantas superiores, peces y humanos (Benmouna *et al.*, 1986; Grisley y Boyle, 1990; Collinge *et al.*, 1993; Hollak *et al.*, 1994).

## LA FUNCIÓN DE LAS ENZIMAS QUITINOLÍTICAS

Las enzimas quitinolíticas son esenciales en artrópodos (Chen, 1987), hongos (Flach *et al.*, 1992; Gooday, 1986; Sahai y Manocha, 1993) y nematodos (Gooday *et al.*, 1988) ya que estas regulan la presencia de la quitina durante el crecimiento, el desarrollo, y la diferenciación de estos organismos. En artrópodos, las enzimas quitinolíticas están implicadas en los procesos de metamorfosis y digestión. Durante la metamorfosis, los insectos degradan y resintetizan nueva cutícula. Este proceso es mediado por la presencia de estas enzimas en el líquido que se acumula en el espacio entre la cutícula y la epidermis. Los productos de la hidrólisis se reciclan para la síntesis de la nueva cutícula. En hongos, las enzimas quitinolíticas ayudan a degradar y a movilizar la materia orgánica e interfieren con el crecimiento de otros hongos. En levaduras, estas enzimas son importantes para la separación de las células (Kuranda y Robbins, 1991).

En el caso de las enzimas quitinolíticas aisladas de organismos que no contienen quitina (como bacterias, peces, moluscos, seres humanos), las enzimas quitinolíticas están implicadas en la adquisición de nutrientes (Benmouna *et al.*, 1986; Grisley, 1993; Grisley y Boyle, 1990; Overbye *et al.*, 1993) y en los seres humanos, estas enzimas se encuentran en macrófagos y pueden desempeñar un papel defensivo contra hongos y nematodos (Hollak *et al.*, 1994).

En plantas, las enzimas quitinolíticas también juegan un papel defensivo, actuando como agentes de defensa contra hongos patogénicos según se puede corroborar por: **(1)** La inducción coordinada de estas enzimas en respuesta a la invasión de los patógenos (Roby y Esquerre-Tugaye, 1987); **(2)** El hecho de que estas enzimas sean potentes inhibidores de la germinación de esporas y del crecimiento *in vitro* de micelio de hongos fitopatógenos y que puedan hidrolizar las paredes celulares de los hongos (Broekaert *et al.*, 1988; Mauch *et al.*, 1988; Roberts y Selitrennikoff, 1988; Schlumbaum, *et al.*, 1986); **(3)** Los niveles más altos de actividad quitinolítica se observan en los cultivares resistentes comparados con los cultivares susceptibles (Hughes y Dickerson, 1991; Vogelsang y a Barz, 1990) y **(4)** Numerosos genes que codifican quitinasas aislados de plantas y microorganismos han sido clonados e introducidos en plantas, dando por resultado un incremento en la resistencia de estas plantas a hongos patógenos (véase Schickler y Chet, 1997 para una revisión).

## SITIO DE ACCIÓN DE LAS ENZIMAS QUITINOLÍTICAS SOBRE LOS INSECTOS

La cutícula que forma el exoesqueleto y que hace parte del intestino del insecto incluyendo la membrana peritrófica es el sitio de acción de las enzimas quitinolíticas. Las enzimas quitinolíticas y proteolíticas producidas por hongos entomopatógenos tales como *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, están implicadas en el proceso de la penetración de la cutícula del exoesqueleto de los insectos (Tanada y Kaya, 1993). Se ha demostrado que la efectividad de los entomopatógenos se puede incrementar por la suplementación con enzimas quitinolíticas exógenas provenientes de



bacterias u hongos (El-Sayed *et al.*, 1989; Gunner *et al.*, 1985; Sampsom y Gooday, 1998). El nematodo *Bruglia malayi*, también utiliza una quitinasa para romper la membrana peritrófica y así ganar la entrada al interior de su mosquito hospedero (Huber, *et al.*, 1991). Quitinasas de *Streptomyces griseus* adicionadas a la sangre fuente de alimento del mosquito *Anopheles freeborni* pueden evitar la formación de la membrana peritrófica en este (Shahabuddin y Kaslow, 1993; Shahabuddin *et al.*, 1993). Además, una endoquitinasa de la bacteria *Serratia marcescens* producida como proteína recombinante en *Escherichia coli* causó la perforación de la membrana peritrófica de larvas de *Spodoptera littoralis* en condiciones *in vitro* (Regev *et al.*, 1996).

La degradación de la quitina del intestino anterior y/o posterior puede influenciar la adquisición del alimento, la retención del agua, y/o la excreción. Además, la membrana peritrófica funciona como una barrera mecánica y física. Por lo tanto, la degradación de la membrana o la interferencia en su formación, disminuirá la protección del epitelio del intestino medio contra la abrasión por las partículas del alimento (Sudha y Muthu, 1988), protección contra la invasión por los patógenos (Brandt *et al.*, 1978); (Sieber, *et al.*, 1991), y/o protección contra los compuestos tóxicos potenciales (como taninos o DDT) (Abedi y Brown, 1961; Barbehenn y Martin, 1992) y finalmente, influenciará la permeabilidad selectiva de la membrana peritrófica y afectará la compartimentalización de la digestión (Eguchi *et al.*, 1982; Molinero y Lehane, 1990; Peters, 1992; Peters y Wiese, 1986; Zhu *et al.*, 1991). En general, la destrucción de la membrana peritrófica afectará la supervivencia de los insectos.

Sin embargo, el papel de las enzimas quitinolíticas en resistencia de la planta contra insectos está menos entendido (Broadway *et al.*, 1998; Kramer *et al.*, 1997b). Los insectos herbívoros ingieren regularmente enzimas quitinolíticas presentes en los tejidos de las plantas; así la zona anterior, posterior y media del tracto digestivo se exponen a estas enzimas después de la disrupción de la célula de la planta. No hay indicación de que las enzimas quitinolíticas presentes en plantas tengan un efecto *in situ* perjudicial contra herbívoros. Kramer *et al.*, (1997b) anotan que aunque los granos de cereal tienen niveles substanciales de quitinasas (10-100 µg/g), los granos almacenados son susceptibles al ataque de los insectos, sugiriendo que los insectos que sobreviven en productos almacenados han desarrollado la capacidad de superar los efectos de estas quitinasas. El mismo grupo encontró que plantas de arroz transgénico que expresaban altos niveles de quitinasas (0,05% proteínas totales) no mostraban ningún efecto perjudicial en el crecimiento del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Kramer *et al.*, 1997b).

Es posible que las enzimas quitinolíticas de la planta no puedan tener actividad biológica contra insectos herbívoros debido a los requerimientos de pH de estas enzimas (Broadway *et al.*, 1998). Las enzimas quitinolíticas de las plantas, en general, requieren un ambiente ácido para ser activas. Estás muestran poca o nula actividad en un ambiente alcalino. Los insectos herbívoros, en general, tienen intestinos alcalinos (Berenbaum *et al.*, Gringorten *et al.*, 1993; Mishra y Sen-Sarma, 1987), o muestran un rango de pH diferente a lo largo de sus intestinos y por lo tanto, las enzimas quitinolíticas de las plantas no tienen probablemente actividad dentro del lumen del intestino de estos. La gran mayoría de quitinasas de hongos y bacterias también muestran actividad enzimática óptima en un ambiente ácido. Las quitinasas bacterianas que actúan en ambientes ácidos fueron inefectivas en ensayos en los cuales los insectos se alimentaron con dietas artificiales que contenían estas enzimas. *Nilaparva lugens* (rice brown plant hopper) no mostró ningún efecto al ingerir quitinasas de la bacteria *Streptomyces griseus* (Powell *et al.*, 1993). Las quitinasas de *Serratia* a niveles del 1-2% en la dieta del escarabajo *Orizaephilus mercatmeor*, no tuvieron ningún efecto sobre el insecto (Kramer *et al.*, 1997b). Los estudios realizados por Gatehouse *et al.*, (1996, 1997) mostraron que una enzima quitinolítica aislada de la haba (BCH) expresada en plantas de papa no afecta al áfido *Myzus persicae* o al lepidóptero *Lacanobia oleracea* (polilla del tomate).

Sin embargo, algunos parásitos y bacterias secretan enzimas quitinolíticas que funcionan en un ambiente alcalino. Broadway *et al.*, (1995) aislaron una cepa de la bacteria *Streptomyces albidoflavus*, la cual secreta enzimas endoquitinasa y quitobiosidasa activas en un rango amplio de



pH (4-10). Con el propósito de demostrar que estas enzimas podían ser activas y causar efectos adversos en el tracto digestivo de los insectos, incorporaron en dietas artificiales una mezcla de estas enzimas que contenían 3 endoquitinasas, 2 quitobiosidasas y una glucosaminidasa, en las que la actividad óptima de las 3 enzimas ocurrió a pH 4-6, pero 55-74 % de la quitobiosidasa y endoquitinasa se detectó a pH 8-10. La ingestión de esta mezcla de enzimas quitinolíticas en dieta artificial sobre el falso medidor *Trichoplusia ni*, redujo su crecimiento y desarrollo. Cuando se evaluaron en dietas artificiales sobre la broca del café *Hypothenemus hampei*, el pulgón verde de la papa, *M. persicae* y la mosca blanca *Bemisia argentifolii*, causaron una reducción en el porcentaje de supervivencia de estos insectos. Por otra parte, los insectos también poseen enzimas quitinolíticas que funcionan en un ambiente alcalino (Koga *et al.*, 1989; Koga *et al.*, 1992). Las características químicas, físicas y cinéticas de estas enzimas se han caracterizado y muestran actividad en rangos de pH de 4-8 (Kramer y Muthukrishnan, 1997a), aunque exhiben actividad máxima cerca pH 6 (Koga *et al.*, 1983). Estas enzimas tienen efectos biológicos negativos en los insectos (Ding *et al.*, 1998).

## PLANTAS TRANSGÉNICAS EXPRESANDO ENZIMAS QUITINOLÍTICAS

Con el propósito de determinar si las enzimas quitinolíticas con actividad a pH alcalinos aisladas de *Streptomyces albidoflavus* podían actuar como factores de resistencia en plantas transgénicas e interactuar con la quitina del intestino de los insectos. Góngora, *et al.*, (1999 y 2001), clonaron dos enzimas de *S. albidoflavus* (una endoquitinasa y una quitobiosidasa) y transformaron plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) con estos genes. Estas plantas fueron evaluadas por su efecto sobre el crecimiento y el desarrollo larval de *T. ni*.

Las plantas transgénicas de tomate expresando estas enzimas mostraron incremento en su resistencia a las larvas de *T. ni*, reduciendo consistentemente la tasa de crecimiento del insecto. Además, se observó un incremento en la mortalidad en dos de tres pruebas en las que los insectos se alimentaron de hojas transgénicas. Los resultados de este estudio fueron similares a los encontrados en los trabajos previos sobre las dietas artificiales que contenían las enzimas. Además, el efecto de las plantas transgénicas no solamente se observó en insectos en primer instar, si no también estas plantas causaron mortalidad y disminuyeron el peso de los insectos cuando la exposición comenzó durante el tercer instar. Los resultados de este estudio soportan la hipótesis de que la ingestión de enzimas quitinolíticas de *S. albidoflavus* altera la quitina de la membrana peritrófica, ya que se determinó que los poros de las membranas peritróficas de los insectos que consumían plantas transgénicas tenían 50% mayor diámetro que los poros en los insectos que se alimentaban de plantas no transgénicas, incrementándose de este modo la permeabilidad de la membrana. Un aumento en los tamaños de los poros en membranas peritróficas puede hacer de esta una barrera menos eficaz, aumentando la susceptibilidad de insectos a los patógenos y a los compuestos tóxicos (Brandt *et al.*, 1978; Sieber *et al.*, 1991) y disminuyendo la eficacia del proceso digestivo.

De igual forma, una quitinasa del gusano cachón del tabaco *Manduca sexta* aislada del líquido de metamorfosis fue clonada y usada para la transformación de plantas de tabaco (Ding *et al.*, 1998). En este caso, las plantas transgénicas mostraron resistencia al gusano del algodón *Heliothis virescens*, constatado por la reducción del crecimiento larval y reducción en el daño en las plantas. Sin embargo, no se observó ningún efecto sobre *M. sexta*. Aunque los autores concluyeron que la concentración de enzimas quitinolíticas era posiblemente demasiado baja para afectar *M. sexta*, es posible que este insecto tenga un mecanismo para regular sus propias enzimas quitinolíticas. Cuando las plantas transgénicas estuvieron cubiertas con concentraciones subletales del *B. thuringiensis*, en ambas especies de insectos (*H. virescens* y *M. sexta*) se observó una reducción en el peso larval y en el daño foliar en las plantas transgénicas. Las plantas que expresen quitinasas de insectos pueden tener un potencial agronómico para el control de estos y el uso de las quitinasas de insectos, solas o en conjunto con otros genes o controladores biológicos, puede realzar el efecto de los biocontroladores. Sin embargo, los insectos también tienen mecanismos para regular y/o para inhibir



la actividad de sus propias enzimas.

## CONCLUSIÓN

Genes que codifiquen quitinasas que sean activas en un rango amplio de pH deben ser estudiadas en mayor detalle. Estas proteínas tienen el potencial para ser factores de resistencia en plantas contra insectos ya que causan alteraciones de la permeabilidad de la membrana peritrófica en los insectos herbívoros, ocasionando su muerte y ayudando en su control, además pueden potenciar el efecto de controladores biológicos. Los organismos vertebrados por no poseer quitina no tienen un sitio sobre el cual puedan actuar las quitinasas, por lo tanto estas se consideran seguras con respecto a la salud humana.

## LITERATURA CITADA

- ABEDI, Z. H., BROWN, A. W. A. (1961). Peritrophic membrane as a vehicle for DDT and DDE excretion in *Aedes aegypti* larvae. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 54, 539-542.
- BARBEHENN, R. V., MARTIN, M. M. (1992). The protective role of the peritrophic membrane in the tannin-tolerant larvae of *Orgyia leucostigma* (Lepidoptera). *J. Insect Physiol.* 38, 973-980.
- BENMOUNA, H., JASPAR-VERSALI, M. F., TOUSSAINT, C., JEUNIAUX, C. (1986). A comparative study of chitinase activity in digestive tract of *Serranum cabrilla* and *Serranus scriba*. *Biochem. System. Ecol.* 14, 435-437.
- BERENBAUM, M. (1980). Adaptive significance of midgut pH in larval Lepidoptera. *Amer. Natural.* 115, 138-146.
- BIELKA, H., DIXON, H. B. F., KARLSON, P., LIEBECQ, C., SHARON, N., VAN LENTEN, E. J., VELICK, S. F., Vliegenthart, J. F. G., WEBB, E. C., CORNISH-BROWN, A., LOENING, K., MOSS, G. P., REEDIJK, J. (1984). *Enzyme Nomenclature*. Ed. E. C. Webb. Academic Press, New York, p. 646.
- BRANDT, C.R., ADANG, M.J. AND SPENCE, K.D. (1978). The peritrophic membrane: Ultrastructural analysis and function as a mechanical barrier to microbial infection in *Orgyia pseudotsugata*. *J. Invert. Pathol.* 32, 12-24.
- BROADWAY, M.R., GONGORA, C., KAIN, C.K., SANDERSON, P.J., MONROY, A.J., BENNET, C.K., WARNER, B.J. AND HOFFMANN, P.M. (1998). Novel chitinolytic enzymes with biological activity against herbivorous insects. *J. Chem Ecol* 24, 985-998.
- BROADWAY, R.M., WILLIAMS, D.L., KAIN, W.C., HARMAN, G.E., LORITO, M. AND LABEDA, D.P. (1995). Partial characterization of chitinolytic enzymes from *Streptomyces albidoflavus*. *J. Appl. Microbiol.* 20, 271-276.
- BROEKAERT, W.F., VAN PARIJS, J., ALLEN, A.K. AND PEUMANS, W.J. (1988). Comparison of some molecular, enzymatic and antifungal properties of chitinases from thorn-apple, tobacco and wheat. *Physiol. Molecu. Plant Pathol.* 33, 319-331.
- CHEN, A.C. (1987). Chitin metabolism. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 6, 267-277.
- COLLINGE, D.B., KRAGH, K.M., MIKKELSEN, J.D., NIELSEN, K.K., RASMUSSEN, U. and Vad, K. (1993). Plant Chitinases. *Plant J.* 3, 31-40.



- DING, X., GOPALAKRISHNAN, B., JHONSON, L.B., WHITE, F.F., WANG, X., MORGAN, T.D., KRAMER, K.J. AND MUTHUKRISHNAN, S. (1998). Insect resistance of transgenic tobacco expressing an insect chitinase gene. *Transgenic Research*. 7, 77-84.
- DUCK, N. AND EVOLA, S. (1997). Use of transgenes to increase host plant resistance to insects: opportunities and challenges. In *Advances in insect control: The role of transgenic plants*. Eds. Nidine Carozzi and Michael Koziel. (London: Taylor and Francis). Paginas
- EGUCHI, M., IWAMOTO, A. AND YAMAUCHI, K. (1982). Interrelation of proteases from the midgut lumen, epithelia and peritrophic membrane of the silkworm, *Bombyx mori* L. *Comp. Biochem. Physiol.* 72A, 359-363.
- EL-SAYED, G.N., COUDRON, T.A., IGNOFFO, C.M. AND RIBA, G. (1989). Chitinolytic activity and virulence associated with native and mutant isolates of an entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*. *J. Invert. Pathol.* 54, 394-403.
- ELANGO, N., CORREA, J. AND CABIB, E. (1982). Secretory character of yeast chitinase. *J. Biol. Chem.* 257, 1398-1400.
- FELTON, G.W., DONATO, K.K., BROADWAY, R.M. AND DUFFEY, S.S. (1992). Impact of oxidized plant phenolics on the nutritional quality of dietary protein to a noctuid herbivore, *Spodoptera exigua*. *J. Insect Physiol.* 38, 277-285.
- FLACH, J., PILET, P.-E. AND JOLLES, P. (1992). What's new in chitinase research? *Experientia* 48, 701-716.
- FUJIMOTO, H.K., YAMAMOTO, I., M, KYOZUKA, J. AND SHIMAMOTO, K. (1993). Insect resistance rice generated by introduction of a modified -endotoxin gene of *Bacillus thuringiensis*. *Biotechnology* 11, 1151-1155.
- GATEHOUSE, A.M., DAVISON, G.M., NEWELL, C.A., MERRYWEATHER, A., HAMILTON, J.D., BURGESS, E.P., GILBERT, R.J. AND GATEHOUSE, J.A. (1997). Transgenic potato plants with enhanced resistance to the tomato moth, *Lacanobia oleracea*: growth room trials. *Molecular Breeding* 3, 49-63.
- GATEHOUSE, A.M., DOWN, R.E., POWELL, K.S., SAUVION, N., RAHBE, Y., NEWELL, A., MERRYWEATHER, A., HAMILTON, W.D. AND GATEHOUSE, J.A. (1996). Transgenic potato plants with enhance resistance to the peach-potato aphid, *Myzus persicae*. *Entomol. Exp. Appl.* 79, 295-307.
- GONGORA, C.E. (1999) Chitinolytic transgenes from *Streptomyces albidoflavus* as phytochemical defences against herbivorous insects, use in transgenic plants and effect in plant development. Cornell University. Doctoral Dissertation. p.290
- GONGORA, C.E., Wang, S., Barbehenn, R.V., Broadway, R.M. (2001) Chitinolytic enzymes from *Streptomyces albidoflavus* expressed in tomato plants: effects on *Trichoplusia ni*. *Entomol. Exp. Appl.* 99,193-204
- GOODAY, G.W. (1986). Chitinase activities in animals, fungi and bacteria. In *Chitin in nature and technology* Eds. K. Muzzarelli, C. Jeuniaux and B. W. Gooday (New York: Plenum Press), pp. 241-261.
- GOODAY, G.W., BRYDON, L.J. AND CHAPPELL, L.H. (1988). Chitinase in female *Onchocerca*

- gibsoni and its inhibition by allosamidin. *Molec. Biochem. Parasitol.* 29, 223-225.
- GRINGORTEN, J.L., CRAWFORD, D.N. AND HARVEY, W.R. (1993). High pH in the ectoperitrophic space of the larval lepidopteran midgut. *J. Exp. Biol.* 183, 353-359.
- GRISLEY, M.S. (1993). Separation and partial characterization of salivary enzymes expressed during prey handling in the octopus *Eledone cirrhosa*. *Comp. Biochem. Physiol.* 105B, 183-192.
- GRISLEY, M.S. AND BOYLE, P.R. (1990). Chitinase, a new enzyme in octopus saliva. *Comp. Biochem. Physiol.* 95B, 311-316.
- GUNNER, H.B., ZIMET, M. AND BERGER, S. (1985). Chitinase producing Bt strains. Proceeding of Symposium: Microbial Control of Spruce Budworm and Gypsy Moths. U.S. Forest Service. Windsor Locks, CT. Paginas
- HOLLAK, C.E., VAN, W., S, VAN OERS, M.H. AND AERT, J.M. (1994). Marked elevation of plasma chitotriosidase activity. *J. Clin. Invest.* 93, 1288-1292.
- HUBER, M., CABIB, E. AND MILLER, L.H. (1991). Malaria parasite chitinase and penetration of the mosquito peritrophic membrane. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 88, 2807-2810.
- HUGHES, R.K. AND DICKERSON, A.G. (1991). Modulation of elicitor-induced chitinase and b-1,3-glucanase activity by hormones in *Phaseolus vulgaris*. *Plant Cell Physiol.* 32, 853-861.
- KOGA, D., FUJIMOTO, H., FUNAKOSHI, T., UTSUMI, T. AND IDE, A. (1989). Appearance of chitinolytic enzymes in integument of *Bombyx mori* during the larval-pupal transformation. Evidence for zymogenic forms. *Insect Biochem.* 19, 123-128.
- KOGA, D., HIRATA, T., SUESHIGE, N., TANAKA, S. AND IDE, A. (1992). Induction patterns of chitinases in yam callus by inoculation with autoclaved *Fusarium oxysporum*, ethylene, and chitin and chitosan oligosaccharides. *Biosci. Biotech. Biochem.* 56, 280-285.
- KOGA, D., JILKA, J. AND KRAMER, K.J. (1983). Insect endochitinases: glycoproteins from moulting fluid, integument and pupal haemolymph of *Manduca sexta* L. *Insect Biochem.* 13, 295-305.
- KOGA, D., SASAKI, Y., UCHIUMI, Y., HIRAI, N., ARAKANE, Y. AND NAGAMATSU, Y. (1997). Purification and characterization of *Bombyx mori* chitinase. *Insect. Biochem. Molec. Biol.* 27, 757-767.
- KRAMER, K.J. AND MUTHUKRISHNAN, S. (1997a). Insect chitinases: molecular biology and potential use as biopesticides. *Insect Biochem Mol. Biol.* 27, 887-900.
- KRAMER, K.J., MUTHUKRISHNAN, S., JOHNSON, L. AND WHITE, F. (1997b). Chitinase for insect control. In *Advances in insect control: the role of transgenic plants*. Eds. Nadine Carozzi and Michael Koziel. (London: Taylor & Francis.). Paginas
- KURANDA, M.J. AND ROBBINS, P.W. (1991). Chitinase is required for cell separation during growth of *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Biol. Chem.* 266, 19758-19767.
- MAUCH, F., MAUCH-MANI, B. AND BOLLER, T. (1988). Antifungal hydrolases in pea tissue. II. Inhibition of fungal growth by combinations of chitinase and b-1,3-glucanases. *Plant Physiol.* 88, 936-942.



- MISHRA, S.C. AND SEN-SARMA, P.K. (1987). pH trends in the gut of xylophagous insects and their adaptive significance. *Mater. Organ.* 22, 311-319.
- OVERBYE, L.J., SANDKVIST, M. AND BAGDASARIAN, M. (1993). Genes required for extracellular secretion of enterotoxin are clustered in *Vibrio cholerae*. *Gene* 132, 101-106.
- PERLAK, F.J., DEATON, R.W., ARMSTRONG, T.A., FUCHS, R.L., SIMS, S.R., GREENPLATE, J.T. AND FISCHHOFF, D.A. (1990). Insect resistance cotton plants. *Biotechnology* 8, 939-943.
- PETERS, W. (1992). *Peritrophic Membranes*. Ed. Springer-Verlag, Berlin, p. 238.
- PETERS, W. AND WIESE, B. (1986). Permeability of the peritrophic membranes of some Diptera to labelled dextrans. *J. Insect Physiol.* 32, 43-49.
- POWELL, K.S., GATEHOUSE, A.M., HILDER, V.A. AND GATEHOUSE, J.A. (1993). Antimetabolic effect of plant lectins and plant and fungal enzymes on the nymphal stages of two important rice pests, *Nilaparvata lugens* and *Nephotettix cinctipes*. *Entomol. Exp. Appl.* 119-126.
- PURCELL, J., ISAAC, B., TRAN, M., SAMMONS, D., GILLESPIE, J., GREENPLATE, J., SOLSTEN, R., PRINSEN, M., PERSHING, J. AND STONARD, R. (1994). Two enzymes classes active in green peach aphids bioassay. *J. Econ. Entomol.* 87, 15-19.
- PURCELL, J.P., GREENPLATE, J.T., JENNINGS, M.G., RYERSE, J.S., PERSHING, J.C., SIMS, S.R., PRINSEN, M.J., CORBIN, D.R. AND TRAN, M.E.-A. (1993). Cholesterol oxidase: A potent insecticidal protein active against bollweevil larvae. *Biochem. Bio Res. Comm.* 196, 1406-1413.
- REGEV, A., KELLER, M., STRIZHOV, N., SNEH, B., PRUDOVSKY, E., CHET, I., GINZBERG, I., KONCZ, K.Z., KONCZ, C., SCHELL, J. AND ZILBERSTEIN, A. (1996). Synergistic activity of a *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxin and a bacterial endochitinase against *Spodoptera littoralis* larvae. *Appl. Environ. Microbiol.* 62, 3581-3586.
- ROBERTS, W.K. AND SELITRENNIKOFF, C.P. (1988). Plant and bacterial chitinases differ in antifungal activity. *J Gen. Micro.* 134, 169-176.
- ROBY, D. AND ESQUERRE-TUGAYE, M.-T. (1987). Induction of chitinases and of translatable mRNA for these enzymes in melon plants infected with *Colletotrichum lagenarium*. *Plant Sci.* 52, 175-185.
- SAHAI, A.S. AND MANOCHA, M.S. (1993). Chitinases of fungi and plants: their involvement in morphogenesis and host-parasite interaction. *FEMS Microbiol. Rev.* 11, 317-338.
- SCHLUMBAUM, A., MAUCH, F., VOGELI, U. AND BOLLER, T. (1986). Plant chitinases are potent inhibitors of fungal growth. *Nature* 324, 365-367.
- SHAHABUDDIN, M. AND KASLOW, D.C. (1993). Transmission-blocking activity of a chitinase inhibitor and activation of malarial parasite chitinase by mosquito protease. *Parasitol. Today* 9, 252-255.
- SHAHABUDDIN, M., TOYOSHIMA, T., AIKAWA, M. AND KASLOW, D.C. (1993). Transmission-blocking activity of a chitinase inhibitor and activation of malarial parasite chitinase by mosquito protease. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 90, 4266-4270.

- SHEN, Z., CORBIN, D.R., GREENPLATE, J.T., GREBENOK, R.J., GALBRAITH, D.W. AND PURCELL, J.P. (1997). Studies on the mode of action of cholesterol oxidase on insect midgut membranes. *Archives of Insect Biochem. Physiol.* 34, 429-442.
- SIEBER, K.-P., HUBER, M., KASLOW, D., BANKS, S.M., MOTOMI, T., AIKAWA, M. AND MILLER, L.H. (1991). The peritrophic membrane as a barrier: its penetration by *Plasmodium gallinaceum* and the effect of a monoclonal antibody to ookinetes. *Exp. Parasitol.* 72, 145-156.
- STRICKLAND, J.A., ORR, G.L. AND WALSH, T.A. (1995). Inhibition, of *Diabrotica* larval growth by potatin, the lipid acyl hydrolase from potato tubers. *Plant. Physiol.* 109, 667-674.
- SUDHA, P.M. AND MUTHU, S.P. (1988). Damage to the midgut epithelium caused by food in the absence of peritrophic membrane. *Curr. Science* 57, 624-625.
- TANADA, Y. AND KAYA, H. (1993). Fungal Infections. In *Insect pathology* Eds. Academic Press (San Diego, CA). Paginas
- THOMAS, J., WASMANN, C., ECHT, C., DUNN, R., BOHNERT, H. AND MCCOY, T. (1994). Introduction and expression of an insect proteinase inhibitor in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Plant Cell Report* 14, 31-36.
- VOGELSANG, R. AND BARZ, W. (1990). Elicitation of b-1,3-glucanase and chitinase activities in cell suspension cultures of *Ascochyta rabiei* resistant and susceptible cultivars of chickpea (*Cicer arietinum*). *Z. Naturforsch* 45c, 233-239.
- ZHU, Z., GERN, L. AND AESCHLIMANN, A. (1991). The peritrophic membrane of *Ixodes ricinus*. *Parasitol. Res.* 77, 635-641.



# ¿SON LOS ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE ÚTILES EN LA AGRICULTURA DE LOS PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO?

Luis Alberto Sánchez S., Ing. Agr., M. Sc.  
 Rapalmira, Palmira, Colombia, e-mail: rapalmira@telesat.com.co

## ESTADÍSTICAS SOBRE CULTIVOS TRANSGENICOS EN EL AÑO 2000

Tabla 1 HECTÁREAS PLANTADAS CON CULTIVOS TRANSGÉNICOS POR AÑO

AÑO	No. HECTAREAS
96	1.7 millones
99	39.9
2000	44.2 millones

Tabla 2. NUMERO DE PAÍSES QUE CULTIVAN TRANSGÉNICOS POR AÑO

AÑO	No. PAISES
96	6
99	12
2000	13

Tabla 3. HECTÁREAS CULTIVADAS EN PAÍSES SUBDESARROLLADOS

AÑO	No. HECTAREAS	AUMENTO %
99	7.1 millones	-----
2000	10.7 millones	51%

Tabla 4. HECTÁREAS CULTIVADAS EN PAÍSES DESARROLLADOS

AÑO	No. HECTAREAS	AUMENTO %
99	32.8 millones	-----
2000	33.5 millones	2%

Tabla 5. HECTÁREAS PLANTADAS CON CULTIVOS TRANSGÉNICOS POR PAÍS

PAIS	No. HECTAREAS
E.E.U.U	30.3 millones
ARGENTINA	10 millones
CANADA	3 millones
CHINA	0.5 millones

**Tabla 6. HECTÁREAS PLANTADAS POR CULTIVOS**

<b>CULTIVO</b>	<b>No. HECTAREAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Soya	25.8 millones	58.0%
Maíz	10.3 millones	23.3%
Canola	5.3 millones	11.9%
Algodón	2.8 millones	6.3%

**Tabla 7. PORCENTAJE DE HECTÁREAS PLANTADAS POR RASGO**

<b>RASGO</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Resistencia herbicida	74%
<b>Resistencia insectos</b>	19%
Resistencia a herbicida e insectos	7%

**Tabla 8. CULTIVOS DOMINANTES**

<b>CULTIVO</b>	<b>No. HECTAREAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>	<b>PAISES</b>
Soya Resis. Herbicida	25.8 millones	59%	EEUU, Argentina, Canadá, México, Rumania, Uruguay
Maíz Bt	6.8 millones	15%	EEUU, Canadá, Argentina, Sudáfrica, España, Francia
Canola Resis. Herbicida	2.8 millones	6%	
Maíz Resis. Herbicida	2.1 millones	5%	
Algodón Resis. Herbicida	2.1 millones	5%	
Algodón Resis. H e I	1.7 millones	4%	
Algodón Bt	1.5 millones	3%	
Algodón	1.4 millones	3%	

## **LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS EN COLOMBIA**

"Reconocemos el potencial de la biotecnología para mejorar la calidad de la vida de la humanidad. Pero es muy importante recalcar los riesgos y peligros asociados a la biotecnología, incluyendo posibles consecuencias serias e irreversibles en los campos de la salud, seguridad, medio ambiente y socioeconómico, así como el uso de dicha biotecnología en la guerra biológica" (Declaración de Bogeve).

La situación que se plantea cuando estamos hablando de agricultura, es la posibilidad de encontrar utilidad para que los organismos modificados genéticamente sean útiles en la agricultura de los países en vía de desarrollo como el nuestro.

Las conversaciones y contradicciones sobre la utilidad de la biotecnología en el caso de la agricultura involucran a muchos sectores, los productores agropecuarios empresariales y los pequeños y medianos productores, también se tienen en cuenta los recursos para la producción, como el uso de



insumos, el agua, el suelo y el germoplasma. Por necesidad, involucramos aquí a los consumidores, las entidades de investigación, de promoción del sector primario y las organizaciones interesadas en la conservación del ambiente.

Es decir, esta conversación tendrá a muchos sectores involucrados, pero para el caso de la conferencia, hablaré por una organización ambiental RAPALMIRA<sup>1</sup>, la cual tiene definida como política su rechazo al uso de los productos agroquímicos y de semillas transgénicas en la producción agropecuaria.

Una organización ambiental como la nuestra, además de éste componente, involucra en sus concepciones y acciones otros aspectos, los cuales tienen incidencia en su posición con respecto al rechazo en el uso de los OGM en la producción, en su comercialización y consumo.

Rapalmira considera que la autonomía en la producción alimenticia y agropecuaria, está directamente relacionada con las posibilidades de los productores para conservar, reproducir y hacer uso del germoplasma, el cual como se verá a través de la exposición, en el caso de los materiales genéticamente modificados y hasta de los materiales nativos como el maíz amarillo están siendo patentados en beneficio de compañías que aprovechan mecanismos legales y tienen los recursos para apropiarse de conocimientos y materiales desarrollados a través de los años por los cultivadores, como en el caso descrito con el maíz.

El mecanismo de patentes, permite el control sobre la reproducción de los materiales entregados al comercio, para mejorar las condiciones de operación del sistema existe la tecnología denominada "Terminator", la cual permite incorporar un gen letal a las semillas comercializadas, el cual impide su reproducción y por supuesto la venta, intercambio o entrega sin costo entre los productores.

Con este mecanismo genético, el cual ha sido retirado del mercado según la empresa generadora del mismo, se inicia entonces el control del principal factor de producción, el germoplasma.

¿Por qué existe oposición de muchas organizaciones de consumidores, de asociaciones de productores, de organizaciones campesinas e indígenas, de ambientalistas y hasta de gobiernos al uso de los organismos genéticamente modificados?.

Estos organismos modificados a voluntad por el hombre, tienen incertidumbres básicas que determinan altos riesgos ya sea a escala experimental o cuando se libera para grandes áreas en cultivos:

- a. Los ingenieros genéticos, no pueden determinar la ubicación precisa de uno o más genes introducidos en el genoma de una planta,
- b. El desconocimiento de la manera en que los genes interactúan y como las especies introducidas interactúan con el ambiente y lo modifican.
- c. La alta capacidad de la ingeniería genética para interferir en procesos biológicos, ecológicos y evolutivos, los cuales desconocemos.

Muchos elementos se pueden presentar para el análisis y toma de decisiones al respecto:

1. El incremento de la dependencia de las empresas generadoras de la tecnología para la producción: El uso de semillas modificadas genéticamente está relacionado con la aplicación de un "paquete" tecnológico, el cual es producido conjuntamente, así la soya "Roundup Ready", es resistente a la aplicación del herbicida Roundup, ambos producidos por la misma

---

<sup>1</sup> RAPALMIRA es la Red de Acción en Plaguicidas. Es miembro de PAN Pesticide Action Network. Tiene su sede en Cali Colombia. Email:rapalmira@telesat.com.co

compañía; esta compañía es la propietaria de la tecnología "terminator", la cual puede aplicarse en soya.

2. En el mediano y largo plazo, la dependencia y alta posibilidad en la pérdida de competitividad de un sector de los productores, quienes para reducir crean dependencia de los diversos elementos del "paquete".
3. Las múltiples dudas existentes sobre los impactos que en la salud de los consumidores tienen los OGM, reforzados con los indicios obtenidos en animales por la aparición de alergias a los componentes de los alimentos o a antibióticos y respuestas hormonales anormales.
4. Los peligros potenciales al ambiente, debido al desconocimiento y a la inseguridad sobre los resultados del mejoramiento al usarse en plantas para el consumo humano. Se reporta que las propiedades tóxicas de las plantas Bt pueden subir en la cadena trófica, afectando a otros insectos y aves.
5. La afectación del componente del maíz Bt, el *Bacillus thuringiensis* Bt, sobre la fauna asociada a los cultivos y a la biodiversidad como es la muerte de cerca del 20% de la mariposa monarca, que es espolvoreada con polen de ese maíz.

En el caso de la producción agropecuaria, se presentan varios elementos que debemos contemplar:

- **Afectación por reducción de la biodiversidad.** (Componente fundamental de la agricultura sostenible), en razón de que las especies transgénicas tendrían más ventajas competitivas: mayor resistencia a herbicidas, mayor resistencia a insectos y enfermedades, mayor adaptación a las condiciones ambientales y por lo tanto mayores posibilidades de volverse dominantes e invadir comunidades naturales de plantas y animales, reduciendo la biodiversidad natural.
- **Afectación de los ciclos químicos naturales y por ende las funciones de ecosistemas naturales.** (Base indispensable de la agricultura sostenible) Los nuevos rasgos conferidos a los organismos transgénicos, podrían ser incorporados a los organismos silvestres, pudiendo alterar su biología, incluidas funciones en las cuales los microorganismos o plantas son necesarios en los ciclos naturales.
- Otro riesgo potencial de la aplicación de organismos transgénicos en la agricultura, incluye la posibilidad de que algunos organismos transgénicos podrían volverse plantas competidoras nocivas y otros podrían volverse un conducto a lo largo del cual nuevos genes podrían incorporarse a plantas silvestres, las cuales a su vez podrían volverse malezas. Las nuevas malezas podrían modificar adversamente los cultivos locales, los ecosistemas silvestres y los modificados.
- Otro peligro de la liberación de plantas transgénicas es que las modificaciones que se han introducido pueden ser adquiridas por las malezas parientes del cultivo transgénico.
- Un riesgo más de la ingeniería genética sobre la agricultura tiene que ver con el hecho de que los cultivos transgénicos pueden volverse una amenaza para plantas silvestres y variedades de cultivos tradicionales, que son los mayores recursos de la diversidad fitogenética y base primigenia de la agricultura sostenible. Esta amenaza podría resultar de la competencia de los cultivos transgénicos con plantas silvestres y variedades de cultivos tradicionales y de la transferencia de los nuevos genes de los cultivos transgénicos a las variedades tradicionales o silvestres, vía transferencia de polen.



- Otro riesgo es que los compuestos introducidos en los cultivos transgénicos para resistir hongos o insecticidas y para inhibir plagas pueden, no intencionalmente, producir también la muerte de hongos e insectos benéficos. Igualmente los cultivos transgénicos usados para la manufactura de drogas o aceites industriales y químicos podrían potencialmente causar daños a animales, insectos y microorganismos del suelo (Tirad World Network, 1.995)
- La posible contaminación química de aguas superficiales y subterráneas (recursos fundamentales de la agricultura sostenible) por microorganismos o plantas con procesos inusuales o acelerados.
- Algo muy grave es que algunos rasgos de los organismos transgénicos pueden tomar décadas o muy largos tiempos para manifestarse. Un organismo declarado "seguro" puede tornarse en corto tiempo peligroso, sin que se detecte su nuevo comportamiento por largo tiempo.
- En general las plantas transgénicas contienen partes de virus, en estado de volverse un virus-resistente. Algunos científicos afirman que existe la posibilidad en general, sobre el uso de plantas resistentes a virus, en la agricultura pueda conducir a nuevos filtros de virus o incrementar los riesgos de nuevas enfermedades virales, con efectos adversos sobre los cultivos.

El problema que se plantea es el de la relación Agricultura sostenible-Biotecnología. Para abordarlo se requiere dilucidar la naturaleza de cada uno de los componentes de la relación, y confrontar los dos componentes desde su naturaleza, fines y proyecciones.

Sintetizando sobre los impactos específicos que podrían derivarse de la relación biotecnología-Agricultura sostenible, encontramos que los impactos negativos más prominentes se derivan de la ingeniería genética (uso y liberación de organismos transgénicos) En este caso la relación se vuelve más específica: Ingeniería genética-Agricultura sostenible, siendo más evidentes los impactos antes señalados.

## ¿QUÉ HACER?

La complejidad de la situación nos plantea la necesidad de diferentes estrategias de intervención, así como de diferentes niveles de intervención:

- **Estrategia de intervención a nivel local, nacional y regional**
- **Estrategia nacional en Biotecnología**
- **Estrategia normativa** en los niveles internacional y nacional
- **Estrategia de precaución** que debería considerar una **Moratoria** sobre la liberación de organismos transgénicos, hasta tanto se tengan las legislaciones respectivas.

"Una política racional de biotecnología debe ir dirigida a satisfacer las necesidades reales de la mayoría de la población mundial y la creación de sociedades más equitativas y auto sostenidas trabajando en armonía con el medio ambiente" (Declaración de Bogeve)

- El Area de Libre Comercio de las Américas subordina entre otros, los derechos fundamentales, la sustentabilidad, los derechos colectivos de los pueblos tradicionales y de los estados nacionales, a los intereses de las corporaciones e inversionistas transnacionales.
- El taller de agricultura realizado en Buenos Aires durante la cita de ministros vinculados a las

negociaciones del Area de Libre Comercio de las Américas, propuso que los organismos transgénicos sean comercializados libremente en 34 países del continente cuando entre en vigencia el Acuerdo en el 2005, o en el 2003.

- Esta propuesta debe ser aprobada en la III Cumbre de las Américas que se celebrará entre el 20 y el 22 de abril próximo en Quebec, Canadá.
- Esta propuesta viola el Protocolo de Bioseguridad, - un acuerdo internacional legalmente vinculante, creado dentro del marco del Convenio de Diversidad Biológica- que reconoce el derecho de los Estados de decidir si aceptan o no la importación de un organismo transgénico, utilizando el Principio de Precaución como un elemento para la toma de decisiones.
- La tecnología de la Ingeniería Genética es en sí misma peligrosa y dado que puede ocasionar impactos negativos en la salud humana, el medio ambiente y en el ámbito socioeconómico han sido rechazados en algunos lugares del Mundo.
- América Latina es la zona de mayor biodiversidad agrícola del planeta, y nos negamos a que se convierta en el basurero que recoge los productos de la industria biotecnológica estadounidense, que ya han sido rechazados en Japón y la Unión Europea.
- La introducción de organismos transgénicos en América Latina y El Caribe afecta a nuestros sistemas domésticos de producción y por ende a la soberanía alimentaria de nuestros pueblos; y que existen varios países y Estados dentro de los países, que se han declarado como zonas libres de organismos transgénicos.

Por lo tanto:

- Rechazamos los acuerdos del ALCA y su intencionalidad hegemónica, de dependencia subordinada y los mecanismos antidemocráticos de su discusión.
- Exigimos que se respete el derecho que tienen tanto los Estados como la sociedad civil de decidir sobre la introducción, uso y comercialización de los organismos transgénicos.
- Demandamos que el instrumento que regule el movimiento transfronterizo, uso, comercialización y manipulación de los organismos genéticamente modificados sea el Protocolo de Bioseguridad.
- Exigimos que se respete el derecho de los Estados a utilizar el Principio de Precaución como instrumento rector en la toma de decisiones relativas a los organismos transgénicos y el derecho a la autodeterminación de los países y estados que se han declarado libres de organismos transgénicos.



# **LAS POSIBILIDADES DE LA CAFICULTURA ORGÁNICA EN COLOMBIA**

**Fernando Farfán Valencia, Ing. Agr.**  
**Cenicafé, Asistente de Investigación, Chinchiná, Caldas, e-mail:**  
**fernando.farfan@cafedecolombia.com**

La industria de cafés especiales, entre los que se encuentran los cafés de altura, los cultivados bajo sombra, los cafés sociales, los saborizados y los orgánicos, comenzó en el mercado de los Estados Unidos hace más de 30 años por iniciativa de grupos de personas dedicadas a vender "Cafés de Especialidad". El término "Café de Especialidad" se deriva del concepto de encontrar cafés que demostraban cualidades únicas en taza y debido a su cultivo en lugares especiales (altitudes y condiciones climáticas específicas).

En Colombia, las regiones cafeteras se extienden a lo largo del relieve andino, en una franja que va desde los 1.000 hasta los 2.000 m. de altitud, donde se encuentran las condiciones climáticas y de suelo aptos para el cultivo (FNC, 1969). En este cinturón se encuentran cultivadas 869.158 ha de café (FNC, 1997), de las cuales el 66,6% (578.926 ha) son cafetales a la sombra. Estos cafetales se caracterizan por el uso de variedades como Típica y Borbón, Caturra y Variedad Colombia, bajo diferentes especies de sombrío. En sistemas de cultivo de café tradicional, caracterizados por la siembra de la variedad Típica, se encuentran cultivadas 260.009 ha con una densidad de siembra entre 750 y 3250 plantas /ha. En estos sistemas tradicionales de explotación de café no se utilizan abonos químicos o se aplican en dosis muy bajas; las prácticas culturales se limitan, principalmente, a las desyerbas y a las podas (Junguito y Pizano, 1991).

El hecho de que en los países de Europa y Estados Unidos, los consumidores estén cada vez más dispuestos a pagar un mayor precio por los productos agrícolas producidos en condiciones totalmente naturales y con menos deterioro del medio ambiente, hace pensar que para aprovechar en un futuro próximo estos nichos de mercado de cafés especiales, podrían tomarse los cultivos tradicionales como base de explotación y cultivarlos técnicamente, sin que pierdan su connotación de café de especialidad, orgánico o ecológico.

## **¿QUÉ ES EL CAFÉ ORGÁNICO?**

Es el café producido y procesado en un sistema sostenible (ambiental, técnico, socio – económicamente viable) y sin utilizar químicos de síntesis, de acuerdo con estándares de calidad nacional<sup>1</sup>.

## **OBJETIVOS DE LA CAFICULTURA ORGÁNICA**

- a. Ofrecer una caficultura económicamente viable, socialmente justa y ambientalmente responsable, que reconozca y respete la integridad cultural de los caficultores.
- b. Propiciar un efecto multiplicador sobre el desarrollo local, regional y nacional.
- c. Conservar y mantener la mayor diversidad biológica dentro de los ecosistemas cafeteros.

---

<sup>1</sup> Grupo de trabajo reunido en Santafé de Bogotá abril 27 de 1998 y en Cenicafé junio 3 y 4 de 1998. Discusión y elaboración de las "Normas para la producción de café orgánico en Colombia"

- d. Fomentar los ciclos biológicos dentro de los sistemas cafeteros, mantener y aumentar la fertilidad de los suelos mediante prácticas adecuadas de conservación.
- e. Aprovechar racionalmente los recursos renovables de la finca y evitar todas las formas de contaminación ambiental, producto de las prácticas de cultivo y beneficio del café.
- f. Producir café de excelente calidad y en cantidad tal que satisfaga los mercados externos e internos.

## **CONVERSIÓN Y CERTIFICACIÓN**

**Organismo certificador:** Es el organismo encargado de verificar que los productos certificados como orgánicos, se hayan producido cumpliendo las normas para la producción ecológica.

**Período de conversión o transición.** Es el tiempo durante el cual el agricultor suspende el uso de insumos de síntesis o químicos e inicia la aplicación de prácticas orgánicas. El inicio de este período debe ser registrado ante el organismo certificador con su respectivo plan de producción. El período de conversión es de 3 años. El café proveniente de la caficultura convencional sólo podrá comercializarse como en conversión, después de un año de iniciado el programa de certificación.

El organismo certificador manejará a criterio propio el período de conversión para casos especiales. En las fincas cafeteras con más de cinco hectáreas se pueden tener lotes con cultivos de café convencionales, durante la duración del período de conversión, si estos lotes están debidamente identificados y separados.

**Certificación.** Toda finca cafetera que desee comercializar su café bajo la denominación de ORGÁNICO deberá someterse a un proceso de certificación por un organismo certificador. Las fincas deberán poseer una ficha histórica, un plan de producción y un mapa. Para la certificación de una finca cafetera como orgánica es necesario tener registros de las compras de insumos (empaques, abonos), mano de obra, volumen de café pergamino seco producido, facturas de venta del café y haber cumplido con el período de conversión.

## **RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DEL CAFÉ ORGÁNICO EN COLOMBIA**

Cenicafé ha generado tecnologías de producción y beneficio de café perfectamente aplicables en las condiciones de Colombia y en los términos normativos que exigen los organismos de certificación del cultivo de café orgánico. A continuación se hace una descripción de prácticas, según las distintas etapas del cultivo y del proceso de obtención de café pergamino seco.

### **GERMINADORES Y ALMÁCIGOS**

Para la construcción del germinador y el almácigo, se debe tener en cuenta las recomendaciones generadas por Cenicafe en el Boletín de Extensión No 65 de 1989 (Cenicafé, 1989). Se excluyen las referentes a la desinfección de germinadores, control fitosanitario químico y fertilización de plantas en el almácigo; ya que estas prácticas no son permitidas en un programa de producción orgánica.

#### **Germinadores**

**Semillas.** Para el establecimiento de nuevas siembras de café, es aconsejable el empleo de semilla variedad Colombia, la cual es producida por el Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafe y distribuida por los Comités Departamentales de Cafeteros.

**Construcción.** El germinador se debe construir en guadua o en madera, elevado sobre el suelo para



evitar el salpique de aguas lluvias y/o la contaminación con aguas de escorrentía o provenientes de desagües.

El cajón debe tener de 20 a 25 cm de profundidad, el fondo se debe construir con latas de guadua o esterilla reforzada para que no se desfonde. También se puede utilizar otro material que permita buen drenaje (Cenicafé, 1989).

**Sustrato.** El sustrato empleado para el germinador debe ser la arena de río fina y lavada, con esta se pretende disminuir la posibilidad del ataque de enfermedades, evitar encharcamientos, propiciar un buen desarrollo de raíces de las chapolas y facilitar su trasplante al almácigo (Cenicafé, 1989).

**Transplante de plántulas.** Las plántulas deben transplantarse al almácigo cuando abran las hojas cotiledonares (chapolas). Se deben trasplantar solo chapolas con hojas completamente abiertas, bien formadas y que tengan un sistema radical fuerte y vigoroso.

## **Almácigos**

**Localización.** El almácigo se debe establecer en un sitio plano, de fácil acceso para facilitar las labores del cultivo. Debe disponerse de agua para el riego y debe estar protegido de animales, agentes contaminantes y otros que puedan causar algún daño.

**Tamaño de la bolsa.** La bolsa que se utilice deberá ser de una capacidad de 2 kg de suelo y dimensiones de 17 x 23 cm; con esto se logra que las plantas tengan mayor altura, mayor peso seco, tallos erectos y raíces bien formadas (Salazar, 1991).

**Pulpa y preparación del sustrato.** En la preparación de la mezcla de suelo con materia orgánica (pulpa descompuesta, lombricompuesto, gallinaza, etc.), para el llenado de las bolsas, se debe hacer esta mezcla de suelo y pulpa descompuesta, en la proporción 2:1. Es necesario hacer esta mezcla, al menos 8 días antes del llenado de las bolsas.

**Agrupamiento de bolsas.** Las bolsas en el almácigo se deben organizar en bloques de 10 hileras y una longitud según las necesidades, dejando entre bloques una calle de 50 cm de ancho para realizar las labores del cultivo.

**Control de enfermedades.** Los principales problemas sanitarios pueden ser manejados de la siguiente manera:

La mancha de hierro, en la etapa de almácigo, con el uso de materia orgánica como pulpa de café descompuesta (Cadena, 1983), lombricompuesto, gallinaza, etc., en la mezcla con la tierra para el llenado de las bolsas.

Los nematodos deben controlarse mediante la solarización del suelo, antes de mezclarla con la pulpa descompuesta para el llenado de las bolsas. El tratamiento consiste en exponer al sol, por una semana y con volteos frecuentes (2 en el día), el suelo que se va a emplear como sustrato; en las noches se recoge y se protege con plástico. La práctica se complementa con aplicaciones de micorrizas, una vez se haga la mezcla de suelo con la pulpa descompuesta.

**Transplante.** Al sembrar la chapola en la bolsa, las raíces deben quedar en buen contacto con el suelo. El hoyo hecho en la bolsa debe ser de una profundidad superior a la longitud de la raíz de la chapola de modo que se entierra el cuello; la raíz no debe quedar doblada para evitar las deformaciones llamadas "cola de marrano".

**Manejo de arvenses.** En el almácigo se realiza el control manual de arvenses.

**Resiembras.** En el almácigo se deben reemplazar todas aquellas chapolas que se marchiten, que presenten secamiento del tallo, las que resulten atacadas por insectos o que presenten cualquier anomalía.

**Trasplante al campo.** Las plantas (colinos) están aptas para el trasplante cinco meses después de establecidas en el almácigo. Solo se deben llevar al campo plantas que tengan follaje verde y completo, vigorosas, sin secamiento o malformaciones del tallo, sin síntomas de mancha de hierro o de enanismo y en las que no se observen deficiencias nutritivas.

## ¿CULTIVO AL SOL O BAJO SOMBRA?

Es recomendable el establecimiento del café bajo sombrío transitorio o permanente y con coberturas vegetales. Es posible establecer café a libre exposición si las condiciones de nubosidad, radiación solar, luminosidad, entre otras, así lo ameritan.

## FASES VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA

**Abonamiento.** Para planificar el suministro de nutrimentos es necesario tomar muestras y realizar análisis de suelos, para racionalizar las dosis de abono orgánico.

Al momento de trasplantar el café al campo definitivo no se debe aplicar materia orgánica (pulpa descompuesta) en cada hoyo. La primera aplicación de materia orgánica, (3,0 kg de pulpa de café descompuesta por árbol), se debe hacer superficialmente y a los dos meses después del trasplante.

Posteriormente, e independiente de la edad del cultivo, se deben hacer aplicaciones superficiales en el plato del árbol cada seis meses, de 3,0 kg de pulpa de café descompuesta. El suministro de nutrimentos puede hacerse con: pulpa de café descompuesta, lombricomposto, residuos vegetales, estiércoles de equinos, bovinos o porcinos, gallinaza, etc. También se puede recurrir a los fertilizantes minerales naturales permitidos.

Se debe tener especial cuidado con el empaque empleado para el transporte de la materia orgánica. Es importante que no hayan sido utilizados como empaques de fertilizantes químicos.

## MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES

El manejo integrado de arvenses es la combinación de diferentes métodos que permiten seleccionar coberturas nobles y que protejan el suelo de la erosión, sin competencia para el cultivo, y sin permitir su crecimiento en la zona de raíces del café. Este control se debe realizar en forma selectiva, con la suficiente frecuencia para mantener la plantación libre de la competencia de las arvenses más agresivas. Teniendo presente realizar estas desyerbas a machete, a mano o mecánico y seleccionando las arvenses nobles.

## CONSERVACIÓN DE SUELOS

Se deben establecer todas las prácticas de conservación de suelos necesarias, antes del establecimiento del cultivo. Son prácticas importantes una buena preparación del suelo, siembras en contorno, cultivos en fajas, barreras vivas, coberturas vegetales (vivas o muertas), abonos verdes, utilización de sombríos, barreras rompevientos, etc.

## SOMBRÍO

Los árboles de sombrío son necesarios para la conservación de los suelos, aporte de materia



orgánica y abono verde (hojas y ramas producto de las podas).

Las condiciones que debe reunir el sombrío permanente es que sea mixto (diferentes clases de árboles), que esté conformado por árboles de la familia de las leguminosas y las especies de sombrío establecidas deben dejar pasar buena cantidad de luz (FNC, 1969). Se pueden emplear como sombríos: chachafruto, cámbulo, guamo y leucaena, entre otras.

Las especies de sombrío se propagan por semillas; estas semillas se pueden sembrar directamente en bolsas plásticas de 20 x 30 cm y se deben llevar al campo a los 4 ó 5 meses de permanencia en el almácigo. A las plantas de sombrío se les debe hacer un manejo que consiste en unas podas de formación; los residuos vegetales resultantes de esta práctica servirán como aportes de materia orgánica.

Si es necesaria la siembra de sombrío transitorio, este puede hacerse con plátano, banano, ó higuera entre otros.

### **PLAN DE RENOVACIÓN**

Una vez que el café ha alcanzado su pleno desarrollo, requiere de renovaciones periódicas si se quiere mantener la producción, por unidad de superficie, alta y rentable. Entre los sistemas de renovación, el zoqueo es la técnica más sencilla y económica; consiste en cortar el árbol a 30 cm del suelo y seleccionar brotes o chupones a partir de los cuales se obtiene una planta nueva.

### **MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)**

El programa del MIP debe buscar el restablecimiento del equilibrio natural, basando sus acciones principalmente en prácticas de control biológico y cultural. Las principales plagas que afectan la caficultura y su modo de control dentro del esquema de producción de café orgánico son las siguientes:

**El minador de las hojas del cafeto (MHC), *Leucoptera coffeella*.** Para su manejo se recomiendan las siguientes acciones:

Llevar al campo colinos de café libres de la plaga.

Utilizar altas densidades de población de cafetos.

Manejar racionalmente las arvenses, permitiendo el establecimiento de coberturas nobles.

Hacer el registro permanente de poblaciones de la plaga.

Fomentar el establecimiento de controladores naturales.

**La broca del café.** Para el manejo integrado de la broca se sugieren las siguientes recomendaciones (Benavides, *et al.*, 1990, FNC, 1992).

Mantener cafetales jóvenes y productivos.

Dividir la finca en lotes que tengan condiciones similares.

Tener personal capacitado para realizar las labores de control.

Realizar el registro de las floraciones

El manejo de la broca debe realizarse durante todo el año, mediante dos prácticas permanentes como el Re-Re y el manejo del café cosechado.

Re-Re. Es el mantenimiento de los cafetos sin que se observen frutos maduros, sobremaduros y secos, lo cual se logra mediante recolecciones oportunas y repases al final de la cosecha.

Es importante hacer un buen manejo del café cosechado para ello se recomienda:

- Fomentar la fauna benéfica haciendo un buen uso del control selectivo de malezas.
- Desocupar rápidamente los tarros de recolección en los costales y mantener estos cerrados.
- Emplear costales de fibra sintética, teniendo en cuenta que estos no sean de fertilizantes químicos.
- Despulpas el café lo más pronto posible.
- Cubrir la tolva con un plástico impregnado de un pegante para evitar el escape de la broca.
- Cubrir los desagües con una malla fina para filtrar las aguas procedentes del despulpado y el lavado del café y así capturar las brocas que se escapan.
- Cubrir la pulpa en las fosas con plástico.
- Si se posee un silo de secado al calor se debe secar rápidamente el café proveniente de lotes con altas infestaciones.

Es necesario evaluar mensualmente los niveles de infestación de broca en cada lote de la finca para tomar decisiones acertadas de control.

- Hacer aplicaciones de *Beauveria bassiana* en las fosas. Asperjar en los cafetales y al plato de los árboles cuando los niveles de infestación, posición de la broca y población de frutos infestados en el suelo que aseguren su eficacia.

## **BENEFICIO ECOLOGICO DEL CAFE**

El beneficio del café comprende cuatro operaciones básicas que, si se realizan correctamente, aseguran una buena calidad del producto. Éstas son (FNC, 1958):

### **Recolección**

De la buena recolección depende la calidad del grano y de las cosechas futuras. En la recolección debe tenerse cuidado de coger fruto por fruto cuando esté maduro. No debe permitirse la recolección de frutos verdes, porque generan casi totalmente los frutos denominados "guayaba", y en la clasificación final conforman casi en su totalidad la pasilla. Estos frutos muy difícilmente se secan, debido a la humedad que conservan, causando enmohecimiento en los depósitos y son los principales causantes del mal sabor de la bebida.

No se debe dejar ningún fruto seco en el cafeto, pues estos influyen negativamente en las cosechas siguientes (4). Además, estos frutos son el hábitat preferido de la broca del café (FNC, 1992).

En la recolección no debe hacerse daño al árbol. Debe recibirse en el beneficiadero el fruto en cereza que se recolecte en el día, en las horas de la tarde y durante la cosecha no debe permanecer en



costales, vasijas o montones, por más de tres horas, ya que se merma considerablemente el peso y se desmejora la buena apariencia del producto.

### **Beneficio**

Se recomienda beneficiar el café teniendo en cuenta la tecnología BECOLSUB (Beneficio Ecológico del Café y de los Subproductos), desarrollada por Cenicafé (Roa *et al.*, 1997), ya que con ésta se obtienen las siguientes ventajas.

- Reducción de más del 90% de la contaminación generada en el proceso de beneficio.
- Disminución en el consumo de agua a menos de 1,0 L/kg de café pergamino seco.
- Control en el beneficio al evitar daños de la calidad en la taza del café por excesiva fermentación.
- Mejor utilización de los secadores, al poder iniciar el beneficio el mismo día de la recolección.
- Menor daño del grano causado por las despulpadoras.
- Ingresos adicionales por el mejoramiento de la conversión de café cereza a café pergamino seco y por el aprovechamiento del mucílago y la pulpa en la producción de proteína y abono orgánico.
- Reducción del tamaño de los beneficiaderos.
- Disminución de la mano de obra requerida para el beneficio.
- Reducción en los granos infestados por la broca.

### **Secado**

Un buen secado determina la buena calidad del café suave. No debe dejarse el café húmedo apilonado, ni sobre suelos no pavimentados o sucios. Cuando el grano está seco de agua se traslada a los secadores abiertos hasta completar el secado; el secado natural es el sistema más conveniente. Al depositar el grano en los secadores, éstos deben asearse convenientemente. Debe evitarse el tránsito de personas y animales sobre el café y mantenerlo completamente limpio.

Puede secarse el café bajo marquesina plástica, al sol en patios de cemento o en silos. Cuando se empaca café húmedo se expone a sobrefermentación, deteriorándose la calidad.

Si se mezclan lotes que no estén completamente secos, ni su humedad es uniforme, con los que si lo están, los granos a medio secar así como los beneficiados verdes, toman mal color y esto desmerece la calidad. El café almacenado húmedo adquiere mal olor, es de calidad inferior, de mal sabor en taza y tiene menor precio.

En el café que se vende húmedo surgen los perjuicios enumerados anteriormente y el agricultor contribuye al descrédito del grano en la región.

### **Empaque y almacenamiento**

Una vez que el café ha recibido la adecuada preparación y esta listo para ser movilizado (en pergamino o en almendra), se procede al empaque, que suele hacerse en sacos con pesos ya adoptados.

El empaque empleado debe ser de fique, de tejido compacto, fibra bien hilada y sacos muy bien cosidos. El café debe ser convenientemente almacenado, preservado de la humedad y con una adecuada ventilación.

## **ALGUNOS PRODUCTOS PERMITIDOS EN CAFICULTURA ORGANICA**

Algunos de los materiales que pueden ser utilizados y que son permitidos, en un programa de caficultura orgánica, según el IFOAM (1990) y el OCIA (1993).

### **FERTILIZANTES Y ENMIENDAS**

- \* Harina de huesos y pescado
- \* Harina de soya
- \* Residuos de gusanos (gusanasa)
- \* Organismos benéficos
- \* Productos a partir de boro
- \* Carbonatos
- \* Cal dolomítica
- \* Preparados herbales
- \* Piedras: Dolomita, Carbonato de Calcio
- \* Estiércoles de animales
- \* Minerales de minas
- \* Coberturas de materiales orgánicos
- \* Abonos verdes
- \* Sulfato de potasio natural
- \* Fosfatos
- \* Hidróxido de potasio (KOH)
- \* Composte de hongos
- \* Harina de pezuñas y cachos
- \* Orina animal
- \* Cenizas de madera
- \* Preparaciones biodinámicas
- \* Fósforo coloidal
- \* Composte
- \* Yeso. Proveniente de minas
- \* Derivados de ácido húmico
- \* Desechos de animales
- \* Inoculantes microbiales
- \* Sulfatos de zinc y de hierro
- \* Residuos de cosechas
- \* Roca fosfórica y cal
- \* Sulfato de magnesio
- \* Polvos de hornos
- \* Permanganato de potasio (KMnO<sub>4</sub>)

### **CONTROL DE PLAGAS**

- \* *Bacillus thuringiensis*
- \* Organismos benéficos
- \* Ajo y ají
- \* Extractos de insectos
- \* Jabones
- \* Repelentes a partir de plantas
- \* *Beauveria bassiana*
- \* Controles biológicos
- \* Preparaciones herbales
- \* Feromonas
- \* Trampas aditivas y cromáticas
- \* Pulverizados de virus

### **CONTROL DE NEMATODOS**

- \* Organismos benéficos
- \* Preparaciones herbales

### **CONTROL DE ENFERMEDADES**

- \* Organismos benéficos
- \* Caldo bordeles
- \* Jabones
- \* Azufre elemental
- \* Hidróxido de cobre
- \* Preparaciones biodinámicas
- \* Productos a base de cobre
- \* Bicarbonato de sodio
- \* Vinagre
- \* Cal hidratada



## LITERATURA CITADA

- BENAVIDES G., M.; CARDENAS M. R; OROZCO H., J. Plagas del cafeto. *In*: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ, Cenicafé. Conferencias conmemorativas 50 años, 1990. 120 - 123p.
- CADENA G., G. Uso de la pulpa de café para el control de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) Brek y Cooke, en almácigos. Cenicafé 33 (3): 76-90. 1982 (también en: Avances Técnicos Cenicafé No 109:1-4. 1983.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ, CENICAFÉ. Chinchiná, Germinadores y almácigos de café. Chinchiná, Cenicafé. 1989. 24p. (Boletín de Extensión No 65).
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Manual del cafetero colombiano. 1958. 571p.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Manual del Cafetero Colombiano. 1969. 370p.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Gerencia Técnica, Oficina de Estudios y Proyectos Básicos Cafeteros. Sistema de Información Cafetera, Encuesta Nacional Cafetera. SICA. Estadísticas cafeteras, Informe Final. Santa Fe de Bogotá, Diciembre de 1997
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Manejo integrado de la Broca. FEDERACAFE - Gerencia Técnica - Gerencia de Producción y Desarrollo. Boletín de Extensión Nos 74 y 76. 1992. 21p.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS IFOAM. Normas básicas para la agricultura ecológica. Asamblea general de IFOAM. Ouagadoougou/Berkina Fasa. 6 de enero de 1989. Revisado y complementado por la asamblea general de IFOAM. Budapest - Hungría agosto de 1990.
- JUNGUITO B., R.; PIZANO S., D. Producción de café en Colombia. FEDESARROLLO. FONDO CULTURAL CAFETERO. Bogotá, Colombia. 1991. 92 - 104p.
- ORGANIC CROP IMPROVEMENT ASSOCIATION INTERNATIONAL - OCIA. Estándares de certificación, Bellefontaine, Ohio. 1993 (Certificado orgánico OCIA).
- ROA M., G.; OLIVEROS T., C. E.; SANZ U., J. R.; ALVAREZ G.; RAMIREZ G., C. A.; ALVAREZ H., J. R. Desarrollo de la tecnología Becolsub para el beneficio ecológico del café. Avances técnicos Cenicafé, Colombia. No 238. 1997.
- SALAZAR A., J.N. Efecto del tamaño de la bolsa sobre el desarrollo de colinos de café. Avances Técnicos Cenicafé No 170:1-4. 1991.

# LA LEISHMANIOSIS EN COLOMBIA: DE LA SELVA A LA CIUDAD

Iván Darío Vélez B., Md., Ph. D.

Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales – Pecet, Universidad de Antioquia, A. A. 1226, Medellín, Colombia.

La leishmaniosis es una enfermedad antroponozoonótica que se encuentra en la naturaleza en focos de infección, que son aquellos lugares donde están presentes los elementos de la transmisión: vectores y reservorios infectados. En la mayoría de los focos la distribución geográfica y densidad relativa de los vectores (*Lutzomyia spp.* en América y *Phlebotomus spp.* en el resto del mundo) marca los límites de los focos naturales de infección. A su vez factores ecológicos, entre los cuales el clima parece jugar un papel mayor, condicionan la presencia de los vectores.

La distribución espacial de los vectores y por ende de los focos de transmisión, va cambiando en el tiempo. Es el caso de la Leishmaniosis Cutánea Americana (LCA) que clásicamente ha sido considerada como una enfermedad selvática, en los últimos 20 años ha sufrido en Colombia un proceso de domiciliación, al ingresar los vectores al interior de los domicilios rurales, y más recientemente un proceso de urbanización, con la aparición de vectores y de casos autóctonos en centros urbanos.

La transmisión de la LCA fue primariamente selvática, como lo señalaron los trabajos pioneros realizados en varios países latinoamericanos en los cuales se demostraron los ciclos enzoóticos para todas las especies, con excepción de *L. peruviana*. Así por ejemplo, en Brasil se estableció que los focos de *Leishmania amazonensis* se encontraban al interior de la selva amazónica, con *Lu. flaviscutellata* como vector y como reservorios los roedores terrestres *Proechimys* y *Oryzomys*. Al ser *Lu. flaviscutellata* poco antropofílica los casos humanos son relativamente infrecuentes (Lainson y Shaw, 1987).

En el norte de Brasil y Guyanas *Lu. umbrátilis*, vector de *L. guyanensis*, permanece durante el día en los troncos de los árboles y en horas de la noche se eleva al dosel en busca de los reservorios que son los osos perezosos y micos. Cuando el hombre ingresa al bosque lo ataca en gran número al igual que al oso hormiguero, otro reservorio de esta especie (WHO, 1984).

En México y Guatemala *Lu mexicana* agente etiológico de la llamada úlcera de los chicleros se asocia a los bosques húmedos tropicales de la península de Yucatán donde el vector *Lu. olmeca* pica a los recolectores del látex del chicle (*Manilkara achras*) (Molyneaux y Ashford, 1983).

En Perú la distribución de *L. braziliensis* se asocia con zonas selváticas. Una excepción es la "uta", nombre con que se conoce la Leishmaniosis cutánea producida por *L. peruviana* la cual se encuentra en zonas de poca vegetación localizadas entre 600 y 3.000 m en la región occidental de la cordillera de los Andes y en los valles interandinos (WHO, 1990).

En Panamá y Colombia *L. panamensis* se asocia con regiones de bosque húmedo tropical y la aparición de brotes epidémicos con el ingreso de las personas al bosque (Corredor *et al.*, 1990). De igual manera, en Brasil brotes epidémicos de LC se presentaron durante la construcción de carrileras y de la carretera trans-amazónica.

Los estudios de foco de leishmaniosis en América y la confirmación de la transmisión en zonas selváticas se continuaron durante los años en que se desarrolló el Programa de Erradicación de la Malaria, en el cual se hizo, en zonas maláricas que coinciden muchas de ellas con focos de Leishmaniosis y una fuerte aspersion intradomiciliaria de DDT (Nadim y Amini, 1970). Antes del



Programa de Erradicación de la Malaria fueron pocos los estudios que se llevaron a cabo con capturas intradomiciliarias de vectores, sin embargo sí existen estudios y aun experiencias exitosas de control de vectores con aplicación en intra y peridomicilio de DDT, como las de Hertig & Fairchild en 1948 cuando controlaron exitosamente las poblaciones de *Lu verrucarum* y *Lu peruensis* (Hertig, 1948).

Por ello, en el balance final, se podría considerar un punto a favor del Programa de Erradicación de la Malaria, tanto en América Latina como en el viejo mundo, el control de las poblaciones endofílicas de flebotomíneos. Pero esta situación cambió en la década de los 70 cuando brotes epidémicos con transmisión intra y peridomiciliar empezaron a registrarse en muchos países del mundo.

### **¿ES LA LEISHMANIOSIS UNA ENFERMEDAD RE-EMERGENTE ?**

Se consideran enfermedades emergentes y re-emergentes a aquellas que tuvieron un incremento notable de su incidencia en el pasado reciente o que amenazan con incrementar en el futuro cercano. En los últimos 25 años ha habido en el mundo un aumento en la incidencia de la leishmaniosis, con aumento en la extensión geográfica y la aparición de nuevas zonas de endemia por lo que ha sido considerada por la OMS como enfermedad re-emergente.

El aumento de la incidencia coincidió con el cese del programa de erradicación de la Malaria, cuando las aspersiones intradomiciliarias de insecticidas desaparecieron o se hicieron muy irregulares (Davies *et al.*, 1994)). Tal fue el caso de la India donde se estima que de 1977 a 1987, solo en el estado de Bihar hubo un millón de casos de Leishmaniosis visceral (LV) (Bora *et al.*, 1994). Otros brotes epidémicos de LV se presentaron en Bengala occidental, Nepal y Sudan (Addy y Nandy, 1992, Devkota 1993, Mercer *et al.*, 1995).

También hubo brotes epidémicos de "Botón de Oriente", leishmaniosis cutánea producida por *L. major* y *L. trópica*, en Marruecos, Irán, Iraq, Siria y Paquistán donde los vectores *P sergenti* y *P. papatasi* transmitieron los parásitos en Oasis y pequeñas ciudades (Rioux *et al.*, 1986, Desjeux 1991).

Pero la aparición de los brotes epidémicos no se puede atribuir solo al fracaso del programa de erradicación de la malaria; en el caso de Marruecos múltiples factores se asociaron a la aparición de brotes por *L. major*. De una parte un proceso de colonización de los oasis del este del país, en la frontera con Argelia, impulsado por el gobierno marroquí ante el conflicto político con el Frente Polisario por la posesión de la tierra del Sahara Español, llevó a tener un gran número de población susceptible, más los factores climáticos por el régimen de lluvias que se presenta cada 4 o 5 años que llevaron a una gran disponibilidad de alimento para los reservorios *Meriones shawii* causando epizootias y luego epidemias (Mercer *et al.*, 1995).

En Francia, España e Italia la leishmaniosis visceral producida por *L. infantum* estaba prácticamente restringida al reservorio canino, el aumento de casos, con características de brote epidémico se asoció a co-infección con VIH y la enfermedad presentó manifestaciones clínicas y epidemiológicas nunca antes vistas, con transmisión interhumana, al compartir agujas y jeringas, en adictos a drogas por vía parenteral (Medrabbio *et al.*, 1992, WHO 2000).

En América Latina se presentaron en la década de los 80 brotes de leishmaniosis en Brasil, Perú, Venezuela y Colombia (Costa *et al.*, 1990)) incluyendo brotes en regiones donde previamente no se había diagnosticado la enfermedad.

En Colombia en 1982 se observó en la región Andina el primer brote epidémico de leishmaniosis cutánea con domiciliación de los vectores, los cuales al ingresar a las viviendas rurales modificaron el lugar y la población de mayor riesgo de infección, al afectar a todo el grupo familiar, sin discriminación



por sexo y con mayor tasa de incidencia en niños (Vélez *et al.*, 1991).

En Montebello (Antioquia) el brote epidémico fue causado por una variante enzimática de *L. braziliensis*, muy emparentada isoenzimáticamente con *L. peruviana*. *Lu. gomezi* fue incriminada como responsable de la transmisión por su comportamiento endofílico y antropofílico, por ser la especie más abundante y coincidir su distribución geográfica con la distribución de los casos. La tasa de incidencia por edad mostró que durante el brote el 50% de los niños menores de 4 años tuvieron la enfermedad (Vélez *et al.*, 1987). En San Roque (Antioquia) el agente causal fue *L. panamensis* y se encontraron al interior de los domicilios *Lu. trapidoi*, *Lu. panamensis* y *Lu. gomezi*. En éste brote también el grupo de edad más afectado fue el de los menores de edad, sin discriminación por sexo.

En múltiples regiones andinas, en valles interandinos y en las costas Caribe y Chocoana, los estudios de foco permitieron constatar el ingreso de los vectores al intra y peridomicilio, un gran número de casos de leishmaniosis y a través de la prueba de Montenegro, que es un Test intradérmico que permite determinar si la persona ha sido picada por el insecto vector e infectado con el parásito aún sin desarrollar la enfermedad, determinar que tanto las mujeres como los niños se están infectando.

La búsqueda activa de casos en los focos de transmisión mostró igualmente una distribución similar por sexo, sin embargo la consulta pasiva tanto a los hospitales locales como a los centros de referencia es mayoritariamente de hombres en edad laboral activa, esto se explica porque en las regiones rurales los hombres y las mujeres tienen papeles bien definidos; las mujeres y los niños permanecen en sus viviendas rurales, en cambio el hombre, que es responsable de las labores agrícolas, se desplaza a la cabecera municipal para la venta de sus productos y la compra del mercado y cuando se siente enfermo aprovecha su desplazamiento para consultar al hospital local. Ante la dificultad económica y el sobrecosto que representa llevar a las mujeres y los niños hasta la cabecera municipal, sumado a la poca credibilidad que en muchas regiones se tiene del Hospital como lugar más idóneo para recibir un diagnóstico y el tratamiento para la leishmaniosis cutánea, las mujeres y los niños reciben más frecuentemente tratamientos de la medicina tradicional, con cáusticos, o con plantas (Vélez *et al.*, 1997).

Lo anterior explica porque en Colombia la consulta pasiva y comprobación parasitológica de la enfermedad en Centros de Salud, Hospitales y Centros de referencia es mayoritariamente de hombres en edad laboral activa. La interpretación de las estadísticas de la consulta pasiva llevó erróneamente al Ministerio Salud a considerar como factores de riesgo para la leishmaniosis cutánea al grupo de edad de 15 a 44 años, sexo masculino y ocupación cazador, minero, colonizador o trabajador del campo (Colombia, 1994).

Aún así el Ministerio de Salud confirma un aumento de la incidencia de leishmaniosis para el país que pasó de 18.3 casos por 100.000 habitantes en 1985 a 60.9 por 100.000 en 1995 (Colombia, 1996).

El avance de la leishmaniosis continúa y en los años 90's se observó el inicio de la urbanización de la LCA en Colombia, con presencia de vectores y casos humanos en ciudades como Bucaramanga, donde de 1993 a 1998 se diagnosticaron, 125 casos de LC y se demostró la presencia de 11 especies de *Lutzomyia* incluyendo especies vectoras como *Lu. ovallesi* y *Lu. gomezi* (Sandoval *et al.*, 1998), también se ha demostrado la urbanización de la leishmaniosis en Villeta, Cundinamarca (Pardo *et al.*, 1996) Durania, Norte de Santander (Ferro y Morales, 1998); Remedios, Antioquia y Sincelejo, Sucre (Bejarano *et al.*, 2001) y la presencia de vectores reconocidos en áreas donde previamente no se había encontrado como es el caso de *Lu. longipalpis*, en Antioquia y Caldas y de *Lu. evansi* en Casanare vectores ambos de LV y desde el año 2.000 la presencia de vectores en el Valle del Aburra, donde se encuentra la ciudad de Medellín (Agudelo *et al.*, 2001).



## ¿CÓMO SE EXPLICA LA COLONIZACIÓN POR LOS VECTORES DE NUEVAS ÁREAS Y LA APARICIÓN DE BROTES EPIDÉMICOS?

En el caso de enfermedades transmitidas por vectores, los cambios climáticos podrían tener efectos en la epidemiología de la enfermedad:

- Cambios en la incidencia de la enfermedad en sitios particulares, por ejemplo en climas más cálidos pueden aumentar la capacidad vectorial al incrementar las tasas de reproducción tanto de vectores como de los patógenos dando como resultado un incremento en la transmisión a los humanos.
- Cambios en la distribución geográfica de la enfermedad, los cambios climáticos pueden volver la transmisión insostenible en áreas previamente endémicas y crear nuevos focos, estos cambios son particularmente importantes porque pueden exponer nuevas poblaciones que no tienen inmunidad adquirida, lo que resulta en enfermedades clínicamente más serias.
- Cambios en la estacionalidad de la transmisión ocurriendo en meses que eran anteriormente demasiado fríos o secos.

Hay evidencias que en los últimos 20 a 30 años ha habido un patrón de calentamiento del planeta, tanto en la tierra como en los océanos, y que los ecosistemas biológicos están respondiendo a estos cambios; como consecuencia del efecto invernadero y la acumulación de CO<sub>2</sub>. Los climatólogos predicen un aumento de la temperatura de la tierra de 2°C para el 2.010 (Gratz, 1999).

Pero hay que ser cuidadosos al señalar la asociación del clima con los brotes epidémicos. Muchos factores con interacciones complejas están frecuentemente involucrados. En Marruecos los brotes epidémicos de "Boton de Oriente" se iniciaron luego que las lluvias permitieron el crecimiento de plantas quenopodiáceas que sirven de alimento al *Meriones shawii* reservorio de *L. major*. La explosión demográfica ocasionada por la abundancia de la comida ocurrió en momentos en que la población de vectores alcanzaba mayores densidades, ocurriendo una epizootia y la abundancia de población susceptible permitió que posteriormente ocurriera la epidemia (Rioux *et al.*, 1986).

En Colombia otros factores inciden en el aumento del número de casos de leishmaniosis como son la guerra que vive el país, la disminución de las fumigaciones intradomiciliarias, el incremento de los cultivos ilícitos y el desplazamiento forzado de cientos de miles de colombianos, sea que lleguen a zonas endémicas o que transporten el parásito a zonas donde los vectores están presentes pero que no hay transmisión, como fue el caso de Montebello, Antioquia, donde al parecer el ingreso de personas con lesiones activas desencadenó el brote epidémico, al actuar los hombres como reservorios del parásito (Vélez *et al.*, 1991).

En la Comunidad indígena Zenú de San Andrés de Sotavento, Córdoba se diagnosticaron en 1987 los primeros casos de LV y luego de realizar un estudio ecoepidemiológico del foco, donde se encontró el segundo vector de *L. infantum* para América Latina, *Lu. evansi* (Travi *et al.*, 1996), se puso en evidencia la alta prevalencia de LV en dicho municipio. Los sistemas médicos en la comunidad Zenú, que consideraban a la LV como una "enfermedad del indio", que debía ser tratada por los médicos indígenas, hacían que los niños enfermos no fueran llevados al Centro de Salud y por ello no se reconocía la región ni el departamento como zona endémica de LV (Vélez *et al.*, 1995). No se trataba entonces de un nuevo "foco" de LV sino de la comprobación de que todavía en Colombia, la distribución de las enfermedades está directamente relacionada con la distribución de los investigadores.

El panorama desalentador de la re-emergencia más el rápido proceso de urbanización de la

leishmaniosis que estamos observando en Colombia, lo podemos ver desde una perspectiva optimista como la oportunidad para los investigadores de poder volver a trabajar en los focos de transmisión, estando en las ciudades, toda vez que ya son muy pocas las regiones rurales donde por el flagelo de la guerra se puedan realizar estudios de campo; también es la oportunidad de mantener la atención por parte de las autoridades de salud sobre éste tema puesto que con la cada vez menor búsqueda activa, menos casos se diagnostican y menos importancia se le da a la enfermedad y finalmente para que por fin el Ministerio de Salud empiece a desarrollar un programa de prevención, pues hasta ahora solo existe un programa de control basado en la compra de antimoniales pentavalentes para el tratamiento de los casos comprobados.

## LITERATURA CITADA

- ADDY M ; NANDY A. 1992. Ten years of Kala-Azar in West Bengal, Part I. Did post-dermal Leishmaniasis initiate the outbreak In 24-Paraganas?. Bull. World Health Org. 70 (3):341-46
- AGUDELO L. A, URIBE J, SIERRA D, RUIZ F, VELEZ I. D. Presencia de vectores de Leishmaniosis en los alrededores De Medellin-Colombia. Submitted, 2001
- BEJARANO E, URIBE S, ROJAS W, VELEZ I. D. 2001. Presence of *Lutzomyia evansi*, a vector of American Visceral Leishmaniasis, in Caribbean Coast. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg. 95: 1-2
- BORA D, SINGH J, BHATTACHARJEE J, KUREEL V. R., SINGH S, SHARMA R. S. 1994. An estimate of Kala Azar in 1991 in district Vaishalii And Bihar. J. Commun. Dis 26(2):120-22
- COLOMBIA: MINISTERIO DE SALUD. 1996. Situación Epidemiológica de la Leishmaniosis en Colombia. Ministerio de Salud. Departamento Administrativo de Campañas Directas.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. 1994. Leishmaniasis: Plan Nacional De Control. Manual de Normas Técnico Administrativas. Ministerio Salud, Santafe De Bogotá, 37-48
- CORREDOR A, KREUTZER R. D., TESH R. B., BOSHELL J, PALAU M. T., CACERES E, DUQUE S, PELAEZ D, RODRIGUEZ G, NICHOLS S. 1990. Distribution and etiology of leishmaniasis in Colombia. Am. J. Trop. Med. Hyg. 34: 440-446.
- COSTA CH, PEREIRA H. F, ARAUJO M. V.1990 Visceral leishmaniasis epidemic in the State of Piaui, Brazil, 1980-1986. Rev Saude Publica. 24:361-372
- DAVIES C.R., LLANOS-CUENTAS A, CANALES J, LEON E, ALVAREZ E, MONGE J, TOLENTINO E, GOMERO Q, PYKES S, DYE C. 1994 The rise and fall of andean cutaneous leishmaniasis: transient impact of DDT, Trans. R. Soc. Trop. Med Hyg. 88:389-93
- DESJEUX P. 1991. Information on the epidemiology and control of the leishmaniosis by country or territory. WHO/Leish/1991;91.30
- DEVKOTA UN. 1993. Descriptive epidemiology of visceral leishmaniasis in Nepal, 1993. J. Nepal Med. Assoc. 31 (108):329-36
- FERRO C, MORALES A. 1998. Flebotomos de Colombia. Estudios realizados en el laboratorio de entomología INS, 1965-1997. En Toro G, Hernandez Ca Raad J. Eds. Instituto Nacional De Salud 1917-1997: Una Historia, Un Compromiso. Santafé De Bogotá: Instituto Nacional De Salud.



- GRATZ N. 1999. Emerging and resurging vector-borne diseases. *Annu. Rev. Entomol.* 44: 51-75.
- HERTIG, 1948. The control of *Phlebotomus* In Peru With Ddt. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 28: 207-230.
- LAINSON R; SHAW J. J 1987. Evolution, Clasification and Geografical Distribution. In: Peters W, Killick-Kendrick R, Eds. *The Leishmaniasis In Biology and Medicine*. London; Academic Press, 1-120.
- MEDRANO F. J, HERNANDEZ-QUERO J, JIMENEZ E, PINEDA J. A, RIVERO A, SANCHEZ-QUIJANO A, VELEZ I. D, VICIANA P, CASTILLO R, REYES M. J. 1992. Visceral Leishmaniasis In HIV infected individuals: a common opportunistic infection in Spain? *Aids* 6 (12):1499-1503
- MERCER A, SEAMAN J, SONDORP E. KALA. Azar in eastern Upper Nile Province, southern Sudan. 1995. *Lancet* 345:187188.
- MOLYNEAUX DH ; ASHFORD R. 1983. *The biology of Trypanosoma and Leishmania, parasites of man and domestic animals*. Taylor and Francis, London 294p.
- NADIM A, AMINI H. 1970. The effect of antimalaria spraying on the transmission of zoonotic cutaneous leishmaniasis. *Trop. Geogr. Med* 22:479-481.
- PARDO R. H, FARIETA S, MUNSTERMANN L, FERRO C. 1996. Estudio preliminar de los flebotomos de Villeta Y Quebradanegra, Cundinamarca: sus Implicaciones en Salud Pública. *Biomédica* 16:293-302
- RIOUX J. A, LANOTTE G, PETER F, DEREURE J, AKALA O, PRATLONG F, VELEZ I. D, FIKRI N. B, MAAZUR R, DENIAL M, JARRY M. D., ZAHAF A, ASHFORD R. W., CADI-SOUSSI C, KILLICK-KENDRICK R, BENMANSOUR N, MORENO G, PERIERES J, GUILVARD E, ZRIBI M, KENNO MF, RISPAIL P, KNEEHTLI R, SERRES E. 1986. Les leishmanioses cutanees du Bassin mediterraneen occidental. De l'identification enzymatique a l'analyse eco-epide4miologique. l'exemple de trois "foyers", tunisien, marocain et francais. En: *Leishmania Taxonomie-Phylogenesis*. Imee Montpellier Francia. 536p
- SANDOVAL C. M, ANGULO V. M, GUTIERREZ R, MUÑOZ G, FERRO C. 1998. Especies De *Lutzomyia* (Diptera:Psychodidae) posibles vectores de leishmaniasis en la ciudad de Bucaramanga Santander Colombia. *Biomédica* 18(2):161-168
- TRAVI B. L, MONTOYA J, GALLEGO J, JARAMILLO C, LLANO R, VELEZ I. D. 1996. Bionomics of *Lutzomyia evansi* (Diptera: Psychodidae) vector of visceral leishmaniasis in Northern Colombia. *J. Med. Entomol.* 33 (3):278-285
- VELEZ I. D, OSPINA S, HENAO G, LEPAPE P, CORREA M, WOLFF M, JARAMILLO L. 1987. Epidemiologia de la Leishmaniosis cutánea en San Roque Antioquia. *Bol Epidemiol Antioquia*, 12(4):354-359
- VELEZ I. D, WOLFF M, VALDERRAMA R, ESCOBAR J. P, OSORIO L. 1991. Community and environmental risk factors associated with cutaneous leishmaniasis in Montebello, Antioquia, Colombia. En *Leishmaniasis control strategies: A critical evaluation of IDRC-Supported Research*.IDRC Publications. 261-274 P.

- VELEZ ID, TRAVI B, GALLEGO J, PALMA G, MONTOYA J, JARAMILLO C, LLANO R. 1995. Evaluación ecoepidemiológica de la leishmaniosis visceral en la comunidad indígena zenú de San Andrés de Sotavento, Córdoba: Primer paso para su control. Rev. Col. Entomol. 21 (3): 111-122.
- VELEZ I. D, HENDRICKX E, ROMAN O, AGUDELO S. 1997 Gender And Leishmaniasis In Colombia: A redefinition of existing concepts? In Gender And Tropical Diseases Resources Series (Tdr/Oms): Who/Tdr/Gtd/Ap/97.1
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1984 The Leishmaniasis. Technical Report Series 701, Geneva
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1990. Control of the Leishmaniasis. Technical Report Series 799, Geneva.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION 2000 LEISHMANIA/HIV CO-INFECTION. South Western Europe 1990-1998. Restrospective analysis of 965 Cases. WHO/Leish/2000.42, Geneva.





**SIMPOSIO I**  
**LA CRÍA DE INSECTOS COMO**  
**UNA INDUSTRIA RENTABLE**





# CRÍA Y EXPORTACIÓN DE MARIPOSAS: UNA PERSPECTIVA ECONÓMICA Y CONSERVACIONISTA

Zulma Nancy Gil Palacio; Francisco Javier Posada Flórez

Ing Agr., Asistente I de Investigación, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, e-mail: [zulma.gil@cafedecolombia.com](mailto:zulma.gil@cafedecolombia.com), e Ing.Agr., Ph. D., Investigador Científico I, Cenicafé, respectivamente.

## INTRODUCCIÓN

Muchos de los trabajos realizados sobre insectos en Colombia, hacen referencia a lo nocivos y destructores que son al hombre directa o indirectamente, pero también existen muchos insectos que son verdaderamente útiles, bien sea porque fabrican un producto de uso directo para el hombre como: la miel, la cera, la seda y otros son controladores biológicos y regulan las poblaciones de los insectos fitófagos.

En Colombia la industria de los insectos es muy reciente, solo se ha desarrollado una parte del potencial económico de estos organismos como: la apicultura la sericultura y el control biológico. Contrario a lo que ocurre en otros países de Norte América, Europa, Asia, Australia, entre otros, donde los insectos tienen un valor agregado a la economía utilizándolos en la alimentación, el ecoturismo y en la medicina. En cuanto al ecoturismo los jardines, granjas o crías de mariposas son una industria bien desarrollada y a la vez un ejemplo del uso sostenible de los recursos naturales sin dañarlos, así mismo representan una alternativa viable para la protección de especies en peligro de extinción y la protección de su hábitat.

La cría de mariposas en una granja tiene varias ventajas: el control de las condiciones ambientales, la alimentación abundante y oportuna de acuerdo a cada especie, la selección y calidad de las plantas hospedantes de las larvas y las plantas productoras de néctar para alimentar a los adultos, también se puede controlar el tamaño poblacional y la cantidad de especies dentro del jardín.

Un jardín de mariposas constituye un instrumento educativo que enseña el proceso de metamorfosis de estos insectos, el papel ecológico que desempeñan en la naturaleza y las relaciones biológicas que mantienen con su entorno. Así mismo, cumple con todas las condiciones para realizar experimentos sobre biología, ecología y etología y desde el punto de vista conservacionista promueve y contribuye a la protección y recuperación de especies amenazadas por las actividades antrópicas.

Desde el punto de vista ecológico, en los jardines de mariposas se pueden reproducir especies en peligro de extinción con el objetivo de liberarlas en hábitats que han sido recuperados o que se destinan como zonas protegidas.

Desde el punto de vista económico las crías de mariposas representan una alternativa para incrementar los ingresos de las comunidades campesinas proporcionándoles un incentivo económico adicional. Un caso representativo y con éxito es el de Papua Nueva Guinea (PNG) donde se practica por mas de 20 años el cultivo de las mariposas (Jansen, 1996).

El programa en PNG se diseño para la conservación e incremento de especies comerciales existentes, como fuente de ingresos para los granjeros de la región, quienes cultivan las mariposas para negociarlas a través de cooperativas; debido a que existe gran demanda de estos insectos en el mercado internacional, el cual es generado básicamente por cuatro sectores: artesanías e industrias de adornos, museos, coleccionistas y vivarios o jardines de mariposas (Prieto *et al.*, 1999).

Los granjeros de PNG reciben anualmente US\$ 400,000 por la venta de las especies de mariposas muertas sin contar con los ingresos que reciben por las entradas de los turistas a los jardines. Dicho



esfuerzo de conservación ha sido apoyado por especialistas en lepidópteros de la International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Jansen, 1996).

## LOS JARDINES DE MARIPOSAS COMO INDUSTRIA

Para resolver los desafíos a los que nos enfrenta el mundo de hoy, una alternativa es que las empresas incorporen el uso de tecnologías apropiadas.

Para Schumacher (1978), una tecnología apropiada es aquella que sea entendible para la gente que la esté utilizando, ambientalmente no destructiva, que incorpore localmente las materias primas disponibles, económica y ambientalmente sostenible y que no degrade la gente que la utiliza. Los jardines de mariposas se ajustan a todas las características de una tecnología apropiada, si se desarrollan en forma correcta.

Para desarrollar una cría de mariposas no hay requisitos de capital ni tecnologías sofisticadas. La simplicidad tecnológica de las crías de mariposas reduce al mínimo los gastos para un país en desarrollo o de economía pobre, esto le facilita al granjero no depender de materiales que se deban exportar ni la maestría para manejar equipos sofisticados. Pero hay que tener en cuenta que las crías de mariposas no gozan de un mercado insaciable como los productos alimenticios. La actividad de criar mariposas es una alternativa para los propósitos del desarrollo y no se puede volver como una panacea para el enriquecimiento de las comunidades (Brinckerhoff y Sabido, 2001).

Las mariposas representan un producto no tradicional para la exportación, son una fuente de divisas para los países pobres y de esta manera satisfacer las necesidades de los países ricos, la parte lúdica y la estética también hacen parte de las mariposas, contribuyen al estímulo intelectual y al valor estético de las comunidades que la desarrollan (Brinckerhoff y Sabido, 2001). Además contribuyen a la generación de empleo haciendo énfasis en el rural y de esta forma se respalda la economía rural. Con las crías de mariposas no solo la parte económica sería la beneficiada sino también la conservación de los bosques y los recursos naturales.

Un ejemplo de la viabilidad como industria de las crías de mariposas es el proyecto de Kipepeo ubicado en Kenya. Este proyecto se inició en febrero de 1994 y tiene como objetivos: vincular la conservación con el desarrollo por medio de la utilización sostenible de la biodiversidad de las mariposas, demostrar que el bosque puede proporcionar nuevas e inesperadas fuentes de ingresos y que puede tener mayor valor como bosque que como explotación agrícola, ayudar a diversificar el turismo por medio de la exposición de mariposas vivas, proporcionar empleo, exportar mariposas y educar a la comunidad en la conservación del bosque (Gordon *et al.*, 2000).

En Kipepeo en el año de 1994 exportaron un total de 10.262 pupas, y cada año las exportaciones fueron creciendo, para junio del 2000 exportaron 165.169 pupas en total, obteniendo ganancias por US\$ 293.824. Las ganancias para la comunidad también crecieron, para la misma fecha produjeron 117.589 pupas y las ganancias obtenidas fueron de KSh (Kenia Shilling) 6.737.558. Las ganancias obtenidas por turismo fueron de KSh 852.479 ingresando 8.793 turistas en total. En las tablas 1, 2 y 3 se muestran las estadísticas de las ganancias obtenidas para cada año (Gordon *et al.*, 2000).

Adicional a los ingresos obtenidos, el proyecto ha generado empleo para la comunidad de Kenia. Actualmente emplea a 11 personas, y ha vinculado a 152 familias las cuales crían y exportan el material que producen (Gordon *et al.*, 2000).

**Tabla 1.** Ganancias obtenidas para el proyecto de Kipepeo por la exportación de pupas.

AÑO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Enero a Junio 2000	Totales
No de Pupas	10,262	12,593	18,807	21,823	21,390	54,939	25,355	165,169
US\$	15,888	18,286	27,163	41,378	39,397	105,289	46,423	293,824

**Tabla 2.** Ganancias obtenidas para la comunidad de Kenia.

AÑO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Enero a Junio 2000	Totales
No de Pupas	4,315	7,458	11,408	15,594	17,182	36,277	25,355	117,589
KSh	263,828	329,905	538,216	780,480	882,371	2,726,928	1,215,830	6,737,558

**Tabla 3.** Ganancias obtenidas por las visitas al vivario de mariposas.

AÑO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Enero a Junio 2000	Totales
No de visitantes	200	843	1,341	1,581	1,146	2,233	1,449	8,793
KSh	11,390	61,829	114,275	155,100	135,790	206,670	167,425	852,479

(Gordon *et al.*, 2000).

## JARDINES DE MARIPOSAS EN COLOMBIA

Colombia se encuentra entre los 17 países megadiversos, ocupando los primeros lugares en vertebrados y anfibios, el tercero en mariposas con 3.100 especies aproximadamente después de Perú y Brasil. La diversidad vegetal es también muy alta, pues el único que lo supera es Brasil aunque es mucho más extenso (Mittermeier *et al.*, 1997). Esta diversidad se ha logrado gracias a una serie de características como: la alta diversidad de ecosistemas, quizás la mayor del mundo; la ubicación tropical, la diversidad de climas, una historia geológica que dio origen a las tres cordilleras andinas y la ubicación en el punto de contacto entre el Istmo de Panamá y el continente Suramericano entre otras (Mittermeier *et al.*, 1997). Sin embargo, factores como: la expansión de áreas agrícolas y ganaderas, la explotación irracional de los recursos forestales, la pérdida acelerada de la diversidad de hábitat y de especies, el desconocimiento biológico sobre las especies de animales y plantas y la subvaloración de la importancia del sostenimiento y conservación de los bosques tropicales, están conllevando a la destrucción y transformación de los ecosistemas en las principales regiones de Colombia.

De lo anterior surge la necesidad de buscar alternativas sostenibles y de conservación de los ecosistemas, que a la vez sean productivas y rentables para las comunidades que las desarrollen. Una alternativa son las crías de mariposas en cautiverio como medio de conservación y explotación



de los recursos naturales renovables sin dañarlos.

Las mariposas son un recurso natural que se pueden aprovechar económicamente gracias a que son las especies neotropicales más diversas y de mayor demanda por su gran colorido y belleza.

En Colombia el tema sobre la cría de mariposas en cautiverio es reciente y poco desarrollado, solo cuenta con tres vivarios pero a escala demostrativa, no desarrollados en el ámbito industrial, estos tres vivarios son:

### **Vivario "Paraíso de las mariposas" del zoológico Santa Fé de Medellín**

Este vivario está ubicado en el zoológico Santa Fe de la ciudad de Medellín, se desarrolló como un proyecto experimental con el fin de sostener una comunidad de lepidópteros para contribuir a la conservación de sus poblaciones naturales. El vivario tiene 25 m de largo X 6 m de ancho X 4.10 m de altura con laboratorio y sendero. En este sendero se sembraron plantas hospedantes para las larvas y plantas nectaríferas para los adultos (Mejía *et al.*, 2000).

### **Jardín de Mariposas Tropicales de Cenicafé**

Este jardín de mariposas está ubicado en el Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas. Los objetivos de este jardín son: la investigación, el estudio y la conservación de las especies diurnas presentes en la zona central cafetera y desarrollar programas de educación y sensibilidad ambiental. Este jardín es un atractivo para los visitantes del centro y cuenta con 36 especies de la zona cafetera a las cuales se les ha estudiado la biología, comportamiento, plantas hospedantes y enemigos naturales; entre otros aspectos importantes a considerar en un jardín de mariposas. Además, cuenta con varias especies de plantas hospedantes de larvas y de adultos, elementos que conjugados con las mariposas conforman un entorno armónico (Gil *et al.*, 2000).

### **Jardín de Mariposas del Quindío**

Ubicado en el municipio de Calarcá, Quindío, distante a 20 minutos de Armenia, la capital del Quindío y a 15 minutos del Aeropuerto "El Edén", por carretera asfaltada. La apertura oficial se cumplió el 15 de diciembre de 2000. Fue construido con la forma de una mariposa de la región, la *Pseudohaetera hypaesia*, construcción que tiene aproximadamente 700 metros cuadrados de área, con bellos jardines interiores, cascada de agua, senderos y puentes para los visitantes, que caminan en medio de 1,500 mariposas que viven allí en semicautiverio. El jardín también tiene un mapa en altorrelieve del Departamento del Quindío a escala 1:5,000, en el cual el visitante puede apreciar la belleza de la topografía regional, su red de carreteras, su sistema hídrico y los diferentes usos de suelo. También se construyó un laberinto, que representa la evolución de la vida en la tierra (Gómez, 2000). El Jardín actualmente está terminando la construcción de la casa de la entrada y de un insectario (que albergará un zoológico de insectos) y concluyendo la dotación del Museo de Geología y Suelos del Quindío (Gómez, 2000).

Adicional a los vivarios mencionados anteriormente, en Colombia se han adelantado estudios sobre la factibilidad de crías de mariposas en cautiverio como es el caso de la fundación Herencia verde, quien adelantó un estudio de factibilidad técnica de cría de mariposas del pacífico con participación de comunidades campesinas. Este estudio lo realizó con el apoyo del proyecto Biopacífico y el fondo Mundial para la naturaleza (WWF) (Constantino 1996, 1997).

Un grupo de exportadores de Antioquía está estudiando la factibilidad de un jardín de mariposas con fines de exportación. El proyecto ha sido denominado "Mariposas de Colombia para el mundo" y está ubicado en Venecia Antioquía. Este proyecto cuenta con el apoyo del ministerio de comercio exterior y con el respaldo técnico del comité de cafeteros de Antioquía. El propósito es exportar mariposas a



Europa y Estados Unidos (Ramírez, 2001).

Gómez *et al* (2000) realizaron un estudio sobre ciclo de vida y hospederos de *Heraclides chiansiades* L. (Lepidoptera: Papilionidae) como modelo exploratorio de cría de mariposas con fines comerciales de la comunidad peña roja (Amazonas). En este trabajo encontraron 23 especies de interés comercial entre las 55 colectadas. La experiencia alcanzada en este estudio permitió optimizar los métodos de crías de mariposas y generar mecanismos más eficaces en aras de generar un proceso más eficiente de crías masivas con fines comerciales.

## JARDINES DE MARIPOSAS EN EL MUNDO

El interés por las mariposas no es reciente, se convirtió en una vocación seria para muchas personas del oeste durante la era victoriana (1860- 1910). En aquella época los aristócratas ingleses especialmente Lord Rothschild colectó e identificó a través de su vida mariposas de todo el mundo, esta colección personal de mariposas se considera haber sido la más grande que haya existido (Brinckerhoff y Sabido, 2001).

La cría de mariposas y polillas no es una nueva actividad comercial. La industria de la seda en China basada en la cría de una mariposa de la familia Saturniidae, ha existido por miles de años, pero la cría de mariposas en jardines y expuestas al público ha sido una actividad comercial seria desde 1977. En este año un hombre que vivía en la isla de Guernsey en el canal inglés tuvo la idea de adquirir un invernadero y llenarlo de las plantas tropicales para reconstruir la esencia de una selva tropical. Para agregarle interés, color y movimiento, se pensó en importar algunas mariposas vivas adquiridas de Asia, en ese entonces no existía un sitio donde se exhibieran las mariposas vivas, ni granjeros dedicados a las crías de mariposas, si existía algún aficionado que vendiera mariposas por Hobby. El exhibir las mariposas fue todo un éxito comercial a pesar de todos los contratiempos y adquirió una reputación favorable en el círculo empresarial donde fue visto como un negocio económicamente rentable (Brinckerhoff y Sabido, 2001).

Entre los años 1980 y 1988 la industria de los jardines de mariposas estallo en el Reino Unido, fue de crecimiento rápido y atrajo un alto rango de principiantes. Esta industria se ha desarrollado y ha madurado en los últimos veinte años.

Los productores principales del mundo de pupas de mariposas son: Malasia, Filipinas, Tailandia, Taiwán, Kenia, Madagascar, Estados Unidos, Salvador y Costa Rica. En los últimos años la industria de las mariposas ha prosperado en Norte América. La exposición mas grande de mariposas del norte es el parque de jardín de Niagara su construcción costo 15 millones de dólares y fue abierta en diciembre de 1996. En el mes de enero del año siguiente, un fin de semana recibió 20.000 visitantes (Brinckerhoff y Sabido, 2001).

En un gran número de países de los diferentes continentes existen jardines de mariposas. Los mas renombrados, de mayor atracción turística y que se promocionan internacionalmente se presentan en la tabla 4.

**Tabla 4. Jardines de mariposas de mayor acogida en el mundo.**

NOMBRE DEL JARDÍN	CIUDAD	PAIS
The Butterfly farm. S. A	San José	Costa Rica
Canadá Biodome de Montreal	Montreal, Quebec	Canadá
Crystal Garden	Victoria, Vancouver Island, B.C.	Canadá



<b>NOMBRE DEL JARDÍN</b>	<b>CIUDAD</b>	<b>PAIS</b>
Metro Toronto Zoo	Toronto, Ont.	Canadá
Niagara Falls Parks Commission	Niagara Falls, Ont.	Canadá
Vancouver Aquarium	Vancouver, B.C.	Canadá
USA Audubon Institute	New Orleans, LA.	USA
Butterfly Pavilion	Westminster, CO.	USA
Butterfly World	Ft. Lauderdale, FL.	USA
Bronx Zoo	Bronx, NY.	USA
Callaway Gardens	Pine Mountain, GA.	USA
Cincinnati Zoo	Cincinnati, OH.	USA
Cockrell Butterfly Center	Houston Museum Natural Sciences, Houston, TX.	USA
Columbus Zoo	Columbus, OH.	USA
Cypress Gardens	Cypress Gardens, FL.	USA
Detroit Zoo	Detroit MI.	USA
Mackinac Island Butterfly Exhibit	Mackinac Island, MI.	USA
Marine World Africa USA	Valejo, CA.	USA
Moody Gardens	Galveston, TX.	USA
San Diego Wild Animal Park	San Diego, CA.	USA
The Butterfly Place	Westford, MA.	USA
Great Britain London Butterfly House	Syon Park, London.	Inglaterra
Stratford-upon-Avon Butterfly Farm	Stratford-upon-Avon Europa.	Inglaterra
Edinburgh Butterfly House	Edinburgh, Scotland.	Inglaterra
Holland Emmen		Holanda

(Brinckerhoff y Sabido, 2001).

Los jardines de mariposas se han extendido a casi todos los continentes, en muchos países existe un gran número de jardines públicos sin contar con los privados. Los fines de estos jardines son el turismo y la educación (tabla 5).

**Tabla 5. Número de Jardines de mariposas públicos en el mundo.**

<b>CONTINENTE</b>	<b>PAÍS</b>	<b>NÚMERO</b>
Africa	Kenia	1
Asia	Singapur	1
Asia	Tailandia	1

CONTINENTE	PAÍS	NÚMERO
Asia	Taiwan	1
Asia	Hong Kong	1
Asia	Japón	2
Asia	Malasia	2
Asia	Filipinas	1
Europa	Austria	1
Europa	Bélgica	1
Europa	Inglaterra	22
Europa	Finlandia	1
Europa	Francia	9
Europa	Alemania	2
Europa	Hungría	1
Europa	Italia	1
Europa	Holanda	2
Europa	Rusia	1
Europa	Escocia	3
Europa	Suecia	2
Europa	Suiza	1
Europa	Gales	1
Centro América	Belize	3
Centro América	Costa Rica	2
Centro América	Guatemala	1
Centro América	Honduras	2
Centro América	México	2
Norte América	Canadá	15
Norte América	Estados Unidos	83
Sur América	Argentina	1
Sur América	Chile	1
Sur América	Ecuador	1
Oceanía	Australia	7
Oceanía	Nueva Zelanda	2

## LAS CRÍAS DE MARIPOSAS Y LA CONSERVACIÓN

En la actualidad los bosques tropicales se encuentran entre los ambientes más amenazados por factores como: el rápido desarrollo e incremento de la población, la deforestación, la agricultura, la ganadería, el uso indiscriminado de insecticidas entre otros. Estos factores conllevan a una alta destrucción de los recursos naturales lo que origina la pérdida de la diversidad biológica. Existe una necesidad de conservar el medio ambiente. La conservación del medio ambiente es un concepto que relaciona los aspectos sociales, culturales y económicos con el entorno natural en que se desarrolla la vida. La difusión de la importancia de la conservación, sobre todo en los países en vías de desarrollo es fundamental, por eso la educación ambiental es uno de los puntos principales. La responsabilidad es de todos: museos, instituciones, científicos, grupos conservacionistas, asociaciones entomológicas entre otros (Bellamy, 2001).



Para los científicos aun hay mucho trabajo y mucho por descubrir, es una carrera contra el tiempo y contra el avance desordenado de nuestra civilización. En la actualidad el problema no radica en tener la tecnología más moderna, sino la más apropiada, pero sobre todo conocer cuanto tenemos y en que estado se encuentra. Para esto ya sabemos que las mariposas no son sólo un elemento más para observar, sino que puede ser nuestra herramienta para conocer y conservar mejor nuestro medio (Bellamy, 2001).

Los jardines de mariposas contribuyen a la conservación de especies de mariposas y de plantas, sobre todo aquellas especies que se encuentran en peligro de extinción. En condiciones naturales las mariposas pueden lograr un porcentaje de supervivencia del 2% desde huevo hasta adulto. El 98% mueren en el transcurso de su desarrollo por la presión de los enemigos naturales como: depredadores, parasitoides, virus, bacterias u otras enfermedades o no pueden subsistir si las condiciones climáticas de (sequía, viento, temperaturas, etc.) no son favorables. En las crías o jardines de mariposas bajo condiciones controladas se obtiene una supervivencia hasta del 90%. Un ejemplo clásico del éxito que ha tenido la cría de mariposas para la contribución de recuperación tanto de plantas como de mariposas que están en peligro de extinción es el de Papua Nueva Guinea.

Papua Nueva Guinea (PNG) es una nación pequeña ubicada al norte de Australia, es el único país que contempla a los insectos como un recurso natural renovable y donde se crearon entidades para desarrollar este recurso de una manera sostenible. Esta nación al cabo de 20 años será probablemente uno de los cuatro lugares que puedan contar con zonas grandes de bosques protegidos. En PNG para los aldeanos obtener un ingreso económico vendían la madera, para evitar que esto siguiera sucediendo se plantearon otras alternativas para obtener ingresos utilizando los recursos naturales renovables que pueden ser sostenibles sin necesidad de reforestar (Jansen, 1996).

Este nuevo ingreso se encuentra en la belleza de las mariposas especialmente la especie *Ornithoptera alexandrae*, alas de pájaro, la mariposa más grande y más rara en el mundo. Puede alcanzar una expansión alar de 27 centímetro y puede alcanzar un precio individual de US\$ 500. Las mariposas alas de pájaro habitan en el dosel del bosque allí se alimenta de los arbustos, no es frecuente observarla en el sotobosque. Esta mariposa estuvo a punto de extinguirse por la presión de los coleccionistas y el deterioro de su hábitat (Jansen, 1996).

Con los recursos obtenidos por la venta de estas mariposas y otros insectos y las visitas a los jardines de las mariposas se desarrollan programas de protección y conservación. En esta nación existe solo un 15% de empleo formal. La venta de las mariposas y el atractivo turístico de los jardines les proporciona el recurso suficiente para vivir y proteger los bosques. Lo que en principio se pensó como un mecanismo de protección de las especies de PNG y los bosques, se convirtió en una alternativa de mejorar los ingresos (Orsack, 1993).

El ecoturismo generado por los jardines de mariposas es otra manera de convencer a las personas que protejan sus bosques tropicales, ya que los bosques tropicales del mundo cada día se están acabando, pero podrán ser salvados solamente con estrategias creativas siempre y cuando lo hagan de una manera sostenible.

Para que haya conciencia de conservación, ésta necesariamente debe ir acompañada por el componente educación, la cual se puede impartir mediante un jardín de mariposas, donde los niños, los estudiantes, y las personas que son generalmente curiosas sobre la naturaleza pueden aprender a criar las mariposas y observar su ciclo de vida, aprender a protegerlas contra los enemigos naturales o desarrollar un aprecio de la naturaleza y de los requisitos delicados de estos insectos cuando se entra a interactuar con ellos.



## **EL COMPONENTE SOCIAL DE LOS JARDINES DE MARIPOSAS**

La riqueza en biodiversidad es la última oportunidad que los recursos naturales realmente beneficien a las comunidades rurales. Las políticas de desarrollo promovidas por organizaciones como la FAO y las ONGs al buscar la protección y conservación de los bosques promueven la industria de las crías de mariposas involucrando las comunidades.

En Costa Rica, existe una organización de mujeres productoras de mariposas en cautiverio (FUFUMRAMA), la cual fue iniciada en 1996 después de un proceso de capacitación y experimentación que duró dos años. Dicho proceso fue coordinado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), con la colaboración de otras instituciones y organizaciones afines en el campo de la capacitación y el manejo (Azofeifa, 2000).

La experiencia se inició con grupos de siete a 12 mujeres en cinco comunidades, las cuales construyeron sus mariposarios grupales, con aportes propios y el apoyo de fondos no retornables y de créditos blandos. Cada grupo realiza su trabajo en forma independiente, pero se coordinan para la venta de pupas.

En dicha organización participan 80 familias rurales de seis localidades ubicadas en áreas aledañas a parques nacionales ricos en biodiversidad. Son comunidades de dos de las regiones más pobres del país y hay una participación activa de las mujeres.

Mediante esta experiencia, se ha fortalecido el papel de la mujer en la toma de decisiones y la administración de los ingresos familiares; así como el uso de los recursos naturales en una forma sostenible. Ambos campos son de interés para la política nacional. En lo económico los cambios son muy significativos porque son más constantes y seguros que los de la actividad agropecuaria. En el año 2000, el ingreso familiar se aumentó entre US\$ 100 a 150/familia/mes (Azofeifa, 2000).

## **REGULACIONES PARA LOS ZOOCRIADEROS**

En Colombia estaba regulado el zocriadero y la comercialización de fauna silvestre de acuerdo al decreto 1608 de 1978 y el Acuerdo 39 de 1985 emanado del INDERENA. La caza con fines de fomento estaba sujeta al listado de vertebrados que se relacionaron en el Acuerdo citado y solamente podía efectuarse en ciclo cerrado.

El ministerio del medio ambiente mediante la ley 611 de 2000 dictó normas para el manejo sostenible de especies de fauna silvestre y acuática y creó un nuevo marco jurídico para regular el uso sostenible de la fauna silvestre y acuática en el país, el cual se podrá efectuar a través de cosecha directa del medio o de zoocría de ciclo cerrado y/o abierto.

Por tanto la viabilidad de establecer un proyecto de zoocría con cualquier especie no está supeditado a que esta se encuentre incluida en algún listado con dicho fin, si no exclusivamente a la demostración por parte del interesado de la viabilidad biológica de desarrollar la actividad de caza de fomento sin que se afecte la estabilidad de las poblaciones silvestres sobre las que se pretenda desarrollar la extracción. Por lo anterior, el Acuerdo 39 de 1985 del INDERENA se encuentra derogado. En los anexos 1 y 2 se presenta la ley 611 de 2000 y la Resolución No. 1317 del 18 de diciembre de 2000.

## **REGULACIONES INTERNACIONALES PARA LA IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE MARIPOSAS**

Adicional a las normas de control que existen en Colombia (Anexos 1 y 2) para la cría y comercialización de flora y fauna, en este caso aplicado a la cría y comercialización de mariposas, cada país tiene unas normas que se deben tener en cuenta; tanto si se va a exportar o importar



material. Para dar cumplimiento a estas normas se han creado unas instituciones que se encargan de hacerlas efectivas y de aplicar sanciones en caso que no sean cumplidas. A continuación se mencionan algunas de estas instituciones, sus objetivos y reglamentaciones.

**CITES:** Convention on International Trade in Endangered Species of wild Fauna and Flora (Convención para el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre).

El comercio internacional de especies de fauna y flora silvestres, que asciende a miles de millones de dólares por año, ha sido el responsable de una considerable disminución del número de muchas de estas especies. La toma de conciencia de la magnitud de la sobre-explotación debido a un comercio que va en detrimento de la supervivencia de las especies, llevó a redactar en 1973 un tratado internacional con el fin de proteger a las especies silvestres de una explotación desmedida e impedir el comercio internacional de aquellas en peligro de extinción. Este tratado es conocido como La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), entró en vigor el 1 de julio de 1975 y cuenta actualmente con 150 países miembros, cuyo objetivo es prohibir el comercio internacional de especies amenazadas, reglamentar y vigilar continuamente el comercio de otras especies que pueden llegar a estar en vía de extinción

En cuanto a las mariposas, CITES en el aviso No 16; se refiere a la importación/exportación considerando las siguientes normas.

No se pueden importar ni exportar mariposas que se encuentren en extinción o en peligro de extinción.

El comercio de mariposas y productos de las mariposas se regula terminantemente. Para importar cualquier mariposa que se encuentre amenazada o en peligro de extinción se debe obtener un permiso de las autoridades encargadas de la protección de la fauna, para cada país existe una lista de las mariposas que se encuentran en estas categorías: extinta, puesta en peligro, vulnerable y rara. Esta lista es publicada por la International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Unión Mundial Para la Naturaleza) es denominada lista roja y trata sobre los animales amenazados internacionalmente. Se reconoce como la lista que categoriza el estatus de las especies de animales amenazadas. Este sistema se diseñó para determinar el riesgo relativo de la extinción y el propósito principal de la lista roja es catalogar las especies que se miran según la amenaza global, es decir en el riesgo de la extinción total. La mayoría de los gravámenes de la categoría han sido hechos por la Comisión de la supervivencia de la especie de IUCN, sobre todo por los miembros de los grupos de especialistas.

En Colombia no existen estudios detallados sobre aspectos biológicos y el estado de amenaza para la totalidad de especies de mariposas, debido al vacío de información, ninguna de las especies de Colombia y Sur América están incluidas en la lista de especies amenazadas CITES 1995. Constantino (1997) seleccionó un grupo de especies colombianas y amenazadas, cuyas poblaciones se encuentran en estado crítico (tabla 6).

**Tabla 6.** Lista de las especies de mariposas amenazadas para Colombia.

ESPECIE	SITUACIÓN
<b>Familia Papilionidae</b>	
<i>Protographium philolaus xanticles</i>	Restringida y local
<i>Pterourus zagreus daguanus</i>	Sub especie rara y muy local
<i>Pterourus euterpinus</i>	Posiblemente especie rara
<i>Pterourus xanthopleura</i>	Especie muy rara
<b>Familia Heliconidae</b>	
<i>Heliconius hecuba crispus f. crespinus</i>	Rara y local

ESPECIE	SITUACIÓN
<i>Heliconius hecuba creusa</i>	Local y muy rara
<i>Heliconius hecalesia ernestus</i>	Local y escasa
<i>Heliconius hecalesia longarena</i>	Rara y local
<i>Heliconius heurippa</i>	Endémica de Colombia
<b>Familia Pieridae</b>	
<i>Catantixia uricoechae</i>	Especie endémica
<b>Familia Satyridae</b>	
<i>Paradulcedo mimica</i>	Local y rara
<i>Pedaliodes pacifica</i>	Local
<i>Pedaliodes nora</i>	Local y rara
<b>Sub familia Charaxinae</b>	
<i>Prepona weneri</i>	Muy rara
<i>Prepona praeneste</i>	Especie muy rara en Colombia
<i>Memphis elina</i>	Especie muy rara y endémica en Colombia
<i>Coenophlebia archidona</i>	
<i>Agrias amydon amaryllis</i>	Poco conocida en el país, de hábitos premontano
<i>Agrias aedon denhezi</i>	Local y muy rara
<i>Polygrapha tyrianthina</i>	Especie muy rara, aparentemente extinta en Colombia
<b>Familia Morphidae</b>	
<i>Antirreha undulata</i>	Especie rara
<i>Morpho rhodopteron</i>	Local y no abundante
<i>Elzunia humboldt bomplandii</i>	Local y poco común
<b>Familia Lycaenidae</b>	
<i>Theorema sapho</i>	Muy rara y local
<i>Thecloxurina fassli</i>	

(Constantino, 1997).

**IBBA** International Butterfly breeders Association Inc.(Asociación Internacional de criadores de mariposas) es una asociación no lucrativa que promueve la ética, la calidad y el profesionalismo en la crianza de lepidópteros. Para lograr estos propósitos se basan en la investigación, la educación del cultivador, el desarrollo de mercado, la conservación y la restauración del hábitat. La base de la calidad del miembro incluye: entomólogos, lepidopterólogos, biólogos, educadores, industriales, aficionados al hobby de criar mariposas y estudiantes.

El **IBBA** publicó un código de ética para los criadores de las mariposas y todos los miembros de la sociedad velan por hacer cumplir este código.

### Código de ética del IBBA

Solo se deben comercializar mariposas criadas en cautiverio y no las colectadas en el campo.

Solamente se pueden vender mariposas a países donde las regulaciones Internacionales, federales y estatales lo permitan.

Cuando se venda mariposas para ser liberadas en fiestas o celebraciones, solamente se debe hacer cuando las condiciones de tiempo permitan la supervivencia.

Comercializar especies saludables y vigorosas.

Utilizar un empaque apropiado que garantice la protección de las mariposas.

Otras organizaciones que velan por la protección del medio ambiente y las mariposas son:



PNUMA. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

WWF. World Wide Fund for Nature (Fondo mundial para la naturaleza).

ENTRI. Environmental Treaties & Resource Indicators (Tratados Ambientales e Indicadores del Recurso).

AQUIS. Australian Quarantine and Inspection Service.-related import/export regulations

ACS. Australian Customs Service related import/export regulations.

## **REGULACIONES DE ALGUNOS PAÍSES PARA LA IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE MARIPOSAS.**

### **Australia**

#### **Importaciones de animales vivos**

La importación de animales vivos está a excepción de algunos animales domesticados y ciertos pescados del acuario, regulados para prevenir el establecimiento en Australia de la especie que puede tener el potencial de afectar el ambiente.

Un animal vivo se define bajo acto 1982 de la protección de la fauna (regulación de exportaciones y de importaciones) como cualquier miembro del reino animal e incluye el material reproductivo animal.

Para importar o exportar mariposas a Australia se requiere un permiso de la autoridad de la protección de la fauna y del servicio australiano de la cuarentena. Antes de recibir la aprobación de la autoridad protectora de la fauna, los aspirantes necesitan obtener el permiso de la sociedad protectora de la fauna del país de origen del material.

### **Kenia**

Se requiere un permiso de la sociedad de la protección de la fauna de Kenia y un permiso de la sociedad de la protección de la fauna del país de donde se desea exportar o importar pupas de mariposas. La importación y la exportación de la fauna y los productos de la fauna pueden también estar conforme a controles de cuarentena.

### **Estados Unidos**

Para recibir pupas en los EE. UU, el exportador debe tener una licencia del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

### **Canadá**

Para recibir pupas en Canadá el vendedor debe tener un permiso del departamento Agroalimentario de Canadá (Agriculture et Agroalimentaire Canada) y tener un permiso del ministerio del medio ambiente del país de origen del material.

## **CONCLUSIONES**

Es necesario fomentar la conservación de los recursos naturales del país. El fomento de la conservación de las mariposas en granjas o vivarios y la toma de conciencia para proteger el hábitat de estos organismos, permiten al mismo tiempo proteger un gran número de otras especies que comparten el mismo hábitat.

La practica de conocer la diversidad de lepidopteros de Colombia, debe ir acompañada de estudios relacionados con la biología, el ciclo de vida, comportamiento, plantas hospedantes y enemigos

naturales, elementos que acompañados con los estudios sobre inventarios y distribución de las especies van a permitir desarrollar programas de educación y sensibilidad ambiental para la conservación y protección de las áreas ricas en diversidad.

Gracias a su belleza y a la facilidad de realizar crías masivas, las mariposas constituyen un renglón económico que tiene gran aceptación para el disfrute y apreciación por los seres humanos. Las mariposas se pueden criar o coleccionar de manera sostenible, a fin de proporcionar una fuente de ingresos a las comunidades rurales. Las especies exóticas procedentes de zonas de gran diversidad biológica podrían ser fuente de ingresos suplementarios para los habitantes de esas regiones, sin poner en peligro a las especies.

En Colombia se debe de fomentar mas el desarrollo del ecoturismo. Las crías de mariposas pueden ser una alternativa de recreación y sano esparcimiento, una nueva fuente de ingresos para las comunidades rurales haciendo un aprovechamiento racional de los recursos naturales.

## LITERATURA CITADA

AZOFEIFA, R. 2001. Organización de mujeres productoras de mariposas en cautiverio (FUFUMRAMA) On line: Internet. Disponible en <http://www.fidamerica.cl/php/mercados/mostrar1.php3>. junio 5 de 2001.

BELLAMY, D. In response to an interviewer who asked him why he would choose Peru if he could save just one place on the planet On line: Internet. Disponible en: [http://www.virtualmuseum.ca/Exhibitions/Butterflies/english/conservation/peru\\_text.html](http://www.virtualmuseum.ca/Exhibitions/Butterflies/english/conservation/peru_text.html). junio 4 de 2001.

BRINCKERHOFF, J.; SABIDO, M. All About Butterfly Farming. On line: Internet. Disponible en: <http://www.butterflyfarm.co.cr/farmer/>. 25 de Mayo del 2001.

CONSTANTINO, L. M. 1996. Ciclos de vida y plantas hospederas de lepidópteros diurnos con potencial económico en condiciones de colinas bajas del Chocó biogeográfico. Investigación y manejo de fauna para la construcción de sistemas sostenibles. Cali, CIPAV. p. 75- 86.

CONSTANTINO, L. M. 1997. Lepidópteros diurnos del Chocó biogeográfico: Biodiversidad, alternativas productivas sostenibles y estrategias de conservación. In: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 24. Julio 16 – 18, 1997. Memorias. Pereira, SOCOLEN. p. 47 - 74.

CONSTANTINO, L. M. 1997. Estado actual de algunas poblaciones de mariposas diurnas en Colombia. In: Diversidad biológica; Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad. V. 1. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. p. 354-360.

GIL, Z. N.; POSADA, F. J. 2000. La cría de mariposas en cautiverio una alternativa para el estudio y conservación de la biodiversidad local. In: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Medellín, 27. Julio 26 – 28, 2000. Resúmenes. Medellín, SOCOLEN. p. 101.

GÓMEZ, A. 2000. Jardín botánico del Quindío y jardín de mariposas del Quindío. On line. Internet. Disponible en: <http://www.destinoquindio.com/jbotanic.html>. 4 de junio de 2001.

GORDON, I.; AYIEMBA, W. 2000. Using butterfly biodiversity for income-generation. On line. Internet. Disponible en: <http://kipepeo.org/fact-sheet.htm>. 4 de junio de 2001.



- GOMEZ, M del R.; FAGUA, G.; ANDRADE, G. 2000. Ciclo de vida y hospederos de *Heracles chiansiades* L. (Lepidoptera: Papilionidae) como modelo exploratorio de cría de mariposas con fines comerciales de la comunidad Peña Roja (Amazonas). In: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Medellín, 27. Julio 26 – 28, 2000. Resúmenes Medellín, SOCOLEN. p. 130.
- JANSEN, B. K. 1996. Butterfly farming in Papua New Guinea Success story!. On line. Internet. Disponible en:  
<http://www.chebucto.ns.ca/CommunitySupport/CUSO/butterflyfarm.html>. 25 de Mayo del 2001.
- MEJIA, L.; ARANGO, Y. 2000. Creación y manejo de un vivario de lepidópteros en el zoológico Santa Fé de Medellín. In: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Medellín, Julio 26 – 28 de 2000. Resúmenes. Medellín, SOCOLEN. p. 100.
- MITTERMEIER, A.; ROBLES, P.; GOETTSCHE, M. C. 1997. Megadiversidad. Los países biológicamente mas ricos del mundo. s.l., Cemex. p. 109.
- ORSAK, L. J. 1993. Killing butterflies to save butterflies. On line: Internet. Disponible en:  
<http://www.aa6g.org/Butterflies/pngletter.html>. Junio 4 de 2001.
- PRIETO, A. B.; CONSTANTINO, L. M.; CHACÓN DE ULLOA, P. 1999. Estudio sobre cría de seis especies de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) del bajo Anchicayá (Valle) y contribución al conocimiento de su historia natural. Revista Colombiana de Entomología 25 (1-2) 23-32.
- RAMIREZ, G. L. 2001. Mariposas de Colombia volarán por el mundo. El Colombiano. Febrero 5 del 2001 Sección económica (1B).
- SCHUMACHER, E. F. 1978. Lo pequeño es Hermoso. Madrid, Editorial H. Blume Ediciones. 262p.

**LEY 611 DE 2000**

*por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies  
de Fauna Silvestre y Acuática.*

El Congreso de Colombia

DECRETA

TITULO I

DEFINICIONES

Artículo 1°. *De la Fauna Silvestre y Acuática.* Se denomina al conjunto de organismos vivos de especies animales terrestres y acuáticas, que no han sido objeto de domesticación, mejoramiento genético, cría regular o que han regresado a su estado salvaje.

Artículo 2°. *Del manejo sostenible de la fauna silvestre y acuática.* Se entiende como la utilización de estos componentes de la biodiversidad, de un modo y a un ritmo que no ocasione su disminución en el largo plazo y se mantengan las posibilidades para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones actuales y futuras.

Artículo 3°. *De los zocriaderos.* Se refiere al mantenimiento, cría, fomento y/o aprovechamiento de especies de la fauna silvestre y acuática en un área claramente determinada, con fines científicos, comerciales, industriales, de repoblación o de subsistencia. Los zocriaderos a que se refiere la presente ley podrán ser abiertos, cerrados y mixtos.

a) Zocriaderos abiertos. Son aquellos en los que el manejo de la especie se realiza a partir de capturar periódicamente en el medio silvestre, especímenes en cualesquiera de las fases del ciclo biológico, incorporándolos en el zocriadero hasta llevarlos a una fase de desarrollo que permita su aprovechamiento final.

b) Zocriaderos cerrados. Son aquellos en los que el manejo de la especie se inicia con un pie parental obtenido del medio silvestre o de cualquier otro sistema de manejo de fauna, a partir del cual se desarrollan todas las fases de su ciclo biológico para obtener los especímenes a aprovechar.

c) Zocriaderos mixtos. Son aquellos en los cuales se maneja una o varias especies, tanto en ciclo abierto como en ciclo cerrado.

TITULO II

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 4°. La presente ley tiene por objeto regular el manejo sostenible de la fauna silvestre y acuática, y el aprovechamiento de las mismas y de sus productos, el cual se podrá efectuar a través de cosecha directa del medio o de zocria de ciclo cerrado y/o abierto.

Artículo 5°. El registro, control y supervisión de los zocriaderos estará a cargo de las autoridades ambientales de acuerdo a la competencia que establezca la normatividad vigente al respecto, en su condición de entes encargados de administrar el medio ambiente y los recursos naturales renovables dentro del área de su jurisdicción.



Parágrafo. En lo referente a recursos pesqueros, la autoridad competente corresponderá al Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura -INPA- o a la entidad que haga sus veces.

Artículo 6°. Los zocriaderos a que se refiere esta ley podrán establecerse en terrenos de propiedad privada, en baldío adscritos al Instituto Colombiano de Reforma Agraria -Incora- o a la entidad que haga sus veces y los beneficiarios serán usuarios campesinos organizados que cumplan con los requisitos señalados por la normatividad vigente para la explotación de baldíos.

Parágrafo. Para efectos de la instalación de zocriaderos en terrenos baldíos, se requiere permiso del Instituto Colombiano de Reforma Agraria -Incora- o de la entidad que haga sus veces, para que la autoridad ambiental competente proceda a tramitar la autorización correspondiente.

Artículo 7°. Los zocriaderos deberán ajustarse a las siguientes condiciones técnicas definidas por la autoridad ambiental, así:

a) Las áreas destinadas al manejo de los especímenes deberán reunir condiciones mínimas técnicamente adecuadas para el desarrollo en cautiverio de la especie que se produzca. El propietario del zocriadero será responsable del buen mantenimiento de los especímenes.

b) Los zocriaderos deberán tener la infraestructura adecuada para el levante de los especímenes diseñada de tal manera que permita mantener las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo óptimo de los especímenes. En caso de trabajar con manejo de huevos deberá contar con área de incubación.

c) Los zocriaderos deberán estar adecuados para evitar la fuga de especímenes, contar con los servicios básicos necesarios en óptimas condiciones para cría, tales como agua, luz y drenaje de aguas servidas entre otros.

d) Los zocriaderos deberán cumplir con la normatividad ambiental y sanitaria vigente.

e) Los zocriaderos cerrados deberán mantener el plantel parental de las especies a criar.

Artículo 8°. Se permitirá la producción de especímenes obtenidos de la reproducción del pie de cría o parentales en zocriaderos cerrados y mixtos. Los especímenes allí nacidos serán criados hasta lograr las condiciones apropiadas para su aprovechamiento.

### TITULO III

#### DE LAS ESPECIES A CRIAR Y AREAS PERMITIDAS PARA LA CRIA DE ESPECIMENES

Artículo 9°. Las autoridades ambientales fomentarán el manejo sostenible de especies de fauna silvestre y acuática y establecerán las condiciones mínimas adecuadas de carácter científico, técnico y biológico para el establecimiento y desarrollo de centros de conservación, protección, reproducción, transformación y comercialización de productos en áreas naturales, previos estudios demostrativos de su factibilidad, en aras de lograr un adecuado manejo y aprovechamiento de los recursos naturales del país.

Artículo 10. Los zocriaderos no podrán funcionar fuera del área de distribución natural de la especie a criar.

Parágrafo. Excepcionalmente se podrá permitir el establecimiento de zocriaderos fuera del área de distribución de la especie previo estudio de la autoridad ambiental que deberá tener en cuenta las estrictas medidas de control para evitar la fuga de los especímenes al medio natural y los posibles efectos negativos sobre el ecosistema.

## TITULO IV

### DE LOS REQUISITOS PARA LA INSTALACION DE ZOOCRIADEROS

Artículo 11. Para efectos de instalar zoocriaderos con fines comerciales y darle cumplimiento a lo preceptuado en la presente ley, las personas naturales o jurídicas deberán presentar junto con la solicitud de licencia ambiental los siguientes requisitos legales y técnicos.

a) Si se trata de persona natural, deberá aportar fotocopia del documento de identificación del interesado y copia de los documentos donde conste el derecho del solicitante a ocupar los predios donde se establecerá el zoocriadero.

b) Si se trata de persona jurídica deberá aportar el certificado sobre existencia y representación legal de la sociedad y fotocopia de la cédula de ciudadanía de su representante.

c) El poder si se actúa por intermedio de apoderado.

d) El proyecto de zoocriadero que contendrá la infraestructura y condiciones apropiadas en función de los objetivos y fines del zoocriadero avalado por profesional de biología, ingeniería genética, ingeniería pesquera, veterinaria, zootecnia, ingeniería de los recursos naturales renovables y demás ciencias biológicas y afines.

Parágrafo. La autoridad ambiental respectiva estudiará la documentación pertinente y resolverá en el término de treinta (30) días, notificando al interesado el resultado de su decisión.

## TITULO V

### DE LA LICENCIA Y AUTORIZACION DE FUNCIONAMIENTO DE ZOOCRIADEROS

Artículo 12. Una vez concluidas las obras de infraestructura el interesado deberá comunicarle a la autoridad ambiental respectiva, que ordenará una inspección de las instalaciones a fin de verificar si corresponden a la infraestructura y condiciones contenidas en el proyecto. En caso afirmativo esa autoridad otorgará al zoocriadero la licencia en fase experimental.

Artículo 13. El carácter de zoocriadero experimental dependerá de la adaptabilidad y capacidad reproductiva de la especie a criar y de la viabilidad de la actividad desde el punto de vista biológico, técnico, científico y económico. Una vez comprobados estos requisitos, la autoridad ambiental otorgará la licencia al zoocriadero en etapa comercial.

Parágrafo. Cuando la autoridad ambiental compruebe que las condiciones del zoocriadero no son las adecuadas para el mantenimiento de los especímenes, tal como lo contempla la presente ley, procederá a revocar o suspender la licencia ambiental en los términos establecidos en la normatividad sobre licenciamiento ambiental.

Artículo 14. Si el interesado manifiesta su decisión de no continuar con la actividad del zoocriadero, ya sea en etapa experimental o comercial, la autoridad ambiental que otorgó la licencia estará facultada para determinar el destino que se dará a los especímenes, inclusive la posibilidad de su comercialización.

Parágrafo. El interesado podrá obtener nuevamente la licencia, cuando lo solicite ante la autoridad ambiental correspondiente, con el cumplimiento de los requisitos de la presente ley.

## TITULO VI

### DE LA OBTENCION DE ESPECIMENES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE ZOOCRIADEROS



Artículo 15. Dado que la etapa experimental de esta actividad no prevé la comercialización de los especímenes, la recolección de la fauna silvestre requerirá de una licencia de caza con fines de fomento, para lo cual el interesado deberá formular ante la autoridad ambiental una solicitud indicando los especímenes a recolectar, cantidad requerida, lugar, época y método de captura que su utilizará.

Parágrafo. Las actividades que se realicen bajo el amparo de esta licencia, deberán generar información científica avalada por un profesional de la biología, ingeniería genética, ingeniería pesquera, veterinaria, zootecnia, ingeniería de los recursos naturales renovables y demás ciencias biológicas y afines, que será consignada a la autoridad ambiental respectiva y cuyos resultados serán analizados para el futuro desarrollo regional de la actividad.

Artículo 16. Para el caso de zocriaderos cerrados, la renovación del plantel de cría o parentales quedará sujeto a las medidas técnicas previstas en el proyecto y a los resultados obtenidos durante la etapa experimental, los cuales deben ser presentados a la autoridad ambiental respectiva.

## TITULO VII

### DE LOS PREDIOS PROVEEDORES DE ESPECIMENES PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA FAUNA SILVESTRE Y ACUATICA

Artículo 17. Se entenderá como predio proveedor de especímenes aquel que sea capaz de suministrarlos a un zocriadero, sin alterar la sostenibilidad de sus poblaciones naturales.

Artículo 18. Aquellos zocriaderos que no tengan especímenes en cantidad suficiente para su funcionamiento, podrán suscribir convenios con el propietario de otro zocriadero con el fin de garantizar el suministro de especímenes, previa licencia como proveedor que otorgará la autoridad ambiental.

Parágrafo. Un zocriadero determinado podrá desempeñarse como proveedor de especímenes para otro zocriadero sólo cuando funcione con fines comerciales dadas las condiciones adecuadas para ese objetivo y previa autorización de la autoridad ambiental.

## TITULO VIII

### DE LA IDENTIFICACION DE LOS ESPECIMENES

Artículo 19. Cada criador deberá proponer en el proyecto conforme a las disposiciones nacionales e internacionales al respecto, las alternativas para el sistema de identificación de los especímenes que podrá establecerse en el zocriadero.

Parágrafo. La autoridad ambiental competente establecerá el método de marca o identificación según cada especie. Las marcas o identificaciones una vez colocadas no podrán retirarse hasta el destino final de los especímenes y sólo podrán ser remplazadas por la autoridad ambiental.

## TITULO IX

### DEL APROVECHAMIENTO DE LOS ESPECIMENES DEL ZOCRIADERO

Artículo 20. Comprobada la viabilidad técnica y económica del zocriadero, la autoridad ambiental emitirá la licencia con fines comerciales, previa solicitud por parte del criador, con lo cual podrá dar inicio al aprovechamiento de los especímenes que se estimen convenientes.

Artículo 21. La cantidad de especímenes a aprovechar, estará sujeta tanto a la potencialidad de la especie que se cría, como al tipo de zocriadero que se mantenga.

## TITULO X

### DE LA RETRIBUCION AL MEDIO NATURAL Y DE LA MOVILIZACION DE LOS ESPECIMENES

Artículo 22. La autoridad ambiental se reservará un porcentaje de la producción de cada zocriadero que será asignado en función del estado de conservación de la especie, que podrá ser recibido en recursos económicos, servicios ambientales y/o especímenes para ser utilizados en el manejo sostenible de la especie.

Parágrafo. Las autoridades ambientales adelantarán los estudios, acciones y seguimiento necesarios para garantizar el rendimiento sostenido de las poblaciones en el marco de un programa de conservación diseñado e implementado conjuntamente con el sector privado.

Artículo 23. La movilización de los especímenes provenientes de zocriaderos deberá estar amparada por el respectivo salvoconducto de movilización expedido por la autoridad ambiental, en el cual se indicarán las cantidades y características de los ejemplares, así como su procedencia y destino.

## TITULO XI

### DE LA ZOOCRIA DE ESPECIES EXOTICAS

Artículo 24. El Ministerio del Medio Ambiente podrá permitir la introducción de especies exóticas para el establecimiento de zocriaderos, siempre y cuando los estudios técnicos y científicos determinen su viabilidad. A tales efectos los interesados deberán presentar los requisitos que le exija la autoridad ambiental respectiva para el trámite de la solicitud.

## TITULO XII

### NORMAS DE CONTROL

Artículo 25. La autoridad ambiental ejercerá funciones de supervisión constante de las tierras, de la infraestructura y de las actividades relacionadas con el zocriadero, dispondrá las inspecciones y controles (marca o identificación, expedición de permisos y licencias entre otros) y realizará los estudios que estime necesarios. Así mismo, formulará las recomendaciones en general, apoyará técnicamente a los interesados, planificará, administrará la ejecución de los programas, revisará y estudiará los requisitos técnicos y legales para permitir la instalación, funcionamiento y desarrollo de los zocriaderos.

El Ministerio del Medio Ambiente efectuará una recopilación práctica de la información concerniente a las diversas especies que conforman nuestra fauna silvestre y acuática en lo que toca con la reproducción, nutrición, manejo, sanidad y aspectos relevantes del mercadeo a fin de contribuir a generar un marco referencial para su explotación zootécnica y a fin de tener una base sólida para el diseño de políticas en la materia.

Artículo 26. Los interesados en instalar zocriaderos están en la obligación de prestar toda la colaboración necesaria a los fines de fiscalización y control que estas actividades requieran.

Artículo 27. Para especies manejadas en fase comercial en zocriaderos cerrados a la fecha de promulgación de la presente ley, queda expresamente prohibida la comercialización de especímenes que en los siguientes casos:

- a) Que no provengan de zocriaderos cerrados.
- b) Que no provengan de zocriaderos mixtos en los cuales esté aprobada la fase comercial para el



ciclo cerrado con dichas especies.

Las autoridades ambientales competentes garantizarán el cumplimiento de lo preceptuado en este artículo.

Artículo 28. La presente ley rige al día siguiente a su publicación en el **Diario Oficial** y deroga las demás disposiciones que le sean contrarias, específicamente el artículo 31 de la Ley 84 de 1989.

El Presidente del honorable Senado de la República, *Miguel Pinedo Vidal.*

El Secretario General del honorable Senado de la República, *Manuel Enríquez Rosero.*

La Presidenta de la honorable Cámara de Representantes, *Nancy Patricia Gutiérrez*

El Secretario General de la honorable Cámara de Representantes, *Gustavo Bustamante M*

República de Colombia- Gobierno Nacional Publíquese y ejecútese.

Dada en Bogotá, D. C., a 17 de agosto de 2000.

ANDRES PASTRANA ARANGO

El Ministro del Medio Ambiente,

## Anexo 2. Resolución No. 1317 del 18 de diciembre de 2000

Resolución No. 1317 del 18 de diciembre de 2000

**“Por la cual se establecen unos criterios para el otorgamiento de la licencia de caza con fines de fomento y para el establecimiento de zocriaderos y se adoptan otras determinaciones”**

### **EL MINISTRO DEL MEDIO AMBIENTE**

En uso de sus facultades legales, en especial de las conferidas por el artículo 2 y los numerales 14 y 23 del artículo 5 de la Ley 99 de 1993, y los artículos 4, 9, 13 y 15 de la Ley 611 de 2000, y

### **CONSIDERANDO**

Que de acuerdo a lo estipulado en el Decreto 1608 de 1978 y el Acuerdo 39 de 1985 emanado del INDERENA, la caza con fines de fomento estaba sujeta al listado de vertebrados que se relacionaron en el Acuerdo citado y solamente podía efectuarse en ciclo cerrado.

Que la Ley 611 de 2000 mediante la cual se dictaron normas para el manejo sostenible de especies de fauna silvestre y acuática, creó un nuevo marco jurídico para regular el uso sostenible de la fauna silvestre y acuática en el país, el cual se podrá efectuar a través de cosecha directa del medio o de zocria de ciclo cerrado y/o abierto.

Que conforme a lo dispuesto en los artículos 9 y 13 de la norma citada, se pueden adelantar proyectos de aprovechamiento de cualquier especie de fauna silvestre a través de la zocria, ya sea de ciclo cerrado y/o abierto, estableciendo la viabilidad y las condiciones mínimas de carácter científico, técnico y biológico tanto para desarrollar las actividades de caza con fines de fomento como para el establecimiento del zocriadero.

Que por lo anterior, la viabilidad de establecer un proyecto de zocria con cualquier especie no está supeditado a que esta se encuentre incluida en algún listado con dicho fin, si no exclusivamente a la demostración por parte del interesado de la viabilidad biológica de desarrollar la actividad de caza de fomento sin que se afecte la estabilidad de las poblaciones silvestres sobre las que se pretenda desarrollar la extracción. Por lo anterior, el Acuerdo 39 de 1985 del INDERENA se encuentra derogado.

Que adicionalmente a las directrices señaladas en la Ley 611 de 2000, el Ministerio del Medio Ambiente estima pertinente establecer una serie de criterios bajo los cuales se pueda determinar la viabilidad de la caza de fomento de cualquier especie, las cuales deberán ser tenidas en cuenta por las autoridades ambientales competentes.

Que el artículo 2 de la Ley 99 de 1993, dispone la creación del Ministerio del Medio Ambiente como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado entre otras cosas, de definir las regulaciones a las que se sujetarán la conservación, protección, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

Que conforme al numeral 14 del artículo 5 de la ley citada, le corresponde a este Ministerio *“determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambientales de las actividades económicas”*.



Que de acuerdo al numeral 23 del artículo 5 ibídem, es función del Ministerio del Medio Ambiente adoptar las medidas necesarias para asegurar la protección de las especies de flora y fauna silvestres.

Que el artículo 31, numeral 9 de la ley en cita contempla como función de las corporaciones autónomas regionales la de *"Otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la ley para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables o para el desarrollo de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente"*

Que el Convenio sobre la Diversidad Biológica aprobado mediante la Ley 165 de 1994 tiene entre sus objetivos la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes.

En mérito de lo expuesto,

#### RESUELVE:

**ARTICULO PRIMERO.-** Establecer adicionalmente a las directrices señaladas en la Ley 611 de 2000, los criterios que se enuncian a continuación para efectos de que las Corporaciones Autónomas Regionales determinen la viabilidad de otorgar licencia ambiental para la actividad de caza de fomento con fines de zootecnia de especies de la fauna silvestre:

- 1.1. Caracterización del área donde se pretende llevar a cabo la caza de fomento.
- 1.2. Datos de línea base de las poblaciones naturales bajo aprovechamiento
- 1.3. Descripción de la actividad de caza que se pretende desarrollar
- 1.4. Descripción del estudio para determinar la viabilidad biológica de la caza de fomento el cual como mínimo debe contener:
  - Información sobre biología de la especie en cuanto a estrategias reproductivas, tasas de crecimiento y natalidad, comportamientos sexuales.
  - Información sobre ecología de la especie en cuanto a estructura y dinámica y estado de las poblaciones a ser afectadas
  - Determinación de la capacidad de las poblaciones y su hábitat para mantener su estabilidad frente al desarrollo de la actividad de caza de fomento propuesta.
- 1.5. Medidas de manejo que se implementarán para controlar las amenazas frente al aprovechamiento, ya sea en términos de protección y/o restauración de hábitats y especies.

**ARTICULO SEGUNDO.-** Para efectos de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley 611 de 2000 en materia de licencias ambientales, y con el objeto de no efectuar un fraccionamiento entre las actividades de caza con fines de fomento y de zootecnia reguladas por dicha norma, y los demás proyectos, obras o actividades que requieren de este instrumento administrativo, las corporaciones autónomas regionales competentes otorgarán de ser viable, **una licencia ambiental** la cual debe involucrar por fases o etapas las actividades de:

- 2.1. Caza con fines de fomento.
- 2.2. Instalación o construcción del zootecniario.
- 2.3. Fase experimental del zootecniario
- 2.4. Fase comercial del zootecniario.

**PARAGRAFO.-** Las fases de caza con fines de fomento y la de instalación o construcción del zootecniario son actividades simultáneas, de tal forma que la viabilidad de una, está sujeta a la

viabilidad de la otra. Así mismo, la fase comercial del zocriadero, está sujeta a que se obtengan resultados positivos durante la fase de experimentación y a que se efectúe la modificación de la licencia ambiental otorgada autorizando dicha actividad. Lo anterior atendiendo los términos y condiciones establecidos en la Ley 611 de 2000.

**ARTICULO TERCERO.-** La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación.

Dada en Bogotá D.C., a los

**PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE**

**JUAN MAYR MALDONADO**  
Ministro del Medio Ambiente



# **CRÍA, MANEJO Y COMERCIALIZACION DEL PARASITOIDE DE MOSCAS COMUNES, *Spalangia cameroni* PERKINS**

**Jades Jiménez Velásquez, Ing. Agr.**  
**Gerente Productos Biológicos Perkins Ltda.**  
**Cra 29 No. 35-51 Telefax: 2733719 Palmira, Valle**  
**E-Mail: [perkins@uniweb.net.co](mailto:perkins@uniweb.net.co)**

El caso de los biocontroladores toma cada vez más importancia en los países de América Latina, especialmente por ser una técnica más consecuente con la salud humana y el ambiente. El actual interés por utilizar el control biológico de plagas y enfermedades se debe, entre otras cosas, al excesivo uso de plaguicidas sintéticos que se ha incrementado en los últimos años, afectando los ecosistemas productivos de nuestros países. Afortunadamente en el mundo se está dando un proceso de concientización entre los consumidores e investigadores para generar alternativas ecológicas que permitan la producción de alimentos más saludables.

En Colombia se inició la cría y liberación del *Trichogramma sp*; a partir de 1962, y actualmente existe en el mercado una gran variedad de agentes de control alternativos al control químico como son: otros parasitoides, depredadores, hongos entomopatógenos y antagonistas, extractos vegetales insecticidas y fungicidas, feromonas, etc. que han permitido desarrollar con éxito programas de agricultura orgánica en diferentes cultivos como: café, caña de azúcar, banano, frutales, palma de aceite y algunas hortalizas.

Las crías de *Spalangia cameroni* y su hospedero natural están ubicadas en la ciudad de Palmira, a 1.100 m.s.n.m., 24°C de temperatura y 70% de humedad relativa en promedio.

## **CLASIFICACIÓN DE LAS MOSCAS COMUNES**

La familia Muscidae agrupa varias especies importantes al hombre y a los animales. Se destacan la mosca casera, *Musca domestica* L., transmisora de enfermedades y la o mosca de los establos, *Stomoxys calcitrans* L., con agudo estilete que usa para extraer sangre. Estas dos especies conforman el 90% de la población de moscas. Igualmente son perjudiciales las siguientes especies: la mosca de las letrinas, *Fannia scalaris*, la mosca de los gallineros, *Fannia canicularis* y la mosca de los cuernos, *Lyperosia irritans*.

## **CARACTERÍSTICAS DE LAS MOSCAS**

La mosca pertenece al orden Diptera, son nectarípagas y hematófagas. En el orden Diptera se da una estrategia de adaptación dicotómica de las actividades de alimentación y reproducción en fases diferentes por disponer de estructuras particulares en cada fase (huevo, larva, pupa, adulto) y la transformación de esas estructuras en el curso de la metamorfosis. Una mosca durante su vida de adulto puede tener hasta 21 períodos de oviposición dando una generación cada 15 días y teniendo cinco meses de vida como promedio en estado adulto.

## **CICLO DE VIDA**

En condiciones del Valle del Cauca, después de 20 horas, los huevos de la mosca se transforman en gusanos o pequeñas larvas blancas que al cabo de cinco días se convierten en pupas de medio centímetro de largo, de color pardo; estas pupas al final de cinco días dan lugar a las nuevas moscas o adultos que continúan reproduciéndose durante 15 días aproximadamente.



## **CAPACIDAD REPRODUCTIVA**

Se calcula que cada hembra coloca cerca de 1.000 huevos en masas que esconden en lugares con materia orgánica en descomposición, montones de forraje, estiércol o basura en general. La alta capacidad reproductiva ligada al ciclo de vida corto hacen que las moscas abundan rápidamente. Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, si un par de moscas se cruzaran hoy y sus descendientes se reprodujeran normalmente, sus crías cubrirían la tierra en una capa de varios pies de espesor, en un tiempo de cuatro meses. Afortunadamente para la humanidad hay una gran regulación natural y biológica a este gran potencial reproductivo de las moscas.

## **CAPACIDAD DE BÚSQUEDA**

La gran capacidad de búsqueda y desplazamiento, es otra de las características que favorecen su desarrollo, se estima que el radio de acción de una mosca puede ser de nueve kilómetros en promedio. La existencia de la mosca está muy ligada a la presencia del hombre y es por esto, que se ha considerado el insecto más ubicuo y común del mundo.

## **RESISTENCIA A INSECTICIDAS**

La mosca es quizás el insecto que ha desatado el mayor ataque del hombre con productos químicos para tratar de exterminarla. Es por esta razón que ha adquirido gran resistencia a casi todas las moléculas químicas insecticidas y es posible que en un futuro cercano sea completamente inmune.

## **TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES**

Sabemos, que las moscas son consideradas como vectores de cerca de 20 enfermedades. Algunas de estas son: fiebre tifoidea, diarrea, amibiasis, disentería bacilar, cólera, poliomielitis y diversos gusanos parásitos. Su hábito de caminar y alimentarse de la basura, los excrementos y también de la persona humana y los alimentos, la hacen un agente ideal para la transmisión de microorganismos causantes de enfermedades. El integumento cubierto por muchas setas de las moscas es un portador de muchas bacterias, que se estiman en promedio en 1.250.000 por mosca, llegando a portar un máximo de 6.600.000 bacterias.

En aves, la mosca es el principal vector de enfermedades como: marek, new castle, viruela y bronquitis, enfermedades bacterianas como E.R.C., infecciones coli, coriza, *Salmonella* y cólera, de enfermedades producidas por parásitos como tenias, lombrices fecales y coccidiosis. Al ganado vacuno y caballo transmiten carbones, *Escherichia coli*, *Anaplasma marginale*, *Streptococcus* y *Estafilococcus*, anemia infecciosa, virus, nematodos y coccidios; fuera de éstas es vector de los huevos del nuche, los cuales son transportados en las patas, abdomen y vellosidades, hasta encontrar un huésped final sobre el cual se bajan de la mosca para atacar el ganado.

## **CONTROL BIOLÓGICO**

Consiste en la reducción de las moscas a niveles mínimos, mediante la utilización deliberada y sistemática de sus enemigos naturales, como son los depredadores y parasitoides. Entre los depredadores que se alimentan de huevos y larvas de moscas se encuentran: ácaros, chinches, tijeretas, cucarroncitos, hormigas, las cuales en conjunto llegan a controlar más del 95% de los estados enunciados. Hay quienes aseguran que de 100 huevos sólo logra sobrevivir una pupa. De esta forma se puede apreciar la importancia de la represión ejercida por los depredadores.

Los parasitoides de pupas se convierten en insectos de importancia incalculable, ya que atacan el estado más fuerte de la mosca, pues la fina cutícula pupal no es perforada por ningún depredador. Los parasitoides son pequeñas avispas (4 mm de longitud) de la familia Pteromalidae denominadas *Spalangia sp.* y *Muscidifurax raptor*, las cuales viven en los sitios de acumulación de basuras y estiércol a la caza de pupas de moscas, tienen el hábito de alimentarse y depositar sus huevos sobre



las pupas que encuentran a su paso, destruyéndolas antes de que se conviertan en moscas, pues dentro de las pupas se originará otro parasitoide que le devorará su interior y luego saldrá de ella para destruir más pupas de moscas que es su fin específico.

El ciclo de vida de las avispas es casi el doble del ciclo de las moscas, por lo tanto los niveles de parasitismo y mortalidad de pupas ascienden lentamente con el tiempo transcurrido, con la cantidad de parasitoides liberados y con el número de liberaciones. Este proceso no causa una mortalidad rápida de las moscas, sino que es un programa a mediano plazo donde entran en juego varios factores que define el ecosistema; se estima un tiempo promedio entre 120 y 150 días para lograr el establecimiento del control biológico y por supuesto para alcanzar niveles de mortalidad total de pupas superiores al 90%.

Este método de control de moscas posee muchas ventajas, ya que no utiliza elementos perjudiciales a la salud humana y animal, porque las avispas sólo atacan las pupas de las moscas. Aplicado con regularidad, asegura no solamente un método eficaz, sino también una forma más económica que los procedimientos que emplean insecticidas químicos. Los métodos de control biológico inducidos son menos costosos, permanentes, inocuos, disminuyen el riesgo a la salud humana porque no contaminan el ambiente, ni los suelos, ni las aguas y en el caso que los parasitoides rebajen considerablemente las poblaciones de estas plagas reducen los males que puedan causar.

### ***Spalangia cameroni* LA ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE MOSCAS**

#### **Biología y Hábitos**

En las condiciones de Palmira, el *Spalangia cameroni* dura en estado de huevo de 1 a 2 días, en larva tiene un promedio de 7.3 días y el estado de pupa dura en promedio 6.7 días. En cuanto a la longevidad de la hembra 16.3 días y del macho 14.7 días. Los machos emergen un poco antes que las hembras y se diferencian de estas por la forma en que termina su abdomen. La longitud promedio del cuerpo de los adultos es de 3.2 mm y su color es negro brillante.

Las hembras duran en posición de oviposición 25 minutos en promedio, después se alimentan de la hemolinfa que fluye por el orificio dejado por la penetración del oviscapto. Por cada pupa la hembra siempre deja un huevo. La relación de sexos es de 1 macho a 2 hembras. La progenie producida por hembras vírgenes está conformada solo por machos, lo que indica una partenogénesis arrenotóquia.

Las hembras copuladas tienen un período de longevidad de 14 días, el total de huevos ovipositados por hembra es de 75.1 en promedio, en un periodo de 10.4 días. El periodo de máxima postura está comprendido entre el segundo y el sexto día, en el cual deposita el 54.4% del total de las posturas. La alimentación de los adultos con miel de abejas presenta los más altos valores de longevidad, con diferencias hasta de 8 días respecto al testigo.

En cuanto al hospedero *M. domestica*, la parasitación efectiva es de un 47% utilizando pupas de un día de edad, del 77% con pupas de 2 días y del 28% y 23% para las pupas de 3 y 4 días de edad. Con una relación de parasitación de 1:10 se logran parasitismo del 88% y mortalidad natural de 7.6%.

Las pupas sin parasitar se pueden congelar hasta por 10 días y las ya parasitadas se refrigeran hasta por 15 días a 8°C sin pérdidas significativas en la calidad.

#### **CRÍA DE *Musca domestica***

Para la producción de *S. cameroni* se utiliza su hospedero natural *M. domestica*, la cual se cría confinada en módulos acondicionados a 28-30°C y 60% de humedad relativa. En cada módulo se colocan 60 jaulas de tul (0.5 x 0.5 x 1 m) y en cada una se introducen 10.000 pupas, todas las instalaciones se desinfectan contra entomopatógenos.

### Producción de Huevos

Emergidos los adultos se alimentan con una dieta artificial y después de 10 días se inicia la oviposición sobre un medio de mogolla de trigo humedecida, este medio se cambia cada 24 horas hasta por 12 días.

### Desarrollo y Producción de Larvas

Las larvas se desarrollan en canoas de eternit, alimentadas con un subproducto del trigo, hacia el cuarto día se suspende la dieta y al quinto día entran en prepupa.

### Producción de Pupas

Las prepupas se separan de las pupas mediante anejo mosquitero, ya que las larvas caen por geotropismo. Las pupas frescas se pueden refrigerar hasta por 10 días para luego parasitarlas.

### Parasitación de Pupas por *Spalangia cameroni*

Se utilizan cámaras de madera, vidrio y mangas de tela. Las pupas se colocan en la cámara y se someten a parasitación utilizando una relación de 1:5, por cinco días continuos. Cada 24 horas se retiran las pupas parasitadas y se recuperan las hembras con un tamiz fino. El material parasitado se limpia en el décimo y decimoquinto día, para descartar impurezas y ácaros detritívoros, después entra en refrigeración hasta por 15 días sin pérdidas significativas en la calidad de los parasitoides

### Manejo y Liberación

El *Spalangia* puede ser transportado a los centros de distribución y a los sitios de control, refrigerado en termos de icopor o en cajas de cartón con aserrín de madera. La unidad de liberación es una bolsa de tela (tul), en cuyo interior se depositan aproximadamente 5.000 pupas de moscas parasitadas, a 48 horas antes de la emergencia de los adultos. La liberación se hace cerca a los sitios donde se reproducen las moscas, bajo techo y en los árboles aledaños a la sombra.

### Dosis

Depende del tipo de explotación, número de animales, área afectada, volumen de materia orgánica y población de moscas, así:

Explotación	Avispas / Animal / Mes	Número Trampas / Animales
Ganado en estabulación	4.000	1/10
Caballerizas	4.000	1/10
Ganado en Pastoreo	2.000	1/15
Porquerizas	1.000	1/15
Aves en jaulas	30	1/2.000
Aves en piso	15	1/3.000
Basureros o residuos de cosecha	200 / m2 o 5.000 avispas / Tonelada	1/200 m2



Las recomendaciones deben hacerlas una persona capacitada, por tanto es necesario hacer una visita técnica al sitio de control.

### **SISTEMAS COMPLEMENTARIOS AL CONTROL BIOLÓGICO CON *Spalangia*.**

El porcentaje de mortalidad de las moscas, debido a los efectos de alimentación y parasitación de las avispas, presenta una curva ascendente de tal manera que hacia los 120 días se logran resultados muy satisfactorios. Sin embargo, se deben realizar acciones de manejo de las instalaciones o control cultural a través de la deshidratación rápida de la materia orgánica y la formación de pilas de compost, complementado con el control físico de las moscas adultas, que escapan al ataque de los parasitoides, usando las trampas "cilíndrico-cónicas" que se accionan con nuestro exclusivo cebo atrayente. Con este método económico y sencillo, se logran eliminar miles de moscas sin acudir al uso de sustancias tóxicas contaminantes.

### **COMERCIALIZACIÓN**

Entre los clientes de este biocontrolador están los productores pecuarios, los cuales sufren el flagelo de las moscas en gallineros de piso y jaula, porquerizas, ganaderías estabuladas y en pastoreo extensivo, caballerizas y otras explotaciones de animales domésticos. También se utilizan en explotaciones agroindustriales como es el caso del raquis en la palma de aceite, en residuos de flores, bananos, pulpa de café. Igualmente en restaurantes, condominios campestres, galerías, mataderos, rellenos sanitarios en municipios, etc.

Dependiendo del estado actual del problema de moscas, especie animal, área afectada, vecinos que generen moscas migratorias, y otros factores, se dosifica una cantidad de avispas por mes y un número de trampas permanentes, esto sumado a una visita técnica periódica de capacitación y monitoreo, se establece un costo de control integrado de moscas por mes y por año, el cual nunca es superior al costo en que se incurre si se utilizaran sustancias químicas agrotóxicas, con las consabidas ventajas medioambientales.

Nuestro laboratorio en el año 2.000 produjo y comercializó cerca de 300 millones de parasitoides para el mercado nacional y de algunos países latinoamericanos, convirtiéndose en pionero en la transferencia de tecnología y producción de estos enemigos naturales de las moscas.

# CONTROL BIOLÓGICO DE LAS PLAGAS DE LA PALMA DE ACEITE, *Elaeis guineensis* JACQ, EN COLOMBIA

Hugo Calvache Guerrero, Ing. Agr., M. Sc.

Líder Área Sanidad Vegetal, Cenipalma, Bogotá, e-mail: bcamargo@cable.net.co

Colombia primer productor de palma de aceite en Latinoamérica y cuarto en el mundo, tiene 150.400 ha dedicadas a este cultivo, las cuales se encuentran distribuidas en cuatro zonas productoras, a saber: Zona Norte correspondiente a los departamentos del Magdalena y norte y centro del Cesar, con unas 39.700 ha. Zona Central correspondiente a las áreas palmeras de los Santanderes y Sur del Cesar, con 37.000 ha; Zona Oriental correspondiente a los departamentos del Meta y Casanare, con 52.700 ha y Zona Occidental reducida casi exclusivamente al municipio de Tumaco en Nariño, con 21.000 ha (Fedepalma 2000).

El cultivo de la palma de aceite en la forma como ha venido desarrollándose, reúne todas las características favorables para la presencia de insectos fitófagos, cuyas poblaciones fácilmente pueden adquirir la categoría de plaga. Es un monocultivo que cubre grandes extensiones con un ecosistema muy frágil en proceso de adaptación y con un volumen bastante alto de masa foliar. El ICA a través del programa de Entomología (1989), identificó 95 especies entre ácaros e insectos, que se alimentan de la palma de aceite. Sin embargo, solamente unas 20 especies, según Cenipalma (Calvache y Gómez, 1991) llegan a ser plagas de importancia económica, dependiendo de la zona geográfica del país (Tabla 1).

**Tabla 1. Insectos Plagas de la palma de aceite de mayor importancia, registrados en las diferentes zonas productoras del país**

ESPECIE	ZONAS GEOGRÁFICAS			
	NORTE	CENTRAL	ORIENTAL	OCCIDENTAL
<i>Leptopharsa gibbicarina</i>	*	*		
<i>Strategus aloeus</i>	*	*	*	*
<i>Brassolis sophorae</i>	*		*	*
<i>Stenomoma cecropia</i>		*		*
<i>Retracrus elaeis</i>		*		
<i>Opsiphanes cassina</i>	*	*	*	*
<i>Loxotoma elegans</i>			*	
<i>Sibine fusca</i>		*	*	*
<i>Sagalassa valida</i>				*
<i>Atta spp.</i>	*	*	*	*
<i>Euprosterna elaeasa</i>		*	*	
<i>Dirphia peruvianos</i>		*	*	
<i>Hispoleptis sp.</i>			*	
<i>Durrantia sp</i>	*	*	*	
<i>Inmatidium sp.</i>	*	*	*	
<i>Rhynchophorus palmarum</i>	*	*	*	*
<i>Metamasius hemipterus</i>			*	

La edad de las plantaciones, su extensión, el manejo dado a las plagas a través del tiempo, las barreras geográficas y demás condiciones ecológicas de las diferentes regiones, han originando una cierta especificidad de algunas plagas respecto al área donde constituyen problemas entomológicos graves. En la Zona Norte, por ejemplo se presenta una gama bastante amplia de especies de insectos cuyas poblaciones no han alcanzado niveles críticos como plagas. Sin embargo, la presencia



de *Durrantia* sp. pos *arcanella* Busck (Lepidoptera: Oecophoridae), especialmente en el segundo semestre del año, induce la presencia de la enfermedad conocida como añublo foliar o Pestalotiopsis. También la chinche de encaje, *Leptopharsa gibbicularina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae) está asociada a esta enfermedad en esta zona y últimamente *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Brassolidae) ha comenzado a representar un problema grave en la región. Esporádicamente se presentan brotes de limacodidos cuyo control lo hacen con virus.

La experiencia en la Zona Central, donde inicialmente se presentó el problema de la Pestalotiopsis en la década de los años 70, generó un uso excesivo de insecticidas químicos para el control de insectos inductores de la enfermedad, especialmente *L. gibbicularina*. Las consecuencias de este uso irracional de insecticidas pueden estar ocasionando una serie de problemas como: el desarrollo de resistencia de las plagas claves conocidas, aparición de nuevas especies de insectos y ácaros plagas, deterioro de la población de insectos polinizadores, mayor riesgo de intoxicación para los trabajadores encargados de las aspersiones de insecticidas, incremento de los costos de producción, riesgos por residuos del producto en la cosecha, presencia de otros problemas de naturaleza patológica amen del deterioro ambiental y demás secuelas de este sistema de control de plagas.

El uso del control químico se ha difundido entre los cultivadores de palma, especialmente en la Zona Norte, debido al susto derivado de la espectacularidad del secamiento foliar causado por la Pestalotiopsis, y al efecto casi inmediato en la reducción de las poblaciones de los insectos inductores de la enfermedad, olvidándose de las consecuencias nefastas que ya se están viviendo en regiones donde se ha abusado de este sistema de control.

En las Zonas Oriental y Occidental existen especies de insectos como *Loxotoma elegans* Dyar y *Stenoma cecropia* Meyrick (Lepidoptera: Stenomidae) cuyas poblaciones vienen incrementándose, tal vez como respuesta al control químico por absorción radicular que ejecutan para su manejo. Por otra parte, se viene registrando con preocupación el incremento de los niveles de población de *Cyparissius daedalus* Cramer (Lepidoptera: Castniidae), cuya presencia se ha registrado de manera generalizada en toda la zona Oriental.

En los últimos años, el caso más notorio en todo el país es la presencia permanente de *O. cassina* Felder cuya defoliación severa exige una intervención rápida, cuando se registran 7 –10 larvas por hoja. En forma natural se ha registrado la presencia del parasitoide de huevos *Telenomus* sp. (complejo *californicus*) (Hymenoptera: Scelionidae), cuya acción es muy importante. A pesar de los esfuerzos realizados por algunas plantaciones, no ha sido posible su producción masiva; sin embargo hay especies de este género que se utilizan de forma comercial para el control de otras especies de lepidópteros (Calvache *et al.*, 2000).

En las zonas palmeras, especialmente en aquellas con vocación ganadera como las Zonas Oriental y Central y donde hay concentración de animales domésticos y humanos como en la zona Occidental, existe un problema entomológico grave derivado de la presencia de la mosca de los establos, *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae), cuya reproducción masiva ocurre en los subproductos de la palma de aceite, especialmente en la tusa. Este es un problema grave si se tiene en cuenta que de un racimo de fruto de palma de aceite, el 20% corresponde a la tusa. En otras palabras, en 1999 se produjeron 484.876 ton de tusa, de las cuales, el 35 % correspondió a la zona Oriental. La tusa se utiliza como abono orgánico con un efecto muy claro en la producción, circunstancia por la cual es necesario utilizarla como fuente de nutrientes; sin embargo, por la presencia de la mosca de los establos, su uso está limitado a épocas de sequía previo permiso del ICA, el cual está condicionado al manejo que le esté dando cada plantación al problema.

## CONTROL BIOLÓGICO

En forma natural existe una gran variedad de organismos que actúan como reguladores de las



poblaciones en palma de aceite. Se han realizado algunos reconocimientos generales de los factores de mortalidad de *L. gibbicarina* y de otros insectos plagas de la palma, que han permitido conocer una lista de insectos benéficos, parasitoides y depredadores de varias especies de plagas de palma. Sin embargo, es muy poco lo que se ha avanzado en la cría, multiplicación y liberación de estos insectos. Lentamente se viene incrementando el uso de parasitoides para el control de algunas especies de plaga y es así como se hacen liberaciones de *Trichogramma* spp. para control de *L. elegans* Dyar en la Zona Oriental utilizando 80 pulgadas por hectárea repartidas en dos liberaciones. En el caso de *S. cecropia* en las Zonas Central y Occidental también se hacen liberaciones de *T. pretiosum* Riley utilizando 120 pulgadas por ha repartidas en tres liberaciones. Para ambos casos se ha establecido un sistema de liberación del parasitoide colocándolo en el follaje de la palma, a la altura de la hoja 17.

Para el control de la mosca, *S. calcitrans*, se ha implementado un manejo integrado basado en el uso de trampas y la liberación del parasitoide *Spalangia* spp. (Hymenoptera: Pteromalidae). Se utiliza una dosis de 5000 pupas parasitadas por tonelada de tusa hasta mantener un 70% de parasitismo de las pupas de la mosca en campo.

En el caso de *C. daedalus* Cramer se comienza a utilizar *Ooencyrtus* sp. (Hymenoptera: Oencyrtidae). Sin embargo, su uso es aún muy limitado debido al desconocimiento de la plaga y a la falta del insumo biológico. Este es un caso especial, dado que la multiplicación del parasitoide se hace sobre huevos de la plaga obtenidos mediante la colección sistemática de adultos a través del año.

#### **DISPONIBILIDAD DE LABORATORIOS**

Dada la magnitud de las plantaciones de palma de aceite y ante la necesidad de tener oportunamente el insumo biológico, muchas de ellas tienen sus propios laboratorios de sanidad vegetal y en ellos producen algo de *Spalangia* spp. a un costo muy bajo que no sobrepasa los \$500 por unidad de 5.000 pupas; sin embargo, esta producción solo alcanza a cubrir un 50% de los requerimientos de la zona Oriental. Las otras zonas no tienen este recurso. En algunos casos, los laboratorios del Valle del Cauca han ayudado a suplementar este insumo. Por otra parte, la falta de experiencia del personal dedicado a la producción de *Spalangia* spp. en una empresa dedicada a objetivos diferentes, origina problemas en la producción del parasitoide, lo cual puede ser superado con la oferta de productos de calidad.

En cuanto a *Trichogramma* spp., existen laboratorios especializados que de alguna manera abastecen las necesidades del sector palmero; sin embargo, en cuanto a *T. pretiosum* para el control *S. cecropia*, solo hay un laboratorio localizado en el Valle del Cauca que produce material para una plantación de la zona Occidental. Las plantaciones de la zona Central se encuentran desabastecidas de este insumo.

#### **LITERATURA CITADA**

- CALVACHE, H.; FRANCO; P.N.; ALDANA, J.; ALDANA, R. 2000. Plagas de la palma de aceite en Colombia. Cenipalma, Bogotá. 90 p.
- CALVACHE, H; GÓMEZ P.L. 1991. Comportamiento de las plagas de la palma de aceite en Colombia. Palmas (Colombia). 12 (3): 7 – 14.
- FEDEPALMA. 2000. Anuario estadístico 2000. El cultivo de la palma de aceite en Colombia y el mundo 1995 – 1999. Fedepalma, Bogotá. 120 p.



# LA SERICULTURA: ¿UNA ACTIVIDAD RENTABLE?

César Augusto Cifuentes C., Ing. Agr.  
Director Centro De Desarrollo Tecnológico De Sericultura , CDTs  
E-mail: ccifuentes@cdts.org

## ANTECEDENTES

La sericultura en Colombia se viene desarrollando en forma comercial y consecutiva desde hace 31 años.

La Sericultura:  
una actividad rentable !

Copyright 2001  
CDT S.A. Todos los derechos reservados.  
No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

## Etapas de la Sericultura en Colombia



Fue a partir de 1970 cuando la Federación Nacional de Cafeteros inició investigaciones de adaptabilidad de la morera y el gusano de seda a las condiciones agroclimáticas colombianas en las instalaciones de CENICAFE en Chinchiná. A partir de 1980, la Federación de Cafeteros inicia la promoción del proyecto entre productores del Eje Cafetero y del Cauca, dentro de su Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras. En estos primeros 20 años de desarrollo y promoción del proyecto (hasta 1990), la Federación importaba los huevos híbridos de gusanos de seda desde el Japón, los incubaba y criaba durante su fase joven (hasta el tercer ínstar), los entregaba a los agricultores y éstos, una vez producían los capullos, vendían sus cosechas a la misma Federación de Cafeteros, quien se encargaba de “secar” este capullo y exportarlo de esta forma de nuevo al Japón, único comprador hasta entonces.

A partir de 1990 se inicia una nueva era de la sericultura con la aparición de industrias privadas productoras de seda cruda y fue así como se crearon las empresas “COSEDA” en el Departamento del Cauca y “COKOSILK” en Risaralda, ambas con inversionistas Coreanos.

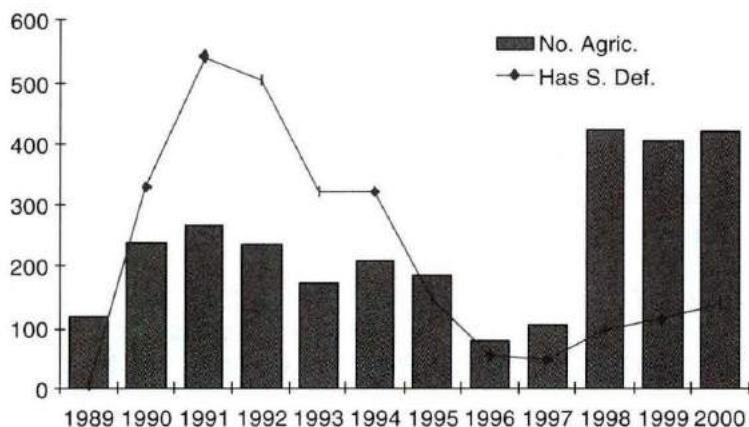
El proyecto de sericultura ha estado acompañado, como es normal que le suceda a proyectos nuevos, de la palabra “crisis”, de las cuales merecen destacarse dos épocas de dificultades. La primera, entre 1984 y 1986, cuando el gobierno japonés cerró las importaciones de capullo y le dejó de comprar el capullo seco a la Federación de Cafeteros originando una profunda crisis interna que arrojó como resultado mala imagen en el proyecto y retiro de un buen número de productores. La

segunda crisis se inició en 1991 y se consolidó en 1992 como resultado de una dramática caída en los precios internacionales de la seda que arrojó como resultado en Colombia la desaparición de la empresa caucana y la entrada en “concordato” de la empresa COKOSILK en Risaralda.

A partir de 1994, con la creación del CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE SERICULTURA – CDTS, se hace una división clara de las actividades serícolas, responsabilizando a esta última entidad de liderar la totalidad de las actividades científicas y tecnológicas de la sericultura en Colombia, además de la producción de híbridos de *Bombyx mori* para los productores y la empresa COKOSILK se responsabilizó de la comercialización total de la producción de capullo en Colombia y de su procesamiento industrial con fines de exportación hacia el exterior.

La Sericultura:  
una actividad rentable !

Comportamiento Areas y No. Sericultores



Como resultado de las crisis, en los últimos diez años se han presentado cambios muy importantes en la sericultura colombiana. Especialmente el tipo de usuario (sericultor).

Inicialmente se contaban con grandes productores de capullo y hoy en día la actividad se desarrolla exclusivamente con pequeños. La aparición de industrias productoras de seda cruda, además de los buenos precios del mercado externo e interno de la seda y el capullo, generó un gran entusiasmo por las siembras y fue así como en muy corto tiempo se logró establecer, solo en el eje cafetero, casi 600 has de morera en menos de dos años, como se muestra en la siguiente figura:

Nótese que mientras en 1991 el promedio de ha/usuario se encontraba en niveles de 2.4, para el 2000 la relación se ha invertido completamente contando con un promedio de 0.4 ha/usuario, es decir la crisis de 1992 trajo como consecuencia la pérdida de áreas de morera en manos de grandes productores y a partir de 1998 se reinician las siembras con pequeños productores con áreas muy pequeñas.

El crecimiento ha sido el factor más limitante en el desarrollo de la sericultura en Colombia, como resultado de las diferentes crisis por las que ha atravesado el sector como se comentó al inicio de este documento.

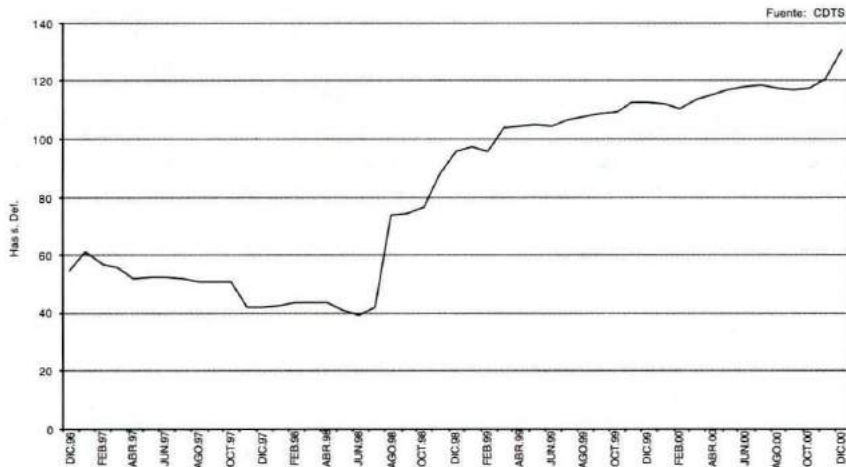


La Sericultura:  
una actividad rentable !

GraphTime™ and a  
CDP International  
are needed to use this picture.

### Evolución Siembras de Morera

1996 - 2000



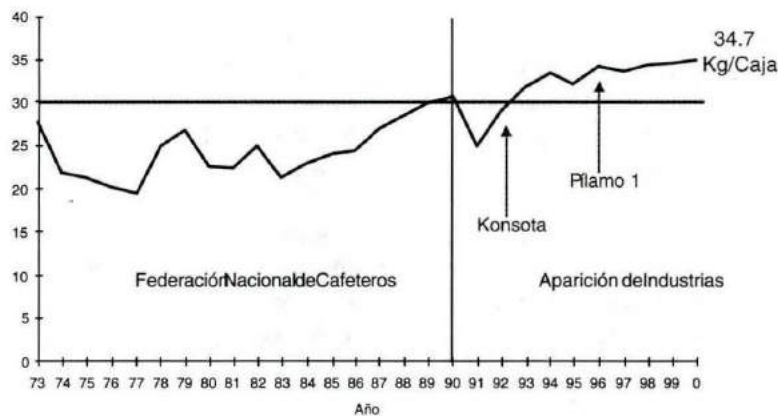
De todas formas, como se puede apreciar en la siguiente gráfica se ha iniciado desde 1998 una recuperación de las áreas en morera y producción de capullo, gracias también al mejoramiento en el mercadeo y compra de las cosechas de los capullos a los productores.

Una de las formas de medir el aumento de la productividad es utilizando una variable internacional que es "Kg/Caja", es decir, cuantos kilos de capullo se pueden obtener de la cría de una caja de gusanos con 20.000 unidades. El comportamiento de esta variable desde 1973, se aprecia a continuación:

La Sericultura:  
una actividad rentable !

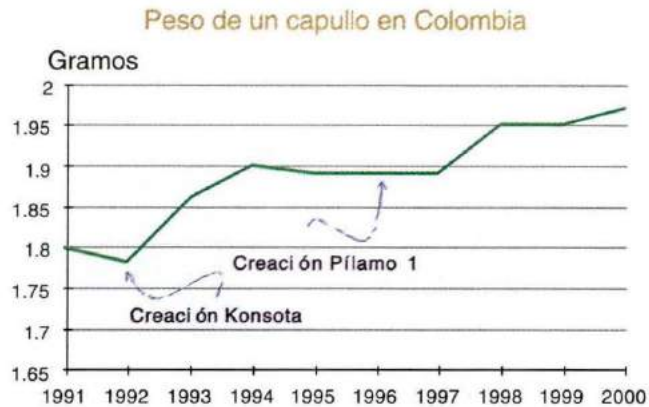
GraphTime™ and a  
CDP International  
are needed to use this picture.

### Comportamiento Kg/Caja en Colombia



Fuente: CDTS

Nótese que solamente a partir de 1992, con la creación del híbrido colombiano "konsota" se inició un progreso en esta variable superando el estandar internacional de 30 Kg/Caja y después de la aparición del híbrido "Pilamo 1" en 1996, creado por el CDTS con el apoyo del ICA, se ha alcanzado el máximo nivel de productividad en Colombia en todos los tiempos con casi 35 Kg/Caja.

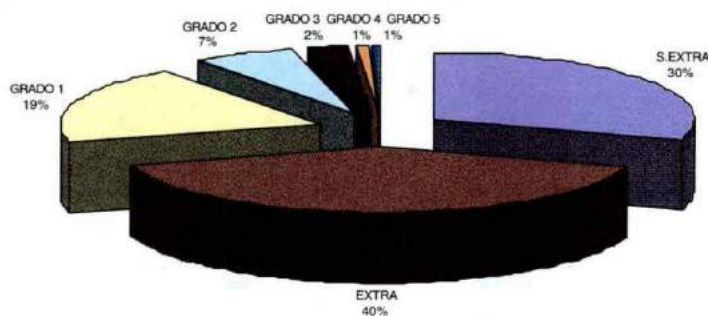


Fuente : CDTS

Complementariamente, el tamaño y peso del capullo también ha venido presentando un crecimiento positivo:

Nótese que el tamaño del capullo ha venido en aumento después de la creación de híbridos locales alcanzando promedios de casi 2 gramos por capullo, es decir, de capullos de buen peso con referencia a los parámetros internacionales.

### Calidad del Capullo en Colombia en el 2.000



FUENTE: CDTS

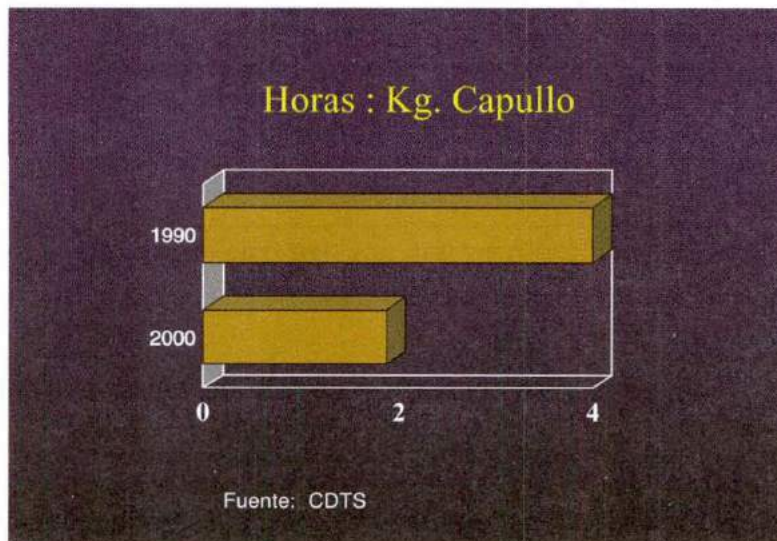


Pero la producción de capullo en Colombia no solo ha aumentado en cantidad o en mejoramiento de los indicadores de productividad, sino también en la calidad del capullo producido. El mejoramiento en

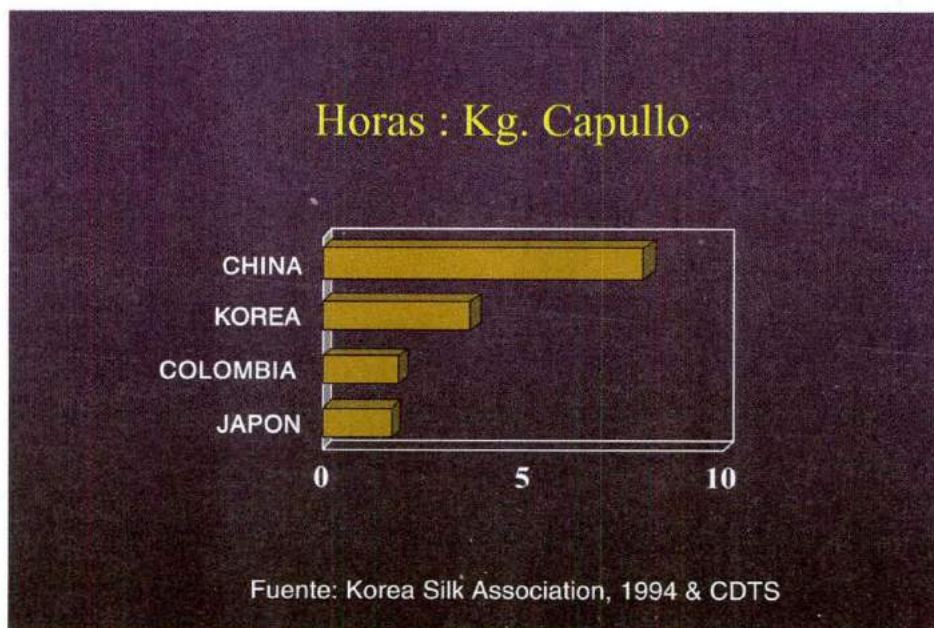


la calidad del capullo ha sido tal, que para el 2.000 el 90% del capullo producido en Colombia se mantuvo en los tres primeros grados de calidad (Super Extra, Extra y Grado 1):

En cuanto a la disminución de costos se refiere, también se han tenido importantes avances. La disminución de la densidad de población de plantas/ha, el uso más eficiente de camarotes o camas de cría, la definición de indicadores en labores y costos han repercutido en una significativa disminución en los costos de producción a tal punto que en 1990 un productor normal se gastaba 4 horas de trabajo para producir un Kg de capullo y hoy perfectamente puede utilizar la mitad de ese tiempo (2 Horas):



Los niveles de eficiencia alcanzados son de mostrar a nivel internacional, ya que si se compara nuestro país con otros países productores, se tiene:

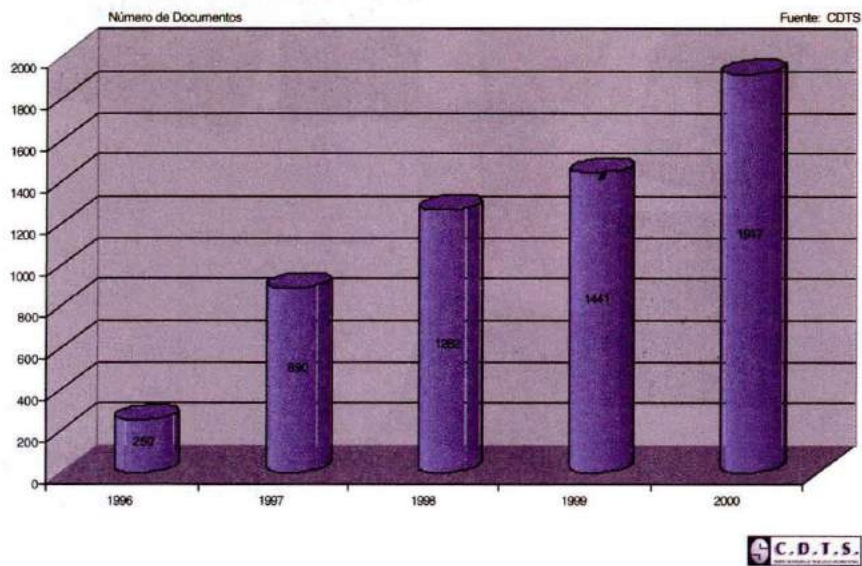


Fuente: Korea Silk Association 1994 & CDTS

La Sericultura:  
una actividad rentable !

QuilTime™ and a  
CDP International  
are needed to see this picture

### Crecimiento de la Biblioteca Serícola



Nótese que la eficiencia alcanzada en Colombia solo es superada por Japón, quien utiliza menos de 2 horas para producir un kilo de capullo, gracias a procesos de mecanización y automatización, mientras que otros países como Korea emplean 3.5 horas y China gasta hasta 8 horas para producir un kilogramo de capullo.

Todo el conocimiento generado en el país y el recibido de otras fuentes ha sido recopilado en una Base de Datos en el CDTs, llamada "Biblioteca Serícola" que ha mostrado un crecimiento importante al pasar de solo 250 documentos en 1996 a 1.917 documentos en el 2000. Esta recopilación hace que el CDTs posea en el momento la Biblioteca de Sericultura más grande del país y quizás de América Latina. Allí se cuenta con información clasificada por temas en morera, *Bombyx mori*, mercado internacional, procesamiento industrial y artesanal de la seda, entre otros:

Las publicaciones con las que hoy se cuenta en materia de sericultura han sido uno de los principales avances de la sericultura en nuestro país. La creación de la revista "Sericultura Colombiana", de la revista "Avances Técnicos del CDTs", de la revista "Biblioteca Serícola", la publicación del "Manual Técnico de Sericultura", de cartillas para campesinos sericultores, de cartillas y manuales de producción artesanal de seda, de folletos, plegables, afiches y videos entre otros son claro ejemplo de ello.



La Sericultura:  
una actividad rentable !



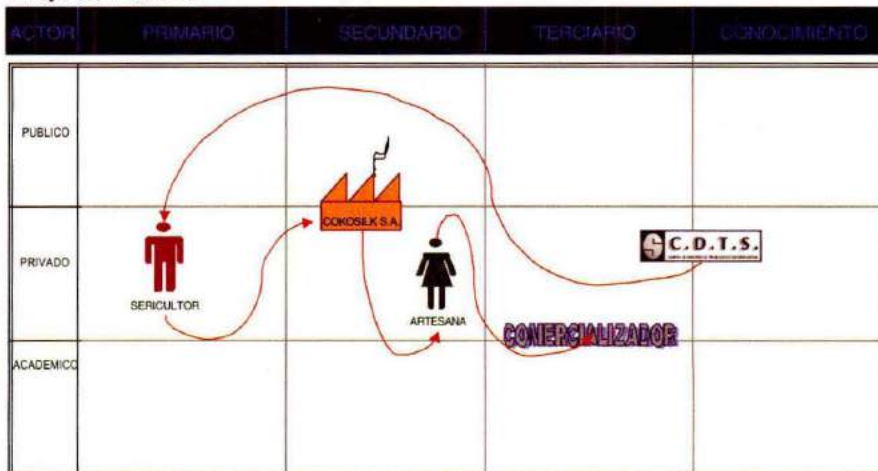
## LA CADENA PRODUCTIVA

A partir del año 2.000 el proyecto de Sericultura en Colombia se consolidó bajo el concepto de "cadena productiva", en el cual se involucraron los cuatro sectores de la economía (Primario, Secundario, de Servicios y del Conocimiento) y los tres actores de la sociedad (sector oficial, sector privado y academia).

En el sector primario de la cadena se encuentran más de 400 campesinos productores de capullo en cinco departamentos colombianos (Caldas, Risaralda, Cauca, Valle y Quindío), que cultivan la morera producen la materia prima para la producción de hilos y prendas de seda.

## Cadena de la Sericultura

Proyecto Nacional



En el sector secundario se encuentran participando hoy en Colombia la empresa COKOSILK S.A. y un grupo de 230 artesanos de la seda en el Eje Cafetero y el Cauca, que transforman los capullos en seda cruda, hilos y prendas. La empresa COKOSILK S.A. compra las cosechas de capullos a la totalidad de los sericultores colombianos y además de realizar procesos de transformación del capullo en hilo para las artesanas.

En el sector terciario, el CDTS con el apoyo de las UMATAS, Ministerio de Agricultura y otras entidades está brindando servicios de capacitación, asistencia técnica, transferencia de tecnología y suministro de híbridos (gusanos) para los sericultores del país.

En el sector del conocimiento (cuaternario), igualmente el CDTS con la colaboración de su Comité Técnico y Científico en donde participan CENICAFE, CORPOICA y las Universidades de Caldas, UTP y UNISARC está generando la tecnología y el "Know How" suficiente y adecuado para el desarrollo de la sericultura en Colombia y para que esta pueda ser competitiva a todos los niveles.

Dentro de toda la cadena se ha contemplado igualmente el concepto integral "ZERI" de aprovechamiento de la totalidad de los productos y subproductos de los procesos serícolas con la concepción de armonizar con el medio ambiente. Es decir, que la tecnología y el conocimiento generado se transmite a través de los servicios de asistencia técnica y capacitación en forma directa a los sericultores y artesanos, los sericultores producen capullos para la industria y para los procesos artesanales y los artesanos a su vez obtienen productos para ser comercializados en los mercados internos y externos.



Por fortuna la cadena cuenta hoy con el respaldo de otras instituciones como la Federación Nacional de Cafeteros, el SENA, el FOREC, la Corporación Andina de Fomento, especialmente en el sector de servicios y adicionalmente la cadena está orientada y coordinada por unos organismos "macro" tales como el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Desarrollo Económico, las Gobernaciones de Risaralda y Caldas y la Alcaldía de Pereira.



## PROYECCIONES E IMPACTOS DEL PROYECTO

El proyecto contempla el establecimiento en Colombia de solo 300 ha de morera, así:

Item	2001	2002	2003
Has. Actuales	130		
Nuevas Has FORECAFE	10	90	
Has. Faltantes		70	
<b>Has Acumuladas</b>	<b>140</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

Como se puede apreciar, actualmente se cuenta con 130 ha sembradas. Con el convenio FORECAFE se establecerán 100 ha nuevas en la zona de influencia del terremoto de Ene/99 y 70 ha más serán necesarias establecer en cualquiera de los 30 municipios en donde se desarrolla hoy la actividad.

Una vez establecida esta área se tendrá el siguiente impacto socioeconómico:

### Generación de empleo

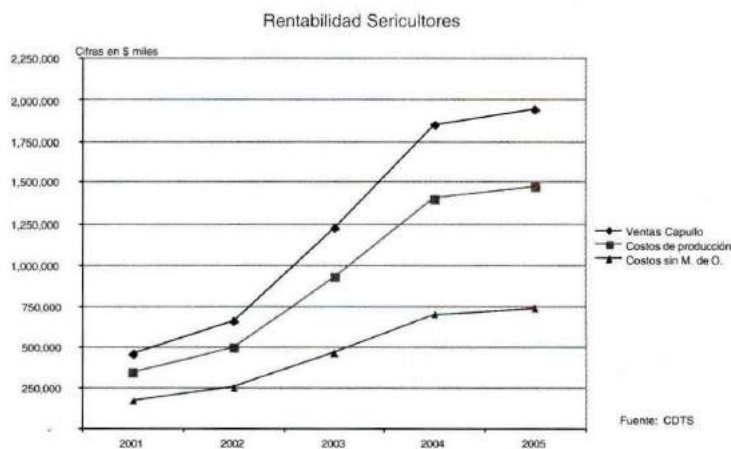
En el área rural (Sericultores)	600 empleos
Generación y Transf. Tecnología	100 empleos
Procesamiento Industrial del hilo	200 empleos
Producción artesanal	1.000 empleos

**TOTAL** 1.900 empleos directos y estables

Vale la pena mencionar que los empleos generados son estables ya que el cultivo después de establecido, tiene una duración de 20 años en producción.

### Impactos económicos

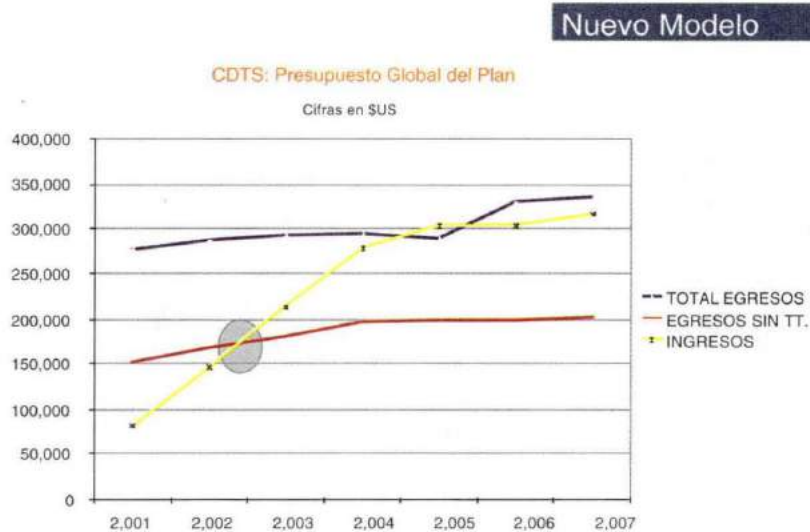
La siguiente gráfica ilustra los ingresos, costos y rentabilidad del proyecto para los sericultores:



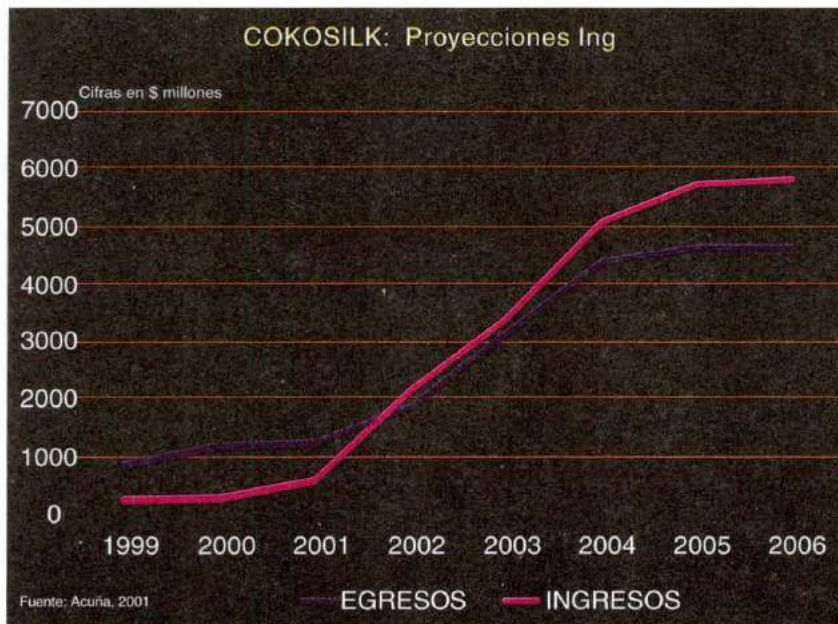
Como se puede apreciar, los ingresos por concepto de venta de capullos para los sericultores estarán alrededor de \$ 2.000 millones en el año 2005, mientras que sus costos de producción serán de \$1.500 millones (incluyendo su mano de obra) y de unos \$750 millones excluyendo su mano de obra en los costos, que es allí principalmente en donde se encuentra el principal atractivo de este eslabón desde el punto de vista social, es decir dar la oportunidad de trabajo familiar en cada unidad productiva.

Las artesanas por su parte generarán ingresos por venta de prendas cercanas a los \$5.000 millones anuales, en el año 2033, con un margen de rentabilidad para ellas cercana al 25%.

El CDTS alcanzará su punto de equilibrio a principios del 2.003, como lo muestra la siguiente gráfica:



De igual forma la empresa COKOSILK, también alcanzará su punto de equilibrio en el año 2002, como lo enseña la siguiente gráfica:





## LITERATURA CITADA

- CHAVANCY, GERARD, Traducción: Cifuentes C., César A. Reporte sobre la Sericultura en Colombia. Rome, FAO, Oct. 1993 22 p.
- CIFUENTES C., C. A. Estado actual y potencial de la Sericultura en Colombia. Pereira, Revista "Sericultura Colombiana" No. 19 CDTS, Julio 1997. 6 p.
- CIFUENTES C., C. A. CDTS, 5 años. Pereira, Revista "Sericultura Colombiana" No. 31 CDTS, Julio, 1999. 5 p.
- CIFUENTES C., C. A. & KIM, MYUNG HAN. Sistema "COLOMBIANO" de Clasificación de Capullos. Pereira, Revista "Sericultura Colombiana" No. 3 CDTS , Nov. 1994. 3 P.
- COMITÉ TÉCNICO Y CIENTÍFICO DEL CDTS. 2do. Plan Global de Investigaciones (Portafolio de Proyectos). Pereira, CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE SERICULTURA – CDTS, Oct. 1997. 51 p.
- HERNÁNDEZ S., JOSÉ I. Verificación de los parámetros de costos y rentabilidad de la sericultura en el Eje Cafetero y Norte del Valle. Manizales, Convenio CDTS - U. de Caldas, 1995. 214 p.
- RINCÓN, G. & CIFUENTES C., C. A. Evaluación de la Producción Comercial de Seda Cruda desde la Fase Agrícola hasta el Procesamiento Industrial. Pereira, CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE SERICULTURA –CDTS, Oct. 1996. 129 p.
- SASTRE, M. La Seda Artesanal del Cauca. Pereira, Revista "Sericultura Colombiana" No. 7 CDTS, Julio 1995. 1 p.
- SOHN, K. W.; RAMIREZ, L. & CIFUENTES C., C. A. Mejoramiento Genético del Gusano de Seda (*Bombyx mori*) en Colombia. Pereira, Avances Técnicos del CDTS. 1(1):1997. 15 p.
- SOHN, KEE WOOK. Píamo 1 y Píamo 2: Dos nuevos híbridos de Gusano de Seda creados por el CDTS. Pereira, Revista "Sericultura Colombiana" No. 14 CDTS, Sep 1996. 2 p.
- SOHN, KEE WOOK & ARIAS, J. F.. Utilización del gusano de seda en polvo para el control de la diabetes. Pereira, Revista "Sericultura Colombiana" No. 32 CDTS, Sept. de 1999. 4 p.
- SOHN, KEE WOOK & RAMÍREZ, L. Producción y Manejo de Huevos del Gusano de Seda. Pereira, Centro de Desarrollo Tecnológico de Sericultura CDTS, Julio 1996. 35 p.

## PRODUCCIÓN DE PARASITOIDES PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ, *Hypothenemus hampei* (FERRARI)

Jaime Orozco, Ing. Agr., M. Sc.  
 Investigador Científico, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, e-mail:  
 jaime.orozco@cafedecolombia.com

El programa de investigación desarrollado por el Centro Nacional de investigaciones de café "Pedro Uribe Mejía" Cenicafé, ha considerado de mucha importancia los estudios con los parasitoides de origen africano, debido a su capacidad para reducir las poblaciones de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en el campo. Tres parasitoides han sido introducidos a Colombia. *Prorops nasuta* Waterston y *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae) que actúan como ectoparasitoides de prepupas y pupas, fueron introducidos en 1.988 y 1.989 desde Inglaterra y Ecuador después de cuarentenas en el Instituto Internacional de Control Biológico I.I.B.C. actualmente CABI Bioscience. *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) que es un endoparásitoide de adultos de *H. hampei*, fue introducido en 1.991 también procedente de material cuarentenado en el CABI, pero el bajo número de adultos emergidos no permitió el establecimiento de una colonia en el laboratorio en Colombia. En 1.996 se intentó nuevamente, y en ésta ocasión se tuvo éxito para establecer una colonia inicial.

### BIOLOGIA Y HÁBITOS DE *Prorops nasuta*

*P. nasuta* fue descrito en 1923 por Waterston. Conocido como la avispa de Uganda es indígena de Africa Ecuatorial región de Uganda, Bukota, Tanzania, Congo Belga hasta Africa Occidental. En Costa de Marfil no ha sido registrada. Este parasitoide, actúa sobre las poblaciones de broca en fruto maduro, sobremaduro y seco. Recién emergidas las hembras, penetran al interior del fruto a través del orificio hecho por el adulto de *H. hampei*, permaneciendo dentro del mismo hasta su muerte. Primero, mata la broca fundadora e inmediatamente comienza a alimentarse para lo cual todos los estados inmaduros son viables. Este proceso es necesario para la maduración de sus huevos. Después de 3 a 5 días, comienza el período de oviposición. Los huevos son colocados en cualquier parte del cuerpo, con alguna preferencia por la parte ventral ó lateral de las prepupas y pupas. Regularmente las avispidas ovipositan un huevo por estado parasitado, aunque en algunas ocasiones se han registrado dos huevos en un solo huésped. Hasta 52 capullos se han registrado dentro de una sola cereza, pero en general el número de estados del parasitoide depende de la cantidad de estados inmaduros de *H. hampei* en el fruto, especialmente larvas y pupas. El macho del parasitoide tiene como única función la cópula, en tanto que la hembra actúa como predador de huevos, larvas, pupas y adultos, mientras que la larva actúa como parasitoide de prepupas y pupas y larvas de segundo instar que están cerca de completar el período larval. En promedio el ciclo de vida desde huevo hasta adulto dura de 24 a 37 días con temperaturas entre 22 y 25°C.

### La avispa de uganda como recurso de control

La avispa de Uganda como recurso de control, se inició en Bukota, lugar vecino de Uganda su lugar de origen, con las experiencias registradas por Hargreaves. Él menciona que éste parasitoide con la ayuda de *Heterospilus coffeicola* mantienen al insecto plaga bajo control. Sin embargo, Michelmores aseveró más tarde que la presencia de *P. nasuta* proporcionó un mínimo control sobre la broca en estudios realizados en el Africa Ecuatorial. Trabajos realizados por el autor en Uganda entre 1999 y el año 2000 corroboran el registro de Hargreaves. En todos los casos registrados en 10 distritos productores de café en Uganda, se pudo constatar la presencia de los parasitoides *P. nasuta*, y



*Heterospilus coffeicola* y un tercero registrado en Togo (Africa) en 1988 por Olger Bo BUSTILLO, A. E. 1995. Utilización del control biológico clásico en un programa de manejo integrado: El caso de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. In: Memorias Curso Internacional Manejo Integrado de Plagas, ICA-U. de Nariño, nov. 27-dic. 1, 1995, San Juan de Pasto, Colombia, p.143-148.

rbón Martínez y descrito como *Phymastichus coffea* por La Salle en 1990. el cual junto con los parasitoides anteriormente registrados mantienen las poblaciones de la broca bajo control, no habiendo sido necesario el uso de productos insecticidas de origen químico hasta el presente año en el país de origen del género *Coffea*. En todas las fincas muestreadas fue necesario ubicar los lugares precisos donde se encontraba el fruto cereza atacado, obteniendo con éste muestreo no aleatorizado un porcentaje de infestación de 9%, comparado con el real ponderado inferior al 1%

En Kenya (Africa) en los límites con Uganda donde éstos tres parasitoides son comunes, se han reducido las poblaciones naturales de éstos parasitoides, por las continuas aplicaciones de productos químicos utilizados para el manejo de otros problemas entomológicos o patológicos, por lo cual el efecto de control de los enemigos naturales es muy bajo comparado con Uganda.

En Colombia el establecimiento de *P. nasuta* en el campo ha sido exitoso en altitudes comprendidas entre 1.200 y 1.600 m.s.n.m. Sin embargo, su eficacia en el control se reduce con el transcurso del tiempo, por la recolección de los frutos maduros, sobremaduros y secos después de cosecha. En los sitios de liberación la recolección de frutos maduros después de la cosecha, práctica conocida como RE-RE, puede reducir en promedio un 7 a 14% de frutos parasitados, con valores en algunos casos hasta de 24%. Para evitar ésta pérdida del material biológico y permitir un mayor control y establecimiento ha sido muy valioso en campo el uso de jaulas de recuperación, dentro de las cuales se coloca el fruto brocado proveniente de los sitios de liberación. Usando éste método se ha logrado aumentar el establecimiento del parasitoide en un 95%.

Debido a que la medida de control denominada RE-RE es considerada de acuerdo con los resultados obtenidos, como la más importante dentro del manejo integrado de la broca, se hace necesario multiplicar masivamente éste parasitoide para su liberación en campo y así mejorar su eficiencia en el control de las poblaciones de broca. En Brasil la avispa redujo las poblaciones de broca cuando se liberó masivamente. De Toledo informa que en Sao Paulo entre el 2 de enero y el 30 de mayo de 1.937, se incrementó el porcentaje de cerezas parasitadas en el campo de 0.7 a 1.35 % lo cual equivale a un 48 % de aumento.

A pesar de los resultados tan variables en los diferentes países donde se ha liberado *P. nasuta*, este parasitoide junto con *C. stephanoderis* y *P. coffea*, representa una alternativa económica, especialmente en plantaciones de café localizadas en terrenos muy accidentados en donde las aplicaciones de insecticidas son difíciles y por consiguiente ineficientes, en plantaciones pequeñas, cultivos muy viejos y donde no se hace uso continuo de insecticidas químicos

El uso de insecticidas en los lotes donde se han liberado los parasitoides debe evitarse al máximo debido al efecto letal que éstos tienen sobre los adultos del parasitoide. De acuerdo con los resultados obtenidos por Cenicafé, los insecticidas pirimifos metil, fenitrothion, endosulfan y clorpirifos pueden ocasionar mortalidades hasta de 84% cuando son aplicados un día después de haber sido liberados los parasitoides.

## **BIOLOGIA Y HABITOS DE *Cephalonomia stephanoderis***

*C. stephanoderis* es considerado el parásito más importante de *H. hampei* en Costa de Marfil. Su biología y hábitos son bastante similares a las de *P. nasuta*. La hembra pone sus huevos uno por larva, regularmente sobre la parte ventral de las larvas que están próximas al estado de prepupa, prepupas y pupas. Es común registrar también huevos en la parte dorsal ó lateral de los estados



parasitados. La larva consume todo el contenido interno del huésped, hasta dejar solo la cutícula. Posteriormente teje un capullo sedoso donde empupa y al alcanzar el estado adulto rompe el capullo, abandona el grano y comienza su proceso de búsqueda de granos infestados por *H. hampei*.

### **La historia de la avispa de costa de marfil como recurso de control**

Los primeros registros de campo fueron hechos por Ticheller (1963) en Costa de Marfil quien encontró un 21% de parasitismo en lotes cosechados. En árboles no cosechados el porcentaje de cerezas con presencia de *C. stephanoderis* alcanzó un 27% para las cerezas rojas y un 50 % para las negras. Menciona además, que muy pocos escolitidos llegan a salir de una cereza que contenga *Cephalonomia*. Este puede ser responsable de una reducción considerable de la población de *H. hampei* que pueda quedar en cerezas sin recolectar después del período de cosecha en una plantación bien manejada.

Aristizábal *et al.* (1998) encontró que la acción predatora de éste parasitoide puede reducir hasta un 65 % en promedio de la población de *H. hampei* incluyendo además de los adultos, huevos y larvas. Kock (1973) registró en condiciones de campo en el lugar de origen de *C. stephanoderis* parasitismos entre 20 y 30 %. En México Barrera *et al.* (1991) encontraron 30 % de parasitismo y mencionan que el parasitoide tuvo un buen establecimiento. En Colombia Benavides *et al.* (1994) encontraron entre un 22% y 65% de parasitismo en fincas ubicadas entre 1.080 y 1.640 m.s.n.m. Campo y Carrillo (1991) en Guatemala observaron parasitismos entre 3% y 42%. Aristizábal *et al.* (1995) en un lote de café con una infestación menor del 5% encontraron en promedio 10.2% de parasitismo. Se mostró que el parasitoide como parte de las alternativas de manejo integrado de la broca fue capaz de mantener el nivel de infestación por debajo del 5%. Durante el año 2.000 se llevó a cabo una evaluación en 124 fincas en 49 municipios correspondientes a 16 departamentos del país. Se liberaron 10.213.000 avispietas de *C. stephanoderis* y 9.618.000 de *P. nasuta*. La evaluación del establecimiento se hizo disecando los frutos ubicados dentro de cajas de exclusión. En todos los departamentos se evidenció el establecimiento de los parasitoides, aunque se encontró que el número de estados biológicos de *P. nasuta* fue superior al de *C. stephanoderis*, lo que implica un mejor establecimiento de la avispa de Uganda. De igual manera se registra este comportamiento de los dos parasitoides en Nariño, Quintero (1996) quien realizó una evaluación del establecimiento de *P. nasuta* y *C. stephanoderis* liberados entre 1990 y 1993, tanto el establecimiento como la dispersión fueron superiores para la especie *P. nasuta* encontrada en 77% de las fincas muestreadas mientras que para *C. stephanoderis* éste valor fue de 18.2%

### **Cria de *P. nasuta* y *C. stephanoderis* en laboratorio**

La cría de estos dos parasitoides se realiza sobre grano pergamino húmedo. La humedad inicial de éste debe ser del 45% para permitir un adecuado desarrollo de los estados inmaduros de la broca. Las brocas adultas para la infestación del grano pergamino se obtienen de fruto maduro, sobremaduro y seco infestado proveniente del campo. En el laboratorio este fruto se extiende en bandejas de madera con fondo en malla metálica donde cumple un proceso de secado de la pulpa con la ayuda de ventiladores. Este proceso dura 45 días a través de los cuales se consigue el desarrollo de los estados inmaduros de la broca hasta alcanzar su estado adulto. El grano con los adultos desarrollados se coloca dentro de jaulas de emergencia, donde son recolectados de las paredes de la jaula. La infestación del grano pergamino se realiza colocando de 4.000 a 5.000 granos en bandejas metálicas de 90cm. X 30cm x 6 cm con una relación de 2 a 3 brocas por grano, las cuales son esparcidas uniformemente. De esta manera se llevan las bandejas a un cuarto de cría con 25 °C de temperatura y 85 % de humedad relativa, donde se realiza el proceso de desarrollo de los estados inmaduros de *H. hampei*. Cuando aparecen las primeras pupas, lo cual ocurre a los 23-25 días, es el momento adecuado para la parasitación. Para ésta se colocan 170 granos dentro de frascos de conserva y se adicionan 225 adultos del parasitoide. Posteriormente, los frascos se llevan a un cuarto con 25°C y una humedad relativa de 80% donde se cumple el proceso de parasitación y



desarrollo de los estados inmaduros del parasitoide. Una vez emergen los primeros adultos de las avispidas, los granos parasitados se colocan dentro de cajas de emergencia y de allí se colectan los adultos con la ayuda de un aspirador.

### **Costos de producción**

Para instalar un laboratorio con una capacidad de producción de 100 millones de parasitoides por año, se requiere lo siguiente:

#### **MANO DE OBRA**

1 Profesional  
1 Auxiliar  
10 Operarios

#### **MATERIALES**

Café seco de agua Kg / mes 3.000  
Café cereza Kg / mes 10.000  
Agroquímicos  
Servicios públicos  
Alquiler  
Transporte  
Imprevistos

#### **GASTOS FINANCIEROS**

Polizas  
Seguros  
Cámara y Comercio  
Impuesto a las ventas  
Retención

#### **PARAMETROS DE PRODUCCION**

Porcentaje de grano infestado	90 %
Porcentaje de grano para la avispa	80%
Porcentaje de grano parasitado	80%
Número de avispas por grano	6
Granos pergamino por kilo	3.000
Granos por mes	7.500.000

Los costos de la mano de obra representan el 30% del total de costos de producción, mientras que los materiales directos son el 42%. La rentabilidad en la producción de éstos parasitoides está relacionada directamente con respecto a los parámetros de producción. Valores por debajo de éstos disminuyen el margen de ganancia de la empresa. La producción de parasitoides en Colombia se llevó a cabo con la participación de la empresa privada. La metodología de cría masiva desarrollada por Cenicafé, fue transferida y a través de licitación pública se hicieron contratos de producción entre la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia con 10 laboratorios particulares. La producción contratada por laboratorio fue de 100 millones de parasitoides por año. Cuando las empresas contratadas se ajustaron a los parámetros productivos, obtuvieron rendimientos entre 50 y 75 centavos de peso por avispa, pero en algunos casos éstos rendimientos se vieron afectados por bajas en la producción debido a problemas de contaminantes, dificultad para conseguir el fruto cereza

infestado en algunas épocas del año, ó por deficiencia en la labor administrativa, presentándose varios casos en que los laboratorios no pudieron alcanzar a producir la cantidad de avispas contratada.

## **BIOLOGÍA Y HÁBITOS DEL PARASITOIDE *Phymastichus coffea***

*Phymastichus coffea* fue originalmente descubierto en el Africa centro occidental, en Togo en 1987 por Olger Borbón Martínez (Borbón 1990). El parasitoide se encuentra distribuido desde Africa occidental, Benin, Camerún, Costa de Marfil, Togo, hasta Africa Oriental, Burundi, Uganda y Kenia. *P. coffea* es un endoparasitoide primario de adultos de *H. hampei* (Borbón 1990). El ataque en el campo ocurre cuando los adultos de broca, inician su colonización en la cereza y su abdomen está aún expuesto. Recién emergidos los parasitoides, reposan sobre el grano y comienzan mover su primer par de patas contra las antenas y en forma alterna mueven su tercer par de patas como limpiando su cuerpo. Posteriormente puede iniciar la búsqueda de su huésped. Una vez encontrado, la hembra del parasitoide se coloca encima del hospedero y con su ovipositor penetra los élitros de la broca y coloca dos huevos internamente correspondientes a un macho y una hembra. Aunque se ha observado superparasitismo, no se desarrollan más de dos avispas por huésped. Al eclosionar las larvas consumen el contenido interno de la broca y antes de empupar la larva del macho se coloca sobre la parte posterior del pronotum y la larva de la hembra sobre el abdomen. Al terminar su periodo pupal la hembra rompe por la parte posterior de su huésped y por allí emergen. El ciclo de vida tiene una duración de 38 días desde huevo hasta el desarrollo del adulto. La longevidad de la hembra es de tres días. El ciclo es como sigue: huevo 2-3 días, larva 10 días, prepupa 1-2 días y pupa 18 días. En cuanto al parasitismo, Borbón (1990) registró porcentajes de parasitismo en campo entre 29.67% y 11.8%. Vergara (1998) encontró parasitismos entre 41.23% y 66.55%.

### **Introducción de *Phymastichus coffea* en fincas**

Con la colaboración del personal del Convenio CFC- OIC-Cabi Biosciences- Fedecafé, se han venido realizando liberaciones del parasitoide *P. coffea* con el objetivo de evaluar su establecimiento y efecto sobre las poblaciones de adultos de *H. hampei*. Los adultos del parasitoide son llevados a las fincas por el personal del convenio, previamente seleccionados los agricultores y evaluado su nivel de infestación y posición de la broca. Las muestras de los frutos infestados y pertenecientes a los lotes donde se liberaron los parasitoides son recolectadas por el mismo personal y transportadas hasta Cenicafé, a la Unidad de Cría, donde se realiza la disección de los adultos de la broca y se registra la presencia ó no del enemigo biológico.

En total se viene trabajando en 33 fincas de los 3 departamentos de la zona central cafetera. En el departamento de Caldas se tienen 11 fincas en los municipios de Belalcázar, Viterbo y Riosucio. En el Quindío, 9 fincas, en los municipios de Quimbaya, Montenegro y Buenavista. El número de avispas liberadas fue de 1.837.975, distribuidas de la siguiente manera: Caldas: 916.925, Quindío: 202.500, Risaralda: 718.550

Las evaluaciones muestran que el parasitoide se ha recuperado en todos los municipios en los tres departamentos, con porcentajes de parasitismo promedio para éstos de 2 a 6 %. Hasta el momento se puede decir que el parasitoide se adapta y se establece en diferentes condiciones ecológicas. Los parasitismos al parecer bajos, están de acuerdo con la infestación en el campo. La capacidad de búsqueda demostrada por el parasitoide, se refleja en la uniformidad en los parasitismos en las muestras provenientes de las fincas en los tres departamentos.

### **Producción en el laboratorio de *P. coffea***

En total se han producido 15.857.182 avispas de *P. coffea*, éste material ha sido utilizado para liberaciones en campo, en laboratorio y para envíos a los países miembros del Convenio CFC- OIC-



### **Cria en laboratorio de *P. coffea***

La producción a mediana escala desarrollada se basa en el uso de grano pergamino húmedo, el cual se coloca dentro de cajas galleteras de 13.5 x 7.5 x 5 cm, en cantidad de 150 granos por caja y se infestan en una relación de broca: avispa de 1:10. Una vez liberadas las avispitas los recipientes con el material biológico se llevan a un cuarto de cría donde se desarrollan los estados inmaduros del parasitoide. Para la emergencia, los granos conteniendo las brocas parasitadas se colocan dentro de cajas de acrílico donde se colectan con la ayuda de un aspirador.

### **Costos de producción**

Los altos costos de producción de éste endoparasitoide, debido a la etapa de desarrollo de la metodología de cría, aún no lo hacen disponible para la empresa privada. Para reducir los costos de producción masiva de los tres parasitoides de *H. hampei* introducidos a Colombia se están adelantando investigaciones con dietas artificiales. Los resultados conseguidos actualmente, muestran la posibilidad de alcanzar ésta meta a mediano plazo.

### **CONCLUSIONES**

La producción y liberación de los parasitoides *C. stephanoderis*, *P. nasuta* y *P. coffea* han sido exitosas, lográndose el objetivo de introducirlas a manera de control biológico clásico en el área cafetera colombiana afectada por la broca. Las observaciones de campo nos han permitido verificar su establecimiento varios años después de sus liberaciones. Sin embargo los niveles de parasitismo no alcanzan valores muy altos ya que son factores de mortalidad dependientes de la densidad de la broca, pero evaluaciones experimentales han probado que a altas densidades de liberación pueden reducir las poblaciones de broca a niveles que no causan daño económico. Lo anterior se ve limitado debido a los altos costos de producción con la tecnología actual, pero se espera que con los desarrollos de las investigaciones en curso estos insumos biológicos se puedan producir más económicamente.

### **LITERATURA CITADA**

- ARISTIZÁBAL, L. F.; OROZCO J.; BAKER, P. S. 1996. Liberación, dispersión y parasitismo de *Cephalonomia stephanoderis* en condiciones de campo. *Avances Técnicos de Cenicafé*, No. 224.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BAKER, P. S.; OROZCO, J.; OROZCO, L. 1996. Determinación de las horas del día convenientes para la liberación del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*. *Revista Colombiana de Entomología*, 22 (2): 99-104.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BAKER, P. S.; OROZCO, J.; CHAVES, B. 1997. Parasitismo de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem sobre una población de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) con niveles bajos de infestación en campo. *Revista Colombiana de Entomología*, 23 (3-4): 157-164.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BUSTILLO, A. E.; BAKER, P. S.; OROZCO, J.; CHAVES, B. 1998. Efecto depredador del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae) sobre los estados inmaduros de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) en condiciones de campo. *Revista Colombiana de Entomología*, 24 (1-2): 35-42.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BUSTILLO, A. E.; OROZCO, J.; CHÄVES, B. 1998. Efecto del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae) sobre las poblaciones de

*Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) durante y después de la cosecha. Revista Colombiana de Entomología, 24 (3-4): 149-155.

BARRERA G., J.F.; GOMEZ R., J.; INFANTE M., F.; CASTILLO V., A.; DE LAROSA R., W. Avances del proyecto control biológico de la broca del café, en México mediante parasitoides de origen africano; período marzo 1988 - abril 1989. In: TALLER Regional de Broca, 3. Antigua (Guatemala) abril 3-7. 1989. Guatemala, IICA, 1990. p. 193-203. 11 Refs. Esp.

BARRERA G., J.F. Biología básica de *Cephalonomia stephanoderis*, un parasitoide africano introducido a México para el control biológico de la broca del café. In: COLLOQUE Scientifique International sur le Cafe 13. Paipa (Colombia), 21-25 de agosto, 1989. Resúmenes. París (Francia), ASIC, 1989. p. 110. Esp.

BARRERA G., J.F.; CARRILLO, E.; VEGA, M.I.; MUÑOZ, R. Investigaciones referentes al control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferr.), mediante la utilización de parasitoides de origen africano. Primer Informe Técnico período octubre de 1989-abril 1990. Tapachula, Chiapas (México), IICA-PROMECAFE, 1990. 53 p. Esp.

BENAVIDES, P.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C. 1994. Avances sobre el uso del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. Revista Colombiana de Entomología (Colombia):20 (4):247-253.

BORBON M., O. La Broca del Fruto del Cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867). San Jos, (Costa Rica), ICAFE-MAG, 1991. 50 p. 43 Refs. Esp. (Edición Conmemorativa al 40 aniversario del Programa Cooperativo ICAFE - MAG, 1950-1990).

BORBON M., O. Bioecologie d'un ravageur des baies de cafeier, *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera; Scolytidae) et de ses parasitoides au Togo. Toulouse (Francia), Universit, Paul Sabatier de Toulouse, 1989. 185 p. 47 Refs. Fran. (Tesis: Doctorado).

BRUN, L.O.; MUR, C.; CAPLONG, P.; DECAZY, B. Etude de l'action de l'endosulfan sur la dynamique des populations de l'entomofaune parasitaire du scolyte des fruits de cafeier, *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae). Cafe, Cacao The, (Francia) 37(3):215-226. 1993. 16 Refs. Franc.

BUSTILLO, A. E. 1995. Utilización del control biológico clásico en un programa de manejo integrado: El caso de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. In: Memorias Curso Internacional Manejo Integrado de Plagas, ICA-U. de Nariño, nov. 27-dic. 1, 1995, San Juan de Pasto, Colombia, p.143-148.

BUSTILLO P., A.E.; OROZCO H., J.; BENAVIDES M., P.; PORTILLA R., M. Producción masiva y uso de parasitoides para el control de la broca del café, en Colombia. Cenicafé, (Colombia) 47 (4): 215-230. 1996.

BUSTILLO, A. E.; VILLALBA, D.; OROZCO, J.; BENAVIDES, P.; REYES I. C.; CHÁVES, B. 1995. Integrated pest management to control the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Colombia. ASIC, 16e. Colloque, Kyoto, Japan, p. 671-680.

CAMPOS A., O.; GARCIA G., A. Aplicación comercial del manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* F. Boletín de PROMECAFE (Guatemala) Nø. 79:13-15. 1998.

CISNEROS, P.; TANDAZO, A. Estudios preliminares del establecimiento del parasitoide *Prorops nasuta* W. en el sur del Ecuador. Sanidad Vegetal (Ecuador) 5(5):43-50. 1990. 4 Refs. Esp.



- CISNEROS, P.; TANDAZO, A. Evidencias sobre el establecimiento y adaptación del parasitoide *Prorops nasuta* en el sur del Ecuador. In: SEMINARIO Sobre la Broca del Café. Medellín (Colombia) mayo 21. 1990. Medellín (Colombia), SOCOLEN, 1990. p. 50-57.. (Miscelánea No. 18).
- DELGADO R., D.; SOTOMAYOR H., I.; PALIZ S., V.; MENDOZA M., J.R. Cría, colonización y parasitismo de los entomófagos *Cephalonomia stephanoderis* Betrem y *Prorops nasuta* Waterston . Sanidad Vegetal (Ecuador) 5(5):51-66. 1990. 8 Refs. Esp. (También en: SEMINARIO Sobre la Broca del Café. Medellín (Colombia), Mayo 21, 1990. p. 58-75.) (Miscelánea No. 18)
- FONSECA, J.O.P. DA Processo para a multiplicacao da "Vespa de Uganda" em viveiros. O Biológico (Brasil) 3(8):220-228. 1937.
- GOMEZ M., C.E.; OLARTE, C.; LOZANO, J.; SOTELO, J.; LIBREROS, F.; RIOS, M.; PARRA, R.; GAVIRIA, J.J.; MEDINA, C.; IZQUIERDO, C.; RAMIREZ, J. Introducción del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae) en veredas demostrativas del Valle del Cauca. In: CONGRESO Sociedad Colombiana de Entomología, 24. Pereira (Colombia), julio 16-18, 1997. Resúmenes. Pereira (Colombia), SOCOLEN, 1997. p. 17-18. Esp. (Solo resumen)
- GUZMAN E., D. B. Efecto de varios insecticidas sobre el parasitoide de la broca del café, *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae). Manizales, (Colombia), Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1996. 131 p. 85 Refs. Esp. (Tesis: Ingeniero Agrónomo) (Tesis Ing. Agr.)
- HARGREAVES, H. Notes on the coffee berry borer *Stephanoderes hampei* in Uganda. Bulletin of Entomological Research (Inglaterra) 16 (4):347-354. 1926.
- HERNANDEZ P., M.R.; SANCHEZ DE L., A. La broca del fruto del café. Guatemala, ANACAFE, 1972. 72 p. (Boletín No. 11). (También en: Revista Cafetalera (Guatemala) No. 174:11-26. 1978).
- KLEIN K., C.; ESPINOZA, O.; TANDAZO, A.; CISNEROS, P.; DELGADO R., D. Factores naturales de regulación y control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferr. Sanidad Vegetal (Ecuador) 3(3):5-30. 1988. 22 Refs. Esp. (También en: Symposium on Integrated Pest Management on Trop. Subtrop. Cropping Sys. Alemani, Fev. 8-15. 1989. p. 313-322.)
- MEJÍA, J. W.; BUSTILLO, A. E.; OROZCO, J.; CHÁVES, B. 2000. Efecto de cuatro insecticidas y de *Beauveria bassiana* sobre *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae), parasitoide de la broca del café. Revista Colombiana de Entomología, 26 (3-4): 117-123.
- OROZCO, J.; ARISTIZÁBAL, L. F. 1996. Parasitoides de origen africano para el control de la broca del café. Avances Técnicos de Cenicafe Nos. 223. Chinchiná, enero de 1996.
- OROZCO H., J. Cría de parasitoides para el control de la broca del café, en Colombia. In: REUNION Intercontinental sobre Broca del Café, 2. Tapachula (México), Marzo 29 - Abril 2, 1998. Tapachula (México), Agricultural Research Service-CABI-ECOSUR, 1998. p. 31. Esp.
- OROZCO, J. 1995. Uso de parasitoides de origen africano para el control de la broca en Colombia. Memorias XXII Congreso de SOCOLEN. Bogotá, Julio 26 - 28, p. 102-108.

- PORTILLA, M.; BUSTILLO, A. E. 1995. Nuevas investigaciones en la cría masiva de *Hypothenemus hampei* y de sus parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*. Revista Colombiana de Entomología, 21 (1): 25-33.
- PORTILLA, M. 1999. Mass rearing technique for *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyidae) on *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) developed using Cenibroca artificial diet. Revista Colombiana de Entomología, 25 (1-2): 57-66.
- PORTILLA, M. 1999. Desarrollo y evaluación de una dieta artificial para la cría de *Hypothenemus hampei*. Cenicafé (Colombia), 50 (1): 24-38.
- QUINTERO, C., BUSTILLO A. E., BENAVIDES, P., CHÁVES, B. 1998. Evidencias del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyidae) en cafetales del departamento de Nariño, Colombia. Revista Colombiana de Entomología, 24 (3-4): 141-147.
- REYES, I. C.; BUSTILLO, A. E.; CHÁVES, B. 1995. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre el parasitoide de la broca del café, *Cephalonomia stephanoderis*. Revista Colombiana de Entomología, 21 (4): 199-204.
- SALAZAR E., H.M. Efecto de las liberaciones inundativas de *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyidae), para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera:Scolytidae), en fincas comerciales. Manizales (Colombia). Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía. 1998. 53 p. 38 Refs. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).



**PROTECCION  
DESDE LA SEMILLA**

**Gaucho®**

**CALIDAD Y COSECHA**

**HECHO CON  
GAUCHO  
Insecticida**

Bayer S.A.: Av. Las Américas No. 57-92  
A.A. 80367, Telefax: 4142372 Bogotá D.C., Colombia  
Líneas directas de Servicio al Cliente:  
9800 912305 Fuera de Bogotá D.C.  
y 4142283 en Bogotá D.C.

[www.bayerandina.com](http://www.bayerandina.com)

Bayer 



**SIMPOSIO II**  
**NUEVOS DESARROLLOS EN LA**  
**INDUSTRIA DE AGROQUÍMICOS**



# NUEVA TECNOLOGÍA DE BAYER EN EL MANEJO DE PLAGAS

Carlos A. Arboleda, Ing. Agr., Néstor Jaramillo, Ing. Agr., Edgar Guzmán Ing. Agr.  
Profesionales de Investigación y Desarrollo, Departamento Técnico, Bayer S.A., Bogotá, D.C.  
e-mail: [carlosandres.arboleda.ca@bayer-aq.de](mailto:carlosandres.arboleda.ca@bayer-aq.de) [nestor.jaramillo.nj@bayer-aq.de](mailto:nestor.jaramillo.nj@bayer-aq.de)  
[edgar.guzman.eq@bayer-aq.de](mailto:edgar.guzman.eq@bayer-aq.de)

## INTRODUCCION

Los insectos chupadores como áfidos, cigarritas, trips y moscas blancas, y algunos Chrysomelidae como *Epitrix cucumeris* (Harris), son de gran importancia económica. Algunas especies causan más daños como vectores de virus y micoplasmas que como chupadores. El uso de plaguicidas de amplio espectro usualmente controlan tanto el insecto chupador/vector como los artrópodos benéficos, favoreciendo el resurgimiento e incrementando la incidencia virus.

Se debe llevar al agricultor nuevas herramientas dentro de un manejo integrado de plagas (MIP); en el control de estos insectos. Imidacloprid es un producto de nueva generación que pertenece al grupo de los cloronicotinílicos, tiene bajo impacto ambiental con características toxicológicas favorables. Las óptimas propiedades sistémicas a través de la raíz, en el tratamiento de semillas con Imidacloprid permiten que la dosis de ingrediente activo por unidad de área sea baja y proteja las plantas por largo tiempo de insectos plagas. El control de plagas por medio del tratamiento a la semilla constituye una forma de aplicación muy dirigida y segura, debido a que la presencia de ingrediente activo se limita a una estrecha zona alrededor de la semilla, disminuyendo notablemente el riesgo para los organismos benéficos y el impacto al medio ambiente.

Diversos ensayos han mostrado la efectividad de Imidacloprid FS 600 en tratamiento a la semilla, con excelentes eficacias en el control de insectos plagas y vectores de virus como en arroz: *Togodes orizicolus* (Muir), habichuela: *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, maíz: *Dalbulus maidis* Delong & Wolcott y papa: *E. cucumeris*

## IMIDACLOPRID FS 600 EN EL TRATAMIENTO DE SEMILLAS

El ingrediente activo de imidacloprid para el que se ha propuesto el nombre común de Imidacloprid, pertenece al nuevo grupo químico de insecticidas cloronicotinílicos (Syn. =Neonicotinoides) y subgrupo de las nitroguanidinas. Imidacloprid es un insecticida de acción sistémica y baja toxicidad para seres de sangre caliente, con amplio espectro de acción, aplicable en diversos cultivos de importancia económica.

Imidacloprid tiene excelentes propiedades sistémicas sobresalientes a través de las raíces. El ingrediente activo se desprende de la semilla en la tierra y forma un halo desinfectante alrededor del grano ó del tubérculo, en el caso de la papa. Es absorbida muy bien por las plantas en el transcurso de la germinación, siendo transportado por la corriente de savia a tallos y hojas. Esta propiedad ideal del ingrediente activo permite controlar con un solo producto tanto plagas del suelo como insectos chupadores y diversos insectos masticadores en las partes aéreas de las plantas.

## MODO DE ACCION

La acción de Imidacloprid se basa en una intervención en la transmisión de estímulos en el sistema nervioso de los insectos. De manera análoga a como actúa la acetilcolina, que es un transmisor químico natural de impulsos nerviosos. El Imidacloprid excita ciertas células nerviosas, actuando



sobre una proteína receptora. A diferencia de la acetilcolina, que puede ser desdoblada rápidamente por la enzima acetilcolinesterasa, el Imidacloprid no puede ser desdoblado o bien ese proceso se desarrolla lentamente. El efecto residual del producto trastorna el sistema nervioso y en consecuencia, termina matando los insectos tratados. El mecanismo de acción de Imidacloprid se diferencia tanto de los ésteres de ácido fosfórico y de los carbamatos (ambos grupos son inhibidores de la acetilcolinesterasa) como de los piretroides, los cuales actúan sobre otras proteínas de la membrana de las fibras nerviosas.

## **IMIDACLOPRID EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

Con Imidacloprid pueden controlarse satisfactoriamente biotipos de insectos que hayan desarrollado resistencia contra ésteres de ácido fosfórico, carbamatos y piretroides. Este es el caso, ante todo, de los pulgones ó áfidos, las cigarritas, los escarabajos de la papa y las moscas blancas. La dosis de ingrediente activo por unidad de superficie es baja en comparación con las utilizadas en programas tradicionales de control de plagas.

Se protege las plantas por largo tiempo, desde su germinación, contra pulgones vectores de virus, cigarritas y moscas blancas (impidiendo, por lo tanto, la propagación de virosis, dado que los insectos chupadores son afectados irreversiblemente y pierden la facultad de actuar como vectores).

## **PRESERVACION DEL MEDIO AMBIENTE**

Pese a desarrollar una actividad biológica intensa contra un amplio espectro de plagas, Imidacloprid FS 600 ofrece un grado extremadamente alto de seguridad para el medio ambiente. La desinfección y el recubrimiento fitosanitario protector de la semilla constituyen una forma de aplicación muy dirigida. Debido a que la presencia del ingrediente activo se limita a una estrecha zona alrededor de la semilla, disminuye notablemente el riesgo a los organismos que viven en el suelo. Por eso, aplicando el producto como es debido no es de esperar ningún efecto perjudicial para los microorganismos del suelo ni las lombrices de tierra. El menoscabo de la población de insectos benéficos, como los carábidos (Imidacloprid les causa un efecto repelente) y otros insectos predadores, si llega a producirse, es mínimo. Asimismo las aves y los mamíferos menores corren poco peligro, dado que la semilla desinfectada con Imidacloprid ejerce un claro efecto repelente.

## **EVALUACION PARA EL CONTROL DE *Tagosodes orizicolus* VECTOR DEL VHBA EN ARROZ**

La hoja blanca del arroz es una enfermedad causada por un virus (VHBA), transmitido por el insecto, *Tagosodes orizicolus* (Muir) conocido como "sogata". El VHBA se encuentra en las zonas arroceras del caribe, América Central y algunos países de América del Sur, donde ha causado epidemias desde 1935. Estas epidemias son cíclicas, presentándose aproximadamente cada 10-15 años, y pueden causar pérdidas en rendimiento entre el 25% y 75%. La última epidemia del VHBA, ocurrió durante los primeros años de la década de los 80 y actualmente, Colombia, Costa Rica y Perú están presentando brotes localizados del VHBA, lo cual sugiere la posible aparición de un nuevo brote epidémico.

La mayoría de las variedades comerciales actuales presentan tolerancia del daño mecánico causado por la sogata al alimentarse de la planta, pero no tienen un adecuado nivel de resistencia al VHBA que este insecto transmite. Para poder controlar el VHBA, se requieren tanto variedades resistentes como buenas prácticas de manejo del insecto vector.

El VHBA es un virus que infecta tanto el arroz como al insecto *T. orizicolus*. Los síntomas en las hojas son bandas cloróticas que se fusionan haciendo que las hojas se tornen "blancas". Cuando las plantas son infectadas en edades tempranas, estas presentan enanismo y, en casos severos, necrosis y muerte de las plantas. En infecciones tardías se puede afectar la panícula y reducir la



calidad y número de semillas por espiga. Cuando la infección ocurre después de la emergencia de la panícula solamente se presenta una leve reducción en la calidad y rendimiento.

Existe otro virus de características morfológicas similares pero genéticamente diferente al VHBA que es transmitido por el insecto *T. cubanus* y ataca la maleza conocida como "Liendre puerco", *Echinochloa colona*. Este virus no es una amenaza para el arroz, ya que es muy difícil infectarlo con el virus de *E. colona*.

### **EL INSECTO VECTOR, *Tagosodes orizicolus***

Este pequeño saltahojas, conocido comúnmente como sogata, es un homóptero que transmite el virus de la hoja blanca del arroz (VHBA). Además, causa daño mecánico a la planta alimentándose de las hojas y el tallo, y ovipositando en ellos. Las ninfas y los adultos son de hábitos sedentario, es decir, difícilmente abandonan el cultivo hospedante. Para trasladarse, saltan o caminan de planta en planta cuando no son llevados por el viento.

**Huevo:** Los huevos son ligeramente curvos, transparentes y miden 0.7 mm de largo. La hembra hace incisiones, con su ovipositor, en el tejido esponjoso de la nervadura central de la hoja, y allí deposita hasta 350 huevos. El área de oviposición toma una coloración marrón y se necrosa. El insecto prefiere hojas, en vez del tallo, para ovipositar.

**Ninfa:** Las ninfas eclosionan generalmente de 4 a 8 días después de la oviposición. Carecen de alas (son ápteros) y son de color crema. Tienen dos rayas longitudinales oscuras sobre el dorso. Los cinco estadios ninfales duran de 15 a 20 días.

**Adulto:** El macho mide de 2 a 3 mm. De largo. Es de color castaño o negro y presenta una zona más oscura hacia el extremo distal de las alas y una banda blanca en la cabeza. La hembra es de color amarillo –siempre es más clara que el macho y mide de 3 a 4 mm de largo. En general, el adulto tiene alas normales, aunque algunos individuos son braquiapteros (alas cortas). La duración del estado adulto, que está determinada por las condiciones ambientales, es de 14 a 24 días para los machos y de 24 a 36 días para las hembras. *T. orizicolus* se diferencia de *T. cubanus* porque exhibe un punto de color oscuro en las alas.

Sogata puede causar daño en arroz de varias maneras:

-Daño mecánico. Las perforaciones e incisiones que hace para alimentarse y ovipositar causan necrosis de los tejidos y marchitez en la planta. Cuando el ataque es severo, se desarrolla fumagina en la planta. Esta condición, en que se combinan el daño y la fumagina, se conoce como quemazón y trae consigo la muerte de la planta.

-Fumagina es el desarrollo de hongos sobre el excremento del insecto. Por su color negro y otras características, la fumagina interfiere en la fotosíntesis.

-Transmisión del VHBA. El insecto es vector del virus de la hoja blanca del arroz (VHBA). La inoculación del virus es un daño de mayor importancia que el daño mecánico.

El virus, además de afectar la planta, ejerce una acción deletérea sobre el insecto. Las hembras portadoras del VHBA depositan menos huevos y ovipositan durante períodos más cortos que las hembras libres del virus (1,2).

### **MANEJO INTEGRADO DE LA PLAGA**

Sogata es la plaga más importante del arroz en América Latina. Está presente en todas las etapas de

desarrollo del arroz, aunque es más frecuente al inicio del cultivo. La precipitación pluvial puede ayudar a reducir las poblaciones de sogata. La resistencia varietal es el principal componente de control en los programas de MIP y manejo integrado del cultivo. Existe evidencia de antibiosis en cultivares como IRAT 124 y Mudgo, que son los principales donantes de resistencia al daño por sogata usados en América Latina.

Sogata es parasitada por *Haplogonatus hernandezae* y *Elenchus* sp. Las arañas son importantes reguladores de poblaciones de sogata. En Colombia hay estudios detallados sobre la intervención de los arácnidos en el desarrollo del insecto en los arrozales.

El uso de plaguicidas de amplio espectro mata tanto la sogata como los artrópodos benéficos, ya sean predadores o parasitoides, favoreciendo el resurgimiento de la sogata e incrementando la incidencia del VHBA.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◆ Evaluación de la eficacia y fitocompatibilidad de Imidacloprid FS 600 para el control de *T. orizicolus* Muir en arroz.
- ◆ Evaluación sobre la prevención del virus de la hoja blanca, mediante el control del insecto vector

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el departamento del Tolima, municipio de Lérida, vereda: El Censo, finca: Censagro, localizada a una altura de 400 m.s.n.m., precipitación de 1200 mm anuales y temperatura media anual de 27 °C.

El ensayo se desarrolló utilizando un diseño de bloques completamente aleatorizados (B.C.A) con cuatro repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 500 m<sup>2</sup>, y se utilizó un área útil de 100 m<sup>2</sup> al momento de la cosecha.

## TABLA DE TRATAMIENTOS

<b>Nro</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Ing. Activo</b>	<b>Dosis Kg de i.a. /100 Kg de semilla</b>	<b>Dosis Ll P.Cl 100 Kg de semilla</b>
1	Testigo absoluto			
2	Gaucho FS 600	Imidacloprid	0.050	0.083
3	Gaucho FS 600	Imidacloprid	0.075	0.125
4	Azodrin EC 600	Monocrotophos	0.600	1.00

Las aplicaciones de Imidacloprid FS 600 se efectuaron antes de hacer la siembra (Se aplica a la semilla). El otro tratamiento se hizo foliarmente a los 9 días después de germinado el arroz, época de mayor susceptibilidad a la transmisión del VHBA y daño mecánico por el insecto. Se utilizó como cultivar Caribe 8, variedad reportada como susceptible al insecto, como al VHBA.

Los resultados se analizaron mediante un ANAVA y su respectiva prueba "F" para cada variable (Población de sogatas, Incidencia del VHBA y rendimientos), en cada tiempo o época de evaluación. Igualmente se determinaron los coeficientes de variación para verificar la confiabilidad del ensayo. También se utilizó la prueba de Duncan al 5%, para establecer las posibles diferencias estadísticas entre tratamientos.



Se hicieron 10 pases dobles de jama por parcela, para evaluar el insecto vector, los datos de infección por el VHBA se tomaron mediante lanzamientos al azar de un marco metálico 0.5 m<sup>2</sup>.

### TIPO, MOMENTO Y FRECUENCIA DE LAS EVALUACIONES

Número de formas móviles/10 pases dobles / replicación.

Número de plantas afectadas por VHBA/m<sup>2</sup>

Con esta información se calculó la eficacia de cada tratamiento mediante la fórmula ABBOTT:

$$\text{ABBOTT (\%)} = (T - t / T) \times 100 \text{ (para cada tratamiento)}$$

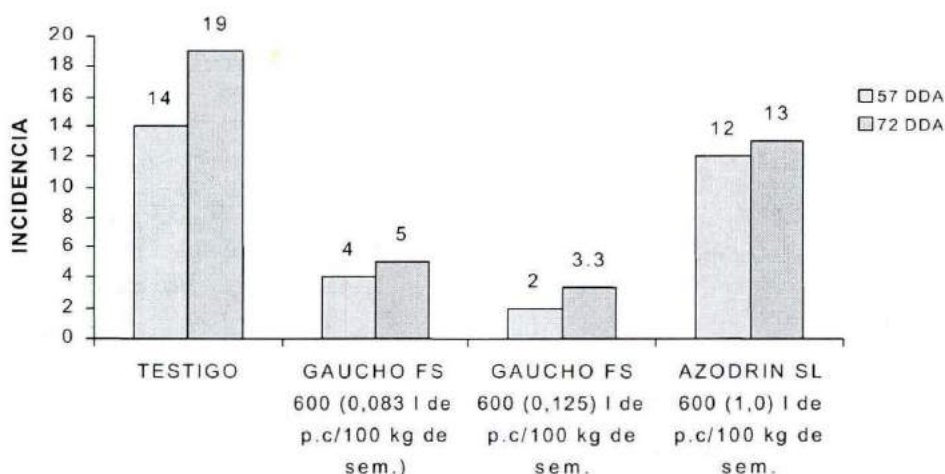
Donde:

T = # de formas móviles en el testigo ó # de plantas afectadas por el VHBA en el testigo.

T = # de formas móviles en el tratamiento ó # de plantas afectadas por el VHBA en el tratamiento.

### RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este ensayo, mostraron que Imidacloprid FS 600, en sus diferentes dosis presentó fitocompatibilidad y eficacia en la prevención del VHBA, mediante el control del insecto vector. En la Figura 1, se puede observar como los tratamientos con Imidacloprid FS 600 en sus diferentes dosis, presentaron las menores incidencias, con respecto al testigo absoluto y al tratamiento con Azodrin SL 600. Después de 57 y 72 días de la aplicación.



**Figura1. Evaluación de incidencia del virus de la hoja blanca en arroz.**

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos en la incidencia, después de 52 días de la aplicación (P=5%). El testigo absoluto y el tratamiento con Azodrin SL 600 presentaron diferencias significativas con Imidacloprid FS 600 a la dosis propuestas de producto comercial. (Tabla 1). Entre las dosis de Imidacloprid FS 600 no se presentaron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 20.8% para esta evaluación.

A los 72 días después de la aplicación también se presentaron diferencias estadísticas al nivel de P=5% entre tratamientos. El testigo absoluto presentó diferencias significativas con los demás

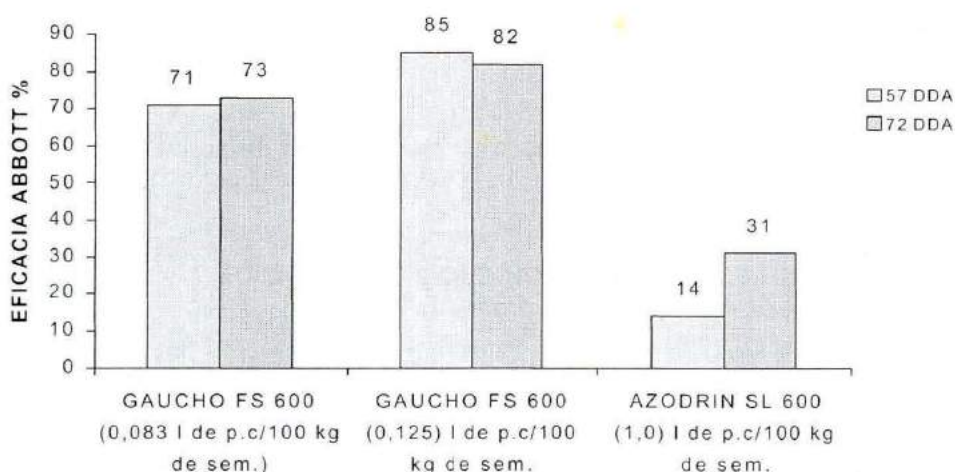
tratamientos. El tratamiento con Azodrin SL 600 presento diferencias con Imidacloprid FS 600 a las dosis de 0.083 y 0.125 Litros de producto comercial para 100 kg de semilla de arroz (Tabla 1), siendo la dosis mayor más eficiente. El coeficiente de variación para esta evaluación fue de 9.4%.

**Tabla 1. PRUEBA DE DUNCAN AL 0.05 PARA PORCENTAJE DE PLANTAS INFECTADAS**

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE PLANTAS INFECTADAS POR VHBA/M <sup>2</sup> DUNCAN AL 0.05	
	57 D.D.A*	72 D.D.A*
TESTIGO	14 B	19 C
IMIDACLOPRID FS 600 (0.833 L de p.c. / 100 Kg de semilla.)	4 A	5 A
IMIDACLOPRID FS 600 (0.125 L de p.c. / 100 Kg de semilla.)	2 A	3.3 A
AZODRIN SL 600 (1.000 L de p.c./ ha.)	12 B	13 B

\* Los tratamientos con letra similar no presentan diferencias estadísticas significativas al nivel de 0.05.

En la figura 2 se observa la eficacia Abbott % de cada tratamiento teniendo los mejores resultados con Imidacloprid FS 600 a los 52 días después de la aplicación, como a los 72 días después de la aplicación.



**Figura 2. Eficacia en la incidencia del virus de la hoja blanca en arroz**

Los rendimientos (Figura 3) más altos se obtuvieron con el tratamiento Imidacloprid FS 600 a la dosis de 0.125 Litros/100 Kg de semilla de producto comercial, con una producción de 7325 Kg/ha, 1125 kg/ha más que el testigo. El tratamiento con Imidacloprid FS 600, a la dosis de 0.083 Litros/100 Kg de semilla también presento mayores rendimientos (6938 Kg/ha) que el testigo absoluto. Desde el punto de vista económico estos incrementos en el rendimiento son muy importantes.



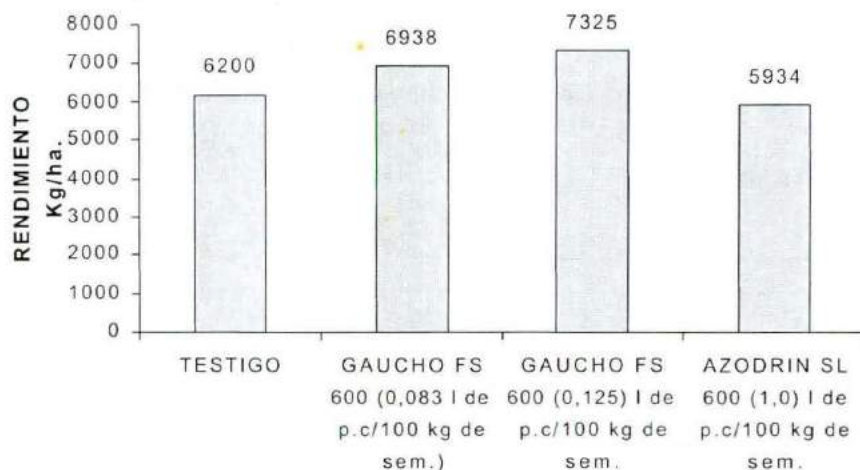


Figura 3. Evaluación de rendimientos en la incidencia del virus de la hoja blanca en arroz

## CONCLUSIONES

Imidacloprid FS 600 es un excelente producto en la prevención del VHBA, mediante el control del insecto vector *T. orizicolus* en las dosis de 0.083 y 0.125 litros de producto comercial por 100 Kg de semilla.

Al realizar tratamiento a la semilla con Imidacloprid FS 600 se asegura una mayor prevención en la transmisión del VHBA y se constituye en un nuevo concepto en el manejo agronómico para el cultivo del Arroz de esta enfermedad.

Imidacloprid FS 600 es un producto que por las características de su ingrediente activo presenta un impacto ambiental muy bajo, para implementarlo adecuadamente dentro de un manejo integrado de plagas.

## USO DE IMIDACLOPRID FS 600 EN UN MANEJO INTEGRADO DE *T. vaporariorum* EN EL CULTIVO DE HABICHUELA, *Phaseolus vulgaris* L.

Las moscas blancas constituyen un grupo de plagas importantes para la agricultura y la floricultura de zonas tropicales y subtropicales del mundo. Varias especies, entre ellas *T. vaporariorum* y *Bemisia tabaci* Glennadius causan daños severos y pérdidas cuantiosas en numerosos cultivos. La mayoría de las especies de moscas blancas no puede ser identificada utilizando características morfológicas de los adultos a causa de la gran similitud de muchas especies en esta etapa. El trabajo taxonómico debe basarse en el estudio morfológico del cuarto instar ninfal, llamado comúnmente "cubierta pupal" o "pupa" (Vélez 1997).

Los *adultos* como la gran mayoría de las especies de la familia Aleyrodidae, *T. vaporariorum* presenta adultos pequeños, con el cuerpo y los dos pares de alas cubiertos por un polvo harinoso de color blanco. Alcanzan una longitud de entre 0.95 y 1.4 mm; el macho es algo menor que la hembra.

Los *huevos* son muy pequeños, pedicelados, ovales y cubiertos por el material harinoso del cuerpo de la madre, miden 0.224 mm de largo y 0.107 mm de ancho, aunque estas longitudes pueden variar de acuerdo al sustrato alimenticio en el que se encuentren. El color es inicialmente claro y se va

oscureciendo a medida que se aproxima la eclosión.

Las *ninfas*: el instar I es de color verde muy amarillento cuando está recién emergido del huevo; los ojos son rojos brillantes, muy fáciles de apreciar por su contraste. El cuerpo tiene 0.29 mm de longitud. El instar II presenta ojos divididos y de color rojo brillante. Recién ocurre la ecdisis, la ninfa se aplana contra la hoja y dado que es casi transparente, es muy difícil de apreciar. Más adelante presenta un color verde amarillento y una longitud corporal de 0.37 a 0.39 mm. El instar III presenta una apariencia general y hábitos similares al instar anterior, pero es de mayor tamaño y tiene el borde y las espinas marginales más cortas. Mide 0.52 mm de largo y los segmentos abdominales y el metatórax están diferenciados. El instar IV o "pupa", recién formado muestra once pares de espinas largas situadas siete de ellas cerca al margen, una hacia la línea media anterior, una en el tórax y una en cada una de los segmentos abdominales tercero y cuarto. (Vélez 1997).

## CICLO DE VIDA

La duración de las distintas etapas que atraviesa este insecto puede mostrar algunas variaciones, a causa del tipo de alimento que consumieron los adultos y las ninfas y del efecto de las condiciones ambientales predominantes, particularmente la temperatura.

Los *adultos* presentan longevidad muy variable aun cuando estén en la misma planta o cultivar y sometidos a temperaturas similares. El promedio máximo, 75 días, se observó en Tomate, a 15 °C. Los *huevos* duran 6 a 8 días en promedio. El instar I de 4 a 5 días, el instar II 7 días, el instar III de 4 a 6 días y la pupa 8 días.

## MEDIDAS DE CONTROL

El control del insecto se ha convertido en un serio problema debido a la resistencia que presenta a los insecticidas, a su plasticidad genética para desarrollar biotipos y a su gran capacidad de proliferación. Estudios hechos por el CIAT, en la región del Sumapaz (Cundinamarca), mostraron pérdidas en el rendimiento de habichuela hasta del 50% y también indicaron que el control natural ejercido por varios parasitoides, no es suficiente para regular las altas poblaciones de mosca blanca presentes en la zona. Los controles de tipo cultural tampoco son suficientes por si solos y la resistencia varietal en Tomate para esta plaga aún no ha sido desarrollada. De tal manera que el control químico sigue siendo la principal herramienta (Rodríguez & Hiller 1996). Sin embargo, el control de esta plaga presenta grandes dificultades no sólo por la cobertura necesaria para alcanzar las ninfas que están en el envés de las hojas sino por su gran resistencia a los insecticidas. En los últimos años han llegado a Colombia insecticidas nuevos de alta eficacia y especificidad y de baja toxicidad tal es el caso de Imidacloprid el cual constituye una herramienta importante en el control químico con miras a un manejo integrado de plagas en el cultivo.

En un MIP para frijol y habichuela se integran los siguientes componentes:

- Destrucción de socas y residuos de cosecha.
- Aplicación de insecticida sistémico granulado al momento de la siembra; en este punto entra a participar el tratamiento a la semilla con Imidacloprid FS 600, el cual consiste en tratar la semilla un día antes de la siembra, con lo cual se reduce el impacto ambiental al proteger la fauna benéfica; además gracias a este tipo de productos fitosanitarios se expone cada vez menos área de cultivo al ingrediente activo, ya que este llega directamente donde es necesario. Por lo tanto se pretende, con este producto, darle al cultivo una protección hasta que se presente un nivel 3 (momento en el que debe realizarse una aplicación foliar) con base escala ICA - CIAT.
- Uso de trampas amarillas pegajosas.
- Recolección y destrucción de hojas de poda.



El control químico de los adultos es más fácil y la mayor dificultad se presenta en el control de los estados inmaduros (huevos y ninfas); y a la protección del cultivo de las ninfas va dirigido Imidacloprid FS 600

### OBJETIVO ESPECÍFICO

- ♦ Evaluación de la eficacia y fitocompatibilidad de Imidacloprid FS 600 dentro de un manejo integrado de *Trialeurodes vaporariorum* en el cultivo de Habichuela, en tratamiento a la semilla.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos iguales, en Cundinamarca en los municipios de Fusagasugá y de Silvania. En Fusagasugá, en la vereda: La Pampa, altura: 1500 m.s.n.m., precipitación: 900 – 1100 mm anuales y temperatura: media anual de 22 °C. En Silvania en la vereda: Subia localizada a una altura de 1900 m.s.n.m. Debido a que fue un tratamiento a la semilla se utilizaron pipetas para la medición y baldes donde se mezcló la semilla con el producto previo a la siembra.

Para los ensayos se utilizó un diseño de bloques completos aleatorios con cuatro repeticiones, el tamaño de las parcelas fue de 20 m<sup>2</sup>, y se utilizó un área útil ó evaluada de 10 m<sup>2</sup>. El tratamiento a la semilla se realizó un día antes de la siembra.

#### Tabla de tratamientos.

No	Nombre comercial	Ing. Activo	Dosis Kg de i.a/100 Kg de semilla	Dosis L/100 Kg de semilla	Forma de Aplicación
1	Testigo absoluto	-----	-----	-----	-----
2	Gaucho FS 600	Imidacloprid	0.360	0.6	Semilla
3	Gaucho FS 600	Imidacloprid	0.480	0.8	Semilla

#### Análisis de resultados:

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANAVA) y su respectiva prueba "F" para cada variable, en cada tiempo o época de evaluación. Igualmente se determinaron los coeficientes de variación (medida del error experimental) para verificar la confiabilidad del ensayo. También se utilizó la prueba de Comparación Múltiple Duncan al 5%, para establecer las posibles diferencias estadísticas. Para la evaluación de la eficacia se utilizó la fórmula de Abbott (%).

$$\% \text{ de eficacia} = \frac{K - B}{K} * 100$$

Donde:

B: infestación en la parcela tratada.

K: infestación en la parcela testigo.

### EVALUACIONES

Se evaluó emergencia de plantas (% de germinación), en dos metros lineales, igualmente semanalmente al azar en los dos surcos centrales se tomó la altura a 15 plantas y se tomaron 15

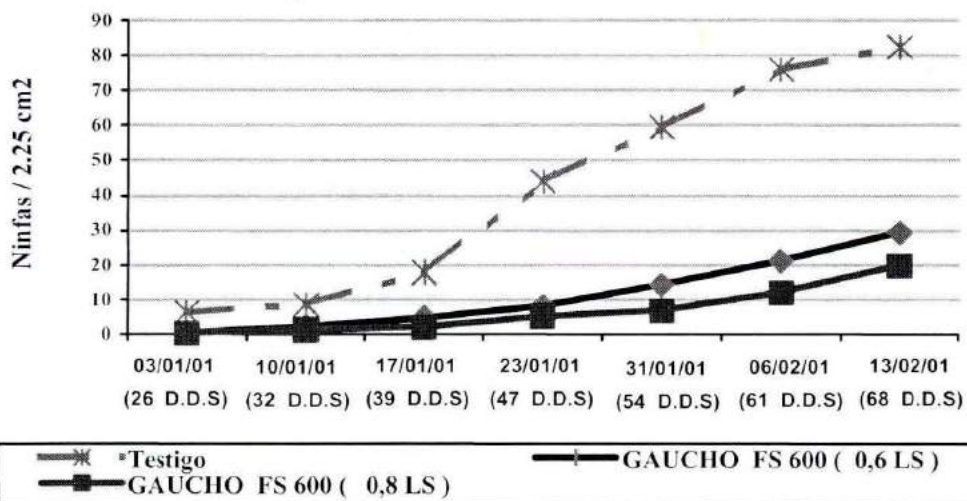
foliolos por parcela en los cuales se realizó un conteo de ninfas con una lupa la cual tiene un área de 2.25 centímetros cuadrados. Para determinar la persistencia de control con Imidacloprid en estados tempranos del cultivo, se tuvo en cuenta la escala visual del (CIAT- ICA). Los ensayos se llevaron, hasta el momento en que los tratamientos con Imidacloprid FS 600, alcanzaron el nivel tres de la escala, momento en el cual se debe realizar una aplicación foliar. Las evaluaciones se realizaron con una frecuencia semanal, con el fin de observar la dinámica de población en cada uno de los tratamientos.

#### Escala visual para mosca blanca ICA – CIAT

NIVEL DE ATAQUE	DESCRIPCIÓN
1	Presencia de adultos o huevos
3	Aparición de primeras ninfas en el tercio inferior de la planta. Gotas de melaza (brillo en hojas; 2/3 de la planta muestran melaza)
5	Aparición de fumagina; daño severo.
7	Hojas y vainas cubiertas con fumagina; daño muy severo.
9	

#### RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el ensayo realizado en el municipio de Silvania vereda Subia, mostraron que Gaucho FS 600 presentó una excelente eficacia para el control de *Trialeurodes vaporariorum*, la dinámica de población muestra como un tratamiento a la semilla ofrece una excelente protección hasta 54 días después de sembrado, como se puede ver en la figura 4.



Nota: LS: Litros por 100 Kg de semilla

Figura 4. Dinámica de población de *T. vaporariorum* ensayo realizado en Silvania – vereda Subia.

El testigo desde los 26 días después de sembrada la habichuela, *Phaseolus vulgaris* presentó una población de la plaga por encima de los tratamientos con GAUCHO FS 600, a los 32 días el testigo presentó una población cercana a las diez ninfas en 2,25 centímetros cuadrados, para un agricultor con esta presión de plaga ya estaría realizando aplicaciones foliares para el control de dicha plaga, a



los 39 días se puede observar como el testigo aumenta considerablemente la población para llegar a 20 ninfas aproximadamente, lo cual es una población bastante elevada y puede causar pérdidas económicas al cultivo, tal como se referencia en la literatura que para la habichuela M. Blanca puede causar pérdidas hasta del 50% en la producción.

A los 47 días después de sembrado se puede observar, como el testigo presentó poblaciones bastante elevadas (45 ninfas en 2,25 cm<sup>2</sup>), mientras que los tratamientos empezaron a presentar poblaciones como las que tenía el testigo 20 días atrás.

A los 54 días se observó una pequeña diferencia en las dos dosis de Gaucho FS 600 donde la dosis de 0.6 LS (litros por 100 kilogramos de semilla) presentó una población de 15 ninfas/2.25cm<sup>2</sup>, mientras que la dosis de 0.8 LS presentó una población menor a 10 ninfas /2.25cm<sup>2</sup>. Después de 54 días es recomendable hacer una aplicación foliar para el tratamiento donde se aplico 0.6LS debido a que esta en grado 3 según la escala del ICA – CIAT. Desde el punto de vista estadístico se presentaron diferencias significativas al nivel del P=5% a los 26 días después de sembrado el cultivo entre los tratamientos y el testigo absoluto así hasta el final del ensayo.

No se presentaron diferencias estadísticas significativas al nivel de P=5% entre los tratamientos con Gaucho FS 600 a los 26, 32, 39, 47 días después de sembrado el cultivo, donde Gaucho FS 600 ofreció una excelente protección al cultivo contra *T. vaporariorum*. Se presentaron diferencias estadísticas significativas al nivel del P=5% entre los tratamientos con Gaucho FS 600 a los 54 días después de sembrado el cultivo.

Según la prueba de Duncan se presentaron diferencias entre las dos dosis (siendo la dosis de 0,8 L / ha de Gaucho FS 600 la que menos población de ninfas presentó al final del ensayo), sin embargo para este ensayo las dosis de 0.6 LS presentó una excelente protección del cultivo hasta los 54 días después de sembrado siendo también una excelente alternativa en el control de dicha plaga (Tabla 3).

**Tabla 3. Prueba Duncan al 0,05%.**

TRATAMIENTO	NÚMERO DE NINFAS EN 2.25 cm <sup>2</sup> /DUNCAN al 0.05 %	
	18/05/01 (47 d.d.s)*	25/05/01 (54 d.d.s)*
1. Testigo	44 B	59.4 C
1. Gaucho FS 600 (0.6 LS – litros por 100 Kg de semilla)	8.2 A	14.15 B
2. Gaucho FS 600 (0.8 LS – litros por 100 Kg de semilla)	5.3 A	6.88 A

\* Tratamiento con similar letra no presenta diferencias significativas al nivel de P=5%

Además de las evaluaciones para *T. vaporariorum* se realizaron evaluaciones de afijos y se observó una eficacia de Gaucho FS 600 contra esta plaga, donde también con el tratamiento a la semilla se ofrece control para otro tipo de plaga

### **MANEJO INTEGRADO DE *Dalbulus maidis* EN MAÍZ**

Los cicadélidos son en la actualidad una de las plagas más importantes en el cultivo de maíz. "La cigarrita amarilla del maíz" (*D. maidis*) cada vez toma más interés en el cultivo del maíz, pues es un cereal muy importante en Colombia y el mundo. Este homóptero es el principal vector del Fitoplasma del achaparramiento del maíz. Daños más severos son ocasionados cuando el maíz forma sus

primeras hojas. (A. King & J. Sanders).

## REVISION DE LITERATURA

**CICLO DE VIDA:** Huevos de 4 a 9 puesto de uno en uno, pero a menudo en hileras pegadas de hasta 8 entre las venas del haz de las hojas del cogollo, a veces entre las láminas de las hojas de las plantas jóvenes, ninfa amarilla traslúcida pasa por 5 estadios, se alimenta de las bases de las hojas en el cogollo o entre las hojas y el tallo, en la parte inferior de la planta.

**Adulto:** De 3 – 4 mm de largo, amarillo paja, con manchas redondas negras sobre el vértice de la cabeza, las delanteras traslúcidas, extienden más allá de la punta del abdomen. A menudo viven en colonias que comprenden todos los estadios, puede estar atendido por hormigas que se alimentan de la melaza secretada. La fecundidad de *D. maidis* es muy buena a todas las temperaturas excepto a 29° C donde produjo muchos más huevos (L. V. MADDEN, L. R. NAULT).

**Daño:** Los adultos y las ninfas chupan la savia de la base de las hojas y pueden causar amarillamiento. Son importantes como vectores del achaparramiento del maíz y del virus del rayado fino, que pueden causar pérdida total de los cultivos. Los síntomas en el achaparramiento del maíz son: Amarillamiento inicial o rayado amarillo de las hojas jóvenes que luego se vuelven rojas, seguido por un acortamiento de los entrenudos, una proliferación de brotes auxiliares y basales y malformación de las raíces.

Si es severo reduce o impide la producción de la semilla (mazorca) y causa muerte prematura. Los síntomas del rayado fino son líneas de puntos intermitentes amarillas a lo largo de las venas y achaparramiento de la planta. La severidad del daño depende de lo temprano que ocurra la inoculación.

**Control:** La siembra tardía es más susceptible al ataque y las condiciones secas favorecen su incremento; es necesario revisar los cultivos regularmente durante los dos primeros meses en áreas con una historia de plaga y enfermedad especialmente durante la segunda mitad del año. Reemplazar variedades susceptibles y realizar muestreo poblacional del vector. Se registran parasitoides larvales como *Gonatopus bicolor* (Hymenoptera: Drynidae) y una especie Strepsitera que se ha encontrado en Puerto Rico y México ( King y Sanders 1983).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrollo en Buga en la finca El Trapiche localizada a una altura de 900 m y con precipitación anual promedia de 1000 mm, y temperatura media anual de 27°C. El ensayo se desarrollo utilizando un diseño de bloques completos aleatorios. Se utilizaron 4 repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 20 m<sup>2</sup>. (4X5) Distancia entre surcos de 80 cm y entre plantas 20 cm.

## TRATAMIENTOS

No	Nombre comercial	Ing. Activo	Dosis Kg de i.a. /100 Kg de semilla	Dosis Ll P.Cl 100 Kg de semilla
1	Testigo absoluto			
2	Gaicho FS 600	Imidacloprid	0.050	0.083
3	Gaicho FS 600	Imidacloprid	0.075	0.125
4	Confidor SC 350	Imidacloprid	0.050	0.083
5	Confidor SC 350	Imidacloprid	0.075	0.125
6	Carbofuran GR 3	Carbofuran	0.100	20.00



Las aplicaciones de Imidacloprid FS 600 y Confidor SC 350 se efectuaron antes de hacer la siembra (Se aplica a la semilla). El otro tratamiento se hizo a la banda los 10 días después de germinado el maíz, época de mayor susceptibilidad a la transmisión del Fitoplasma, y daño mecánico por el insecto. Se utilizó como cultivar ICA V-109.

Los resultados se analizaron mediante un ANAVA y su respectiva prueba "F" para cada variable en cada tiempo o época de evaluación. Igualmente se determinaron los coeficientes de variación para verificar la confiabilidad del ensayo. También se utilizó la prueba de Duncan al 5%, para establecer las posibles diferencias estadísticas entre tratamientos.

Se hicieron evaluaciones de altura de la planta a los 36 y 56 días después de la germinación. Así mismo se evaluó incidencia del Fitoplasma y peso de raíces. Con esta información se calculó la eficacia de cada tratamiento mediante la fórmula ABBOTT

$$\text{ABBOTT}(\%) = \frac{(T-t)}{T}(100) \text{ (para cada tratamiento)}$$

Donde:

T = Incidencia del Fitoplasma en el testigo

t = Incidencia del Fitoplasma en el tratamiento.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este ensayo, mostraron que Gaucho FS 600, en sus diferentes dosis presentó excelente fitocompatibilidad y eficacia en la prevención del Fitoplasma del achaparramiento, mediante el control del insecto vector.

En la figura 5, se puede observar como los tratamientos con Gaucho FS 600 en sus diferentes dosis, presentaron las menores incidencias, con respecto al testigo absoluto y al tratamiento con CARBOFURAN GR 3. Después de 36 y 56 días de la germinación.

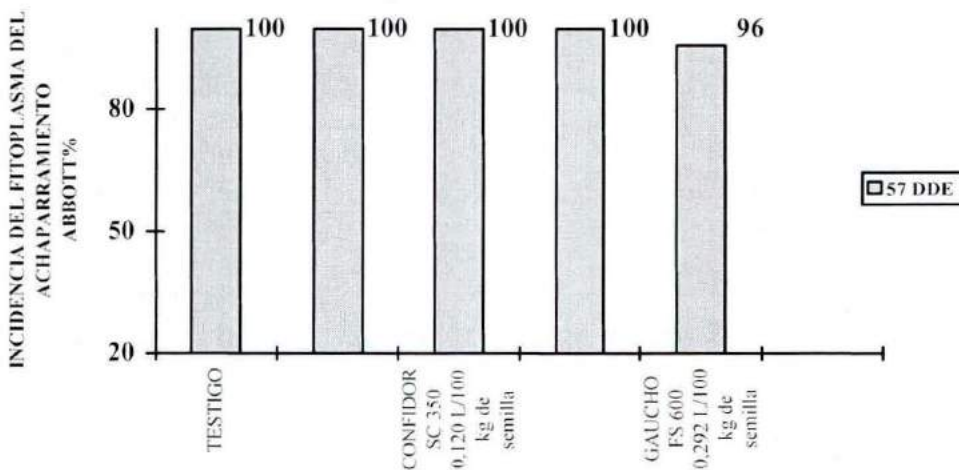


Figura 5. Evaluación de incidencia del fitoplasma de achaparramiento del maíz

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos para la variable incidencia del virus, después de 56 días de la aplicación al nivel de P=5%. El testigo absoluto presentó diferencias significativas con Gaucho FS 600 a la dosis propuestas de producto comercial. Entre las dosis de Gaucho FS 600 no se presentaron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 17.23% para esta evaluación.

#### PRUEBA DE DUNCAN AL 0.05 PARA PORCENTAJE DE PLANTAS INFECTADAS

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE PLANTAS INFECTADAS (DUNCAN AL 0.05)
	56 DDA *
TESTIGO	15 C
CONFIDOR SC 350 (0.100 L de p.c/100 Kg de semilla)	0 A
CONFIDIR SC 350 (0.120 L de p.c/100 Kg de semilla)	0 A
IMIDACLOPRID FS 600 (0.833 L de p.c/100 Kg de semilla.)	0 A
IMIDACLOPRID FS 600 (0.125 L de p.c/100 Kg de semilla.)	0 A
CURATER GR 003 (20.Kg L de p.c./ha.)	1 AB

\*Los tratamientos con letra similar no presentan diferencias estadísticas significativas al nivel de 0.05

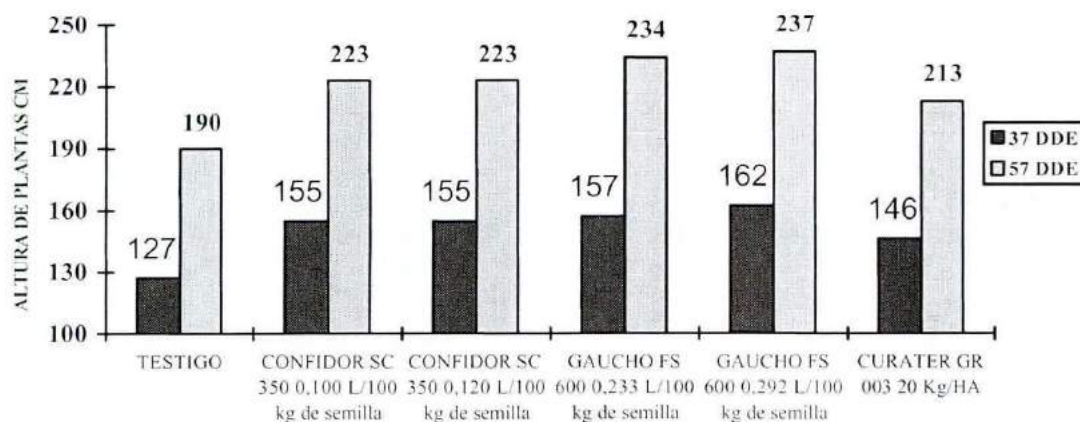


Figura 6. Evaluación de altura de plantas de maíz a los 36 y 56 dde.

En la Figura 6 se observan los mejores resultados en altura de planta con Gaucho FS 600 en sus diferentes dosis a los 36 y 56 días después de la germinación, presentando diferencias significativas con el testigo absoluto. El coeficiente de variación para estas evaluaciones fue de 5.27% a los 36 días y 8.03% a los 56 Días. Resultados similares se obtuvieron en el peso de raíces donde los mejores resultados se obtuvieron con Gaucho FS 600 en sus diferentes dosis presentando diferencias significativas con el Testigo Absoluto y el tratamiento con Carbofuran GR 3. Como se puede observar en la Figura 7.



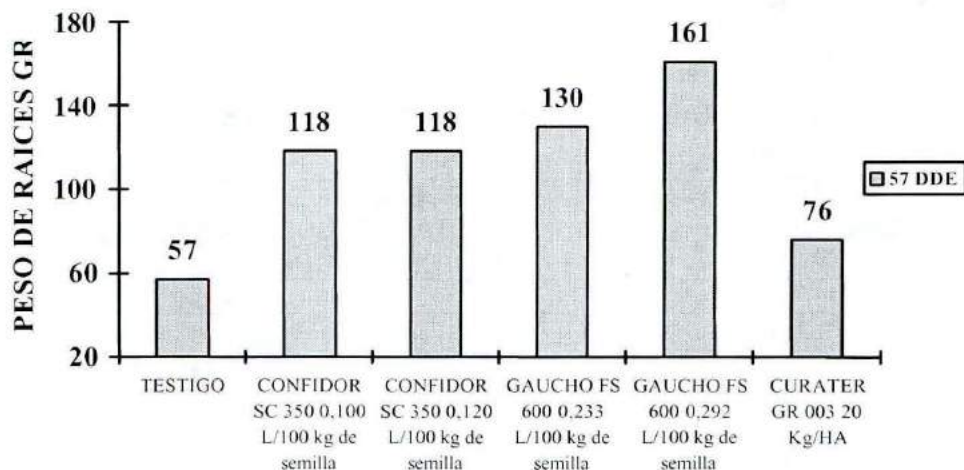


Figura 7. Evaluación de peso de raíces de plantas de maíz a los 56 dde.

## CONCLUSIONES

- Imidacloprid FS 600 es un excelente producto en la prevención del Achaparramiento del maíz, mediante el control del insecto vector (*D. maidis*) en las dosis de 0.233 y 0.292 litros de producto comercial por 100 Kg de semilla.
- Al realizar tratamiento a la semilla con Gaucho FS 600 se asegura una mayor prevención en la transmisión del Fitoplasma del achaparramiento del maíz y se constituye en un nuevo concepto en el manejo agronómico para el cultivo del Maíz, de esta enfermedad.
- Imidacloprid FS 600 es un producto que por las características de su ingrediente activo presenta un impacto ambiental muy bajo, para implementarlo adecuadamente dentro de un manejo de plagas.

## CONCLUSIONES GENERALES

Gaucho (Imidacloprid) FS 600 en los diferentes ensayos mostró ser un producto muy eficiente en el control de plagas chupadoras

Imidacloprid mostró un largo efecto residual y permitió en algunos de los ensayos reducir el número de aplicaciones de insecticidas foliares.

## VENTAJAS DE IMIDACLOPRID

- Nuevo mecanismo de acción
- Efecto sobre insectos resistentes a otros insecticidas.
- Alta selectividad.
- Por su disposición en la semilla, útil en el MIP.

- Baja dosis de i.a. por unidad de superficie en comparación a los programas tradicionales demanejo.
- Alta residualidad.
- Alto grado de seguridad para el medio ambiente.

#### LITERATURA CITADA

- CONFIDOR. Insecticida sistémico para el tratamiento foliar y del suelo, contra insectos chupadores. Información Técnica. Bayer S.A. Junio de 1993. p. 27.
- CORREA, F.; et al., 1997. MIP EN ARROZ, Manejo integrado de plagas; Artrópodos, Enfermedades y Malezas. CIAT. pp. 73-75.
- DE LEON, C. Enfermedades del Maíz. Una guía para su identificación en el campo. Programa de Maíz, CIMMYT, 1984 114 p.
- EL CULTIVO DE LA HABICHUELA. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Editolaser. Cuarta edición. 18 p.
- FEDEARROZ, Area Técnica; CIAT. 1997. La hoja Blanca del Arroz. En: ARROZ, 46 (409): 4-6.
- KING.A. B., & SANDERS. J. L. 1983. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central.
- LEICHT, W. Imidacloprid a chloronicotinyl insecticide biological activity and agricultural significance. Pflanzenschutz – Nachrichten Bayer 49/1996, 1. P. 71.
- LOPEZ, F. A. Eficiencia de ocho tratamientos para el control de mosca blanca *T. vaporariorum* (Westwood) en frijol (*P. vulgaris*) en Cajamarca departamento del Tolima. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Agronómica. 1995. 35 p.
- NAULT. L. R. & MADDEN. L. V. Pathogenicity of corn sturt spiroplama and maize bushy stunt mycoplasma to its vector *Dalbulus longulus*.
- ORTEGA C, A. Insectos nocivos del maíz. Una guía para su identificación en el campo. Programa de Maíz. CIMMYT México DF. 1987 106p.
- PFLANZENSCHUTZ-NACHRICHTEN. Las bases para ensayos fitosanitarios de campo. Bayer 16/1963, 3.
- PITRE, H. N & HEPNER L. W. Seasonal incidence of indigenous leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) on corn and several winter crops in Mississippi.
- RENDON, F.; CARDONA, C. La problemática de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en cultivos anuales en el trópico alto, valles interandinos y costas de Colombia y Ecuador. SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA (SOCOLEN). (XXVI : 1999 : Bogotá). Resúmenes. 1999. 80 p.
- RODRIGUEZ, I.; CARDONA, C. Niveles de resistencia a insecticidas en *T. vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) en el Valle del Cauca. SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA (SOCOLEN). (XXVI : 1999 : Bogotá). Resúmenes. 1999. 83 p.



- RODRIGUEZ, A.; HILLER, M. Umbrales de acción para el control de mosca blanca de los invernaderos *T. vaporariorum* (Westwood) (Homoptera : Aleyrodidae), en Tomate. Revista Colombiana de Entomología. Vol. 22. Nro. 2. Abril – Junio de 1996. P. 87 – 92.
- VELEZ A, R. Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado. Editorial Universidad de Antioquía, 1997. 482 p.
- VERGARA, R. R. Entomología Económica Talleres Prácticos. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1996. pp. 185-216.

# **CONTRIBUCIÓN DE LOS PLAGUICIDAS MICROBIALES AL USO RACIONAL DE AGROQUÍMICOS DENTRO DEL MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS**

**Edison Valencia, Biólogo, Ph. D.**

**Gerente Técnico, Aventis CropScience Colombia, S. A., e-mail: edison.valencia@aventis.com**

EL Manejo Integrado de Cultivos (MIC) involucra la búsqueda de soluciones a diferentes problemas fitosanitarios incluyendo los insectos plagas, las enfermedades fungosas y las malezas competidoras de los principales cultivos.

Dentro de los diversos componentes del MIC, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) cuenta con la más amplia trayectoria tecnológica. En efecto, el control de insectos dañinos ha sido reforzado con alternativas complementarias entre sí, como por ejemplo el control biológico clásico, las prácticas culturales, el control físico, el control con feromonas y el control químico con insecticidas sintéticos, entre otros. Estas medidas han sido utilizadas con relativo éxito en el manejo de plagas insectiles en diferentes cultivos.

Sin embargo y como se menciona en la introducción, muchos cultivos presentan problemas de enfermedades bacteriales y fungosas y también malezas, además de los insectos perjudiciales. Esta situación implica que en muchos casos las prácticas de control de artrópodos, microorganismos y malezas deben ser aplicadas simultáneamente o con intervalos de tiempo muy reducidos. Por esta razón reviste especial importancia el nivel de especificidad que las diferentes medidas de control puedan ofrecer. Sin lugar a dudas las medidas de control más ampliamente utilizadas para el manejo de problemas fitosanitarios son los plaguicidas químicos. Este tipo de productos ofrecen tres características que son altamente apreciadas por los agricultores: rápida acción, alta eficacia contra los organismos dañinos objetivo de control y en muchos casos, un amplio espectro que permite el control de dos o más plagas con una sola aplicación. Pero es precisamente esta última característica (un amplio espectro) la que reduce la compatibilidad de algunos plaguicidas químicos con otros componentes de MIC, especialmente con los enemigos naturales de las plagas y diversos plaguicidas biológicos incluyendo los bioinsecticidas, bioherbicidas y biofungicidas.

Un ejemplo práctico de esta situación es la utilización de bioinsecticidas derivados de hongos entomopatógenos en cultivos que requieren utilización intensiva de fungicidas químicos. En efecto, cultivos tales como los ornamentales, el arroz, el cultivo de la papa en Colombia reflejan fielmente esta situación. Cabe esperar que la utilización frecuente de fungicidas químicos de amplio espectro reduzca o elimine el inóculo de hongos entomopatógenos que han sido aplicados al cultivo, interfiriendo así con el control esperado de los insectos. De forma similar la utilización de insecticidas de amplio espectro, especialmente organofosforados y carbamatos, tienden a reducir la eficiencia de insectos benéficos y enemigos naturales, bien sea presentes en los cultivos o que han sido liberados como componentes del control biológico. Por lo anterior, la utilización de plaguicidas con un mayor grado de especificidad, particularmente hacia grupos de organismos separados taxonómicamente como insectos depredadores e insectos plagas u hongos fitopatógenos y entomopatógenos, es deseable dentro del concepto actual de Manejo Integrado de Cultivos.

Los plaguicidas microbiales cumplen con la característica de ofrecer en general, un grado de especificidad mayor que un plaguicida químico promedio. Presentan además otras ventajas para su utilización en programas MIC/MIP como las siguientes: pueden ser producidos a escala industrial, se pueden formular de diferentes formas según las necesidades del mercado y pueden ser aplicados con los equipos tradicionalmente utilizados por los agricultores. Estas ventajas hacen que los plaguicidas microbiales tengan un gran potencial para su utilización en programas aplicados de



Control Biológico y MIC/MIP en diversos cultivos. Ahora bien, debido a que los agentes microbiales también presentan limitaciones de uso, deben ser complementados con frecuencia con algunas alternativas químicas, culturales o de resistencia varietal de cultivos. Las limitaciones a las que se hace referencia son básicamente una lenta velocidad de acción, una eficacia promedia moderada bajo condiciones de campo y una alta dependencia de las condiciones climáticas para alcanzar niveles satisfactorios de bioeficacia. Estas limitaciones sin embargo, pueden ser superadas en la práctica, cuando los bioplaguicidas se utilizan dentro de programas de Manejo Integrado de Plagas y Cultivos.

Dado el potencial de los plaguicidas microbiales para su utilización práctica en campo e invernaderos, vale la pena analizar cual podría ser su contribución al uso racional de los plaguicidas químicos bajo condiciones comerciales. En primer lugar, los bioplaguicidas aplicados a principios de la estación del cultivo y con niveles bajos de infestación de las plagas (subumbrales de acción) pueden facilitar el mantenimiento de estos niveles por más tiempo, retardando así el momento en el cual es necesario realizar las primeras aplicaciones químicas. Por otra parte, una vez que la población de un insecto u otro organismo plaga ha sido reducida drásticamente por un agente químico, se puede emplear un tratamiento biológico sobre el subumbral de acción, para mantener bajos los niveles de infestación o de infección. Esta propuesta se basa en el principio de que los agentes biológicos (macro o microbiológicos) son capaces de ejercer un efecto de **Regulación de Poblaciones**, ya que pueden establecer un equilibrio temporal o permanente con la población de los organismos dañinos, evitando incrementos bruscos de las mismas bajo condiciones favorables. Bajo este esquema, la rotación de plaguicidas químicos y biológicos, facilita que el tiempo entre una y otra aplicación de los agroquímicos sea mayor, y por lo tanto, hace posible lograr un control de plagas satisfactorio, con un menor número de aplicaciones a cosecha. Las aplicaciones tempranas de agentes microbiales y la rotación bioplaguicida- agroquímico, se basan en la utilización del bioplaguicida sólo, así como en la aplicación por separado de los agroquímicos. Este enfoque favorece la especificidad natural de los agentes biológicos, pero con frecuencia implica que el agricultor debe asumir unos mayores costos de aplicación, pues los tratamientos se realizan independientemente.

Por esta razón, se debe considerar también la posibilidad de desarrollar selectivamente, mezclas de plaguicidas biológicos y químicos, sobre la premisa de que los dos productos deben ser compatibles y en particular, sobre la base de que la viabilidad y eficacia del agente biológico no sean afectadas negativamente por el agroquímico. La utilización de mezclas biológicas - químicas pueden ofrecer ventajas como las siguientes: un menor costo de aplicación, el efecto de choque y la alta eficacia del plaguicida químico es muy bien complementado por un periodo de protección al cultivo (antes llamado residualidad), generalmente más largo ofrecido por el agente microbiológico y además, se puede lograr un espectro más amplio de control de plagas, si alguno de los dos productos controla algunas especies que el otro no logra controlar. No sobra mencionar, que la rotación o mezcla de plaguicidas biológicos y químicos, es una excelente estrategia de introducción y promoción de los programas de Manejo Integrado, ya que genera confianza a los agricultores en la protección al cultivo por la presencia del agroquímico, al tiempo que les permite conocer las bondades y ventajas prácticas de utilizar bioplaguicidas, con la debida asesoría técnica. Se recomienda además, que en lo posible, los plaguicidas químicos elegidos presenten de por sí, cierta especificidad o selectividad a favor de organismos no objetivo y benéficos. Esto es deseable para maximizar los beneficios potenciales de los programas MIC/MIP.

Un análisis técnico más profundo muestra que pueden existir ventajas adicionales significativas en la utilización simultánea de bioplaguicidas y agroquímicos. Al mezclar un plaguicida químico con uno biológico que no son antagonistas entre sí, debe presentarse uno de los siguientes efectos: aditivo, complementario o sinergismo, dependiendo del nivel de mejoramiento del tratamiento mezcla en comparación con los productos individuales. Ahora, si se logra un mejoramiento significativo de la eficacia de los productos juntos, en la mayoría de las veces es posible reducir la dosis de uno de los plaguicidas o de ambos, lo cual se consigue al obtener la relación óptima. La reducción de dosis no

solo disminuye los costos de aplicación, sino que también minimiza el impacto potencial de la mezcla sobre organismos no objetivo o sobre organismos benéficos. Una relación óptima también reduce la presión de selección sobre los organismos plaga, y la mezcla en sí, es parte de la estrategia conocida como **Ataque Múltiple**, para manejar los casos de resistencia de las plagas. Es de esperar que la incorporación de bioplaguicidas (sean estos bioinsecticidas, biofungicidas o bioherbicidas) en los programas de Manejo Integrado de Cultivos, permite minimizar el riesgo de resistencia de los organismos dañinos, a los plaguicidas químicos sintéticos por reducción de la presión selectiva. Más aún, los plaguicidas microbiales facilitan notablemente la preservación del estado de susceptibilidad de las plagas, pues poseen mecanismos de acción completamente diferentes a los de los agroquímicos.

Finalmente, la utilización de bioplaguicidas en programas MIC/MIP facilita la aceptación de los plaguicidas químicos en los esquemas de agricultura sostenible, así como una utilización más favorable de estos productos en cultivos de exportación con límites específicos de tolerancia para las diferentes moléculas. Como se ve, es factible identificar múltiples ventajas de la utilización de los bioplaguicidas conjuntamente con los plaguicidas químicos dentro de programas de Manejo Integrado. Esto sin embargo, requiere de un criterio técnico estructurado para saber cuales son las alternativas a recomendar dependiendo de los problemas y condiciones particulares de cada caso.



# ESTUDIOS DEL IMPACTO DEL INDOXACARB SOBRE LA FAUNA BENÉFICA BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO<sup>1</sup>

Diego Germán Rengifo Ortiz, Ing. Agr.  
Dupont de Colombia S. A, Ibagué, Tolima. E-mail: Diego-German.Rengifo@col.dupont.com

## INTRODUCCIÓN

El ingrediente activo de Avaunt 150 SC es el indoxacarb, que pertenece al nuevo grupo químico Oxadiazinas descubierta por Dupont S. A. Los insecticidas que pertenecen a este grupo se caracterizan por que actúan por ingestión en los estados inmaduros de los lepidópteros y en ellos causa desordenes en el sistema nervioso al bloquear el normal flujo de los iones de Na<sup>+</sup> a través de sus respectivos canales durante la sinapsis de las neuronas de las larvas; lo anterior lleva a que la larva deje de alimentarse, pierda coordinación de movimiento y eficiencia en la respiración en un tiempo de: 4- 6 horas después de ingerido el alimento tratado. La anterior acción es conocida como "efecto paralizante" lo cual coloca a este producto en una ventaja competitiva bastante importante frente a los insecticidas de ingestión hasta ahora conocidos ya que estos toman días para eliminar la plaga.

Los insectos predadores benéficos evaluados fueron *Coleomegilla maculata* (De Gueer) (adultos), *Cycloneda sanguinea* (L.) (adultos), *Chrysoperla carnea* (larvas), *Tetragnatha* sp (adultos) Los insectos parasitoides benéficos fueron *Trichogramma pretiosum* Riley y *Telenomus remus*.

Sobre los anteriores insectos se determinaron porcentajes de mortalidad cuando se les aplicó una equivalencia del insecticida a las dosis de 150, 300 y 600 cc en un volumen de agua de 100 L. Las dosis se aplicaron en forma directa sobre el cuerpo de los insectos, sobre la superficie del habitáculo de éstos previa su presencia y algunos predadores como *C. maculata*, *C. sanguinea* y *C. carnea* fueron alimentados con áfidos del algodón previamente asperjados con Avaunt 150 SC a la dosis de 300 cc /ha. Los porcentajes de mortalidad fueron categorizados por la escala que recomienda la Organización Internacional de Control Biológico (IOBC) para medir el impacto de agroquímicos sobre la fauna benéfica bajo condiciones de laboratorio.

## Efecto de varios insecticidas sobre la entomofauna benéfica

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de varios insecticidas químicos en la mortalidad de la entomofauna benéfica. La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Entomología del Centro de Investigación "Nataima" de Corpoica, en el Espinal, Tolima a 431 m.s.n.m, con una temperatura media de 28°C y humedad relativa del 70%.

Los estados de desarrollo de los insectos benéficos que se emplearon en la evaluación fueron los estados de adulto para los parasitoides *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) y *Trichogramma* sp.(Hymenoptera: Trichogrammatidae), y como depredador la araña, *Tetragnatha* sp. (Clase: Aracnida). En estado larval se empleó el depredador *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae).

---

<sup>1</sup> Convenio Corpoica-Nataima con Dupont de Colombia S.A; responsables: Ing. Agr. Maria Dennis Lozano e Ing. Agr. M. Sc. Luz Angela Mendoza.

Los insecticidas evaluados fueron. Avaunt 150 SC, lufenuron, l.cihalotrina, thiodicarb y clorpirifos en dos formas de aplicación sobre los insectos benéficos o sea aspersión directa y superficie seca. El bioensayo se hizo sobre cajas de acrílico de 25cm. de largo X 15 cm de ancho y 10cm de alto, con tapa de malla fina.

La dosis empleadas para cada insecticida fueron:

Lufenuron : en dosis comercial 300 cc/ha. Equivalente a 0.0015 ml/100ml  
L cihalotrina: en dosis comercial 500 cc/ha. Equivalente a 0.0025 ml/100ml  
Thiodicarb : en dosis comercial 1500 cc/ha. Equivalente a 0.0075 ml/100ml  
Clorpirifos : en dosis comercial 1000 cc/ha. Equivalente a 0.005 ml/100ml

El análisis estadístico se hizo mediante un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial 4X2 donde el factor A son los cuatro insecticidas (lufenuron, L cihalotrina, thiodicarb y clorpirifos) y el factor B son las dos formas de aplicación (aspersión directa y superficie seca), para un total de 8 tratamientos.

La dosis empleada para la aplicación de Avaunt 150 SC fueron de 150, 300 y 600 cc/ha, las evaluaciones se realizaron a 24, 48 y 72 horas después de aplicado cada tratamiento, los resultados se expresaron en términos de porcentaje (%) de mortalidad. Los datos de mortalidad fueron corregidos por medio de la formula de Abbot.

Formula de Abbot: 
$$MC = \frac{Mo - Mt}{100 - Mt}$$

donde:

MC: Mortalidad corregida

Mo: Mortalidad observada

Mt : Mortalidad del testigo sin aplicación

## RESULTADOS

Observando la Tabla 1, en la mortalidad de los dos parasitoides *Trichogramma sp.* y *T. remus* no se presentaron diferencias significativas en la aplicación de los insecticidas químicos como tampoco en la forma en que ellos fueron aplicados, sus coeficientes de variación fueron de cero. En cuanto a los depredadores, no se presentaron diferencias significativas a nivel de insecticidas como tampoco en la forma de aplicación sobre la mortalidad de las arañas *Tetragnatha* su coeficiente de variación fue de 9.7, mientras que en la mortalidad de *C. maculata* se presentaron diferencias altamente significativas entre los cuatro insecticidas evaluados y significativa en las dos formas de aplicación, su coeficiente de variación fue de 13.2.



Tabla 1. Análisis de varianza para la evaluación del efecto de cuatro insecticidas químicos en dos formas de aplicación sobre la mortalidad de cuatro insectos benéficos, bajo condiciones de laboratorio en C. I. Nataima. Espinal. Año 2000.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	Trichogramma sp.	Telenomus remus	Tetragnatha	Coleomegilla
Replica	2	Ns	Ns	Ns	Ns
Insecticidas	3	Ns	Ns	Ns	**
Forma aplic.	1	Ns	Ns	Ns	*
Ins. X F.Apl.	3	Ns	Ns	Ns	**
CV		0	0	9.7	13.2

La figura 1 verifica la no diferencia significativa en la aplicación de los insecticidas químicos en la mortalidad de los parasitoides *Trichogramma* sp. y *T. remus* teniendo en cuenta que los cuatro productos ocasionaron un 100% de mortalidad sobre estos insectos benéficos. En las arañas *Tetragnatha* la mortalidad no fue del 100 % pero el efecto de los insecticidas fue muy similar con porcentajes de mortalidad altos, entre 87.62% y 91.62%. El efecto de la aplicación de los insecticidas se ve marcado en la mortalidad de los *Coleomegilla* donde se encontró que el insecticida que más causó mortalidad en estos insectos fue el Clorpirifos con 96.25% de mortalidad, y el insecticida que menos causó mortalidad fue el Lufenuron con 26.01% de mortalidad.

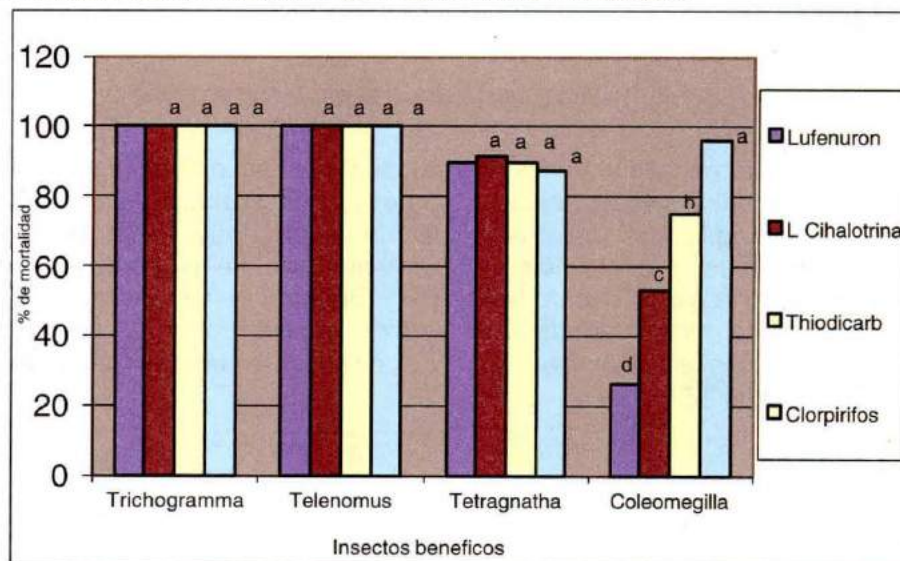


Figura 1. Evaluación del efecto de la aplicación de cuatro insecticidas químicos sobre la mortalidad cuatro insectos benéficos, bajo condiciones de laboratorio de C. I. Nataima. Espinal. Año 2000.

En la figura 2, se verifica que no se encontraron diferencias en la forma de aplicación de los insecticidas sobre la mortalidad de *Trichogramma* sp. y *T. remus* y arañas *Tetragnatha*, no obstante si se presentaron diferencias en la mortalidad de *Coleomegilla* donde la mayor mortalidad la causo la aplicación en forma de aspersion con 58.16% de mortalidad.

En la figura 3, se ratifica que el insecticida químico que más causo mortalidad sobre los *Coleomegilla* fue el clorpirifos, la forma de aplicación por aspersion fue más perjudicial la que se hizo por aspersion directa excepto en el insecticida thiodicarb donde el mayor porcentaje de mortalidad lo causo la aplicación sobre la superficie seca.

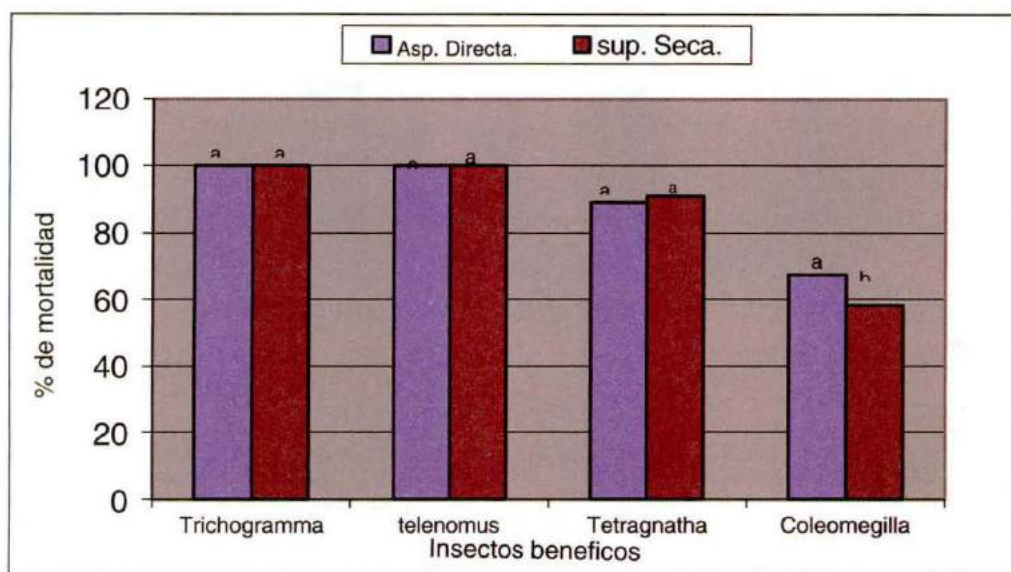


Figura 2. Evaluación del efecto de dos formas de aplicación de insecticidas: aspersion directa y sobre superficie seca en la mortalidad de cuatro insectos benéficos, en laboratorio. C.I. Nataima. Año 2000

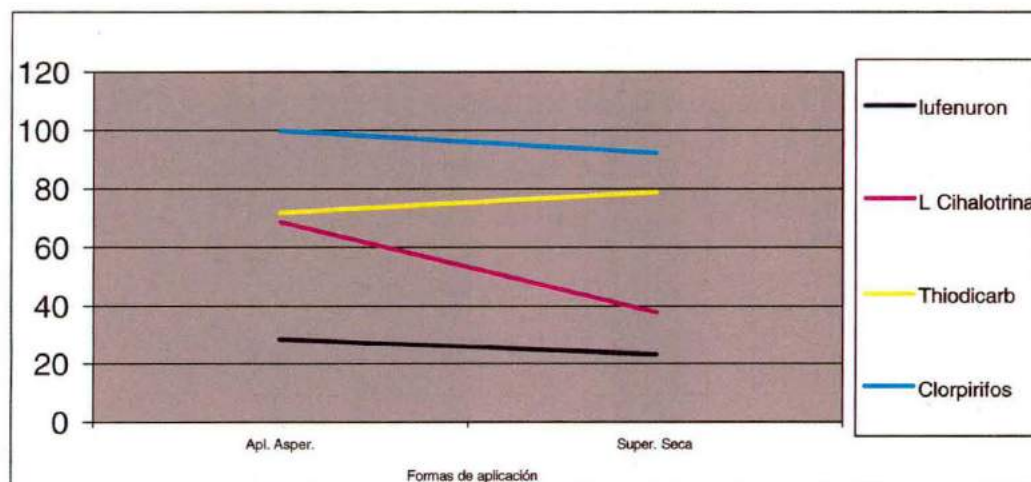


Figura 3. Evaluación del efecto de cuatro Insecticidas químicos en dos formas de aplicación sobre la mortalidad de *Coleomegilla maculata* bajo condiciones de laboratorio en C. I. Nataima. Espinal. Año 2000.



## CONCLUSIONES

Los cuatro insecticidas evaluados causaron efectos de mortalidad del 100% sobre los parasitoides *Trichogramma sp.* y *T. remus* y entre 87.62% y 91.62% sobre arañas *Tetragnatha*,

El insecto benéfico más resistente a la acción de los insecticidas químicos es el *C. maculata*.

El insecticida que más causó mortalidad sobre *C. maculata* fue el clorpirifos con un porcentaje de mortalidad del 96.25%.

El insecticida que menos ocasionó mortalidad sobre *C. maculata* fue el Match con 26.01% de mortalidad.

La forma de aplicación de los insecticidas químicos que más ocasionó mortalidad de *C. maculata* fue la aplicación por aspersión exceptuando el Larvin donde la aplicación en superficie seca ocasionó mayor mortalidad.

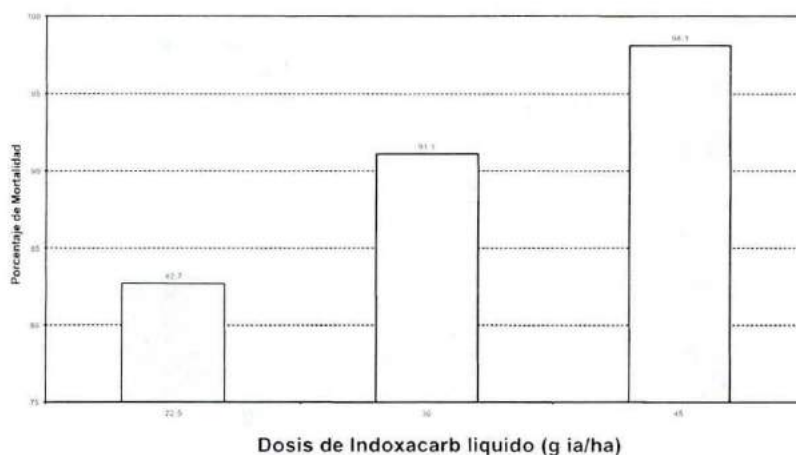
## EVALUACIÓN DE INDOXACARB EN FORMULACION LIQUIDA (AVAUNT 150 SC) SOBRE *Chrysoperla sp*

### Aspersión directa.

Se presentaron diferencias estadísticas entre el testigo y los tratamientos a las 24, 48 y 72 horas después de los tratamientos. Todos los tratamientos fueron moderadamente tóxicos sobre *Chrysoperla sp.*

**Tabla 2. Diferencias de medias del porcentaje de mortalidad de larvas de *Chrysoperla sp* tratadas con diferentes dosis de Indoxacarb líquido en aspersión directa CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A del 2000.**

TRATAMIENTOS	24 horas	48 horas	72 horas
t1 = 150 ml/ha (22.5 g i. a./ha)	51.6 b	76.6 b	83 b
t2 = 300 ml/ha (45 g i. a. /ha)	66.6 b	78.3 b	91.6 b
t3 = 600 ml/ha ( 90 g i.a. /ha)	91.6 b	96.6 b	98.3 b
Testigo = ( 0 g i.a./ha )	0 a	1.6 a	5 a



**Figura 4. Mortalidad corregida de larvas de *Chrysoperla* sp tratadas con diferentes dosis de Indoxacarb líquido en aspersión directa CORPOICA, C.I. NATAIMA. Semestre A de 2000.**

#### Superficie seca.

Se observan diferencias estadísticas entre el testigo y los tratamientos. El producto indoxacarb es altamente tóxico para las larvas de *Chrysoperla*, observándose mortalidades entre 97 –100 % con las dosis evaluadas.

**Tabla 3. Diferencias de medias del porcentaje de mortalidad de larvas de *Chrysoperla* sp tratadas con diferentes dosis de Indoxacarb líquido en superficie seca CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A del 2000.**

TRATAMIENTOS	24 horas	48 horas	72 horas
t1 = 150 ml/ha (22.5 g i.a./ha)	85	91.6	96.6
t2 = 300 ml/ha (45 g i.a./ha)	88	96.6	100
t3 = 600 ml/ha ( 90 g i.a./ha)	86.6	96.6	100
Testigo = ( 0 g i.a./ha)	0	1.6	13.3



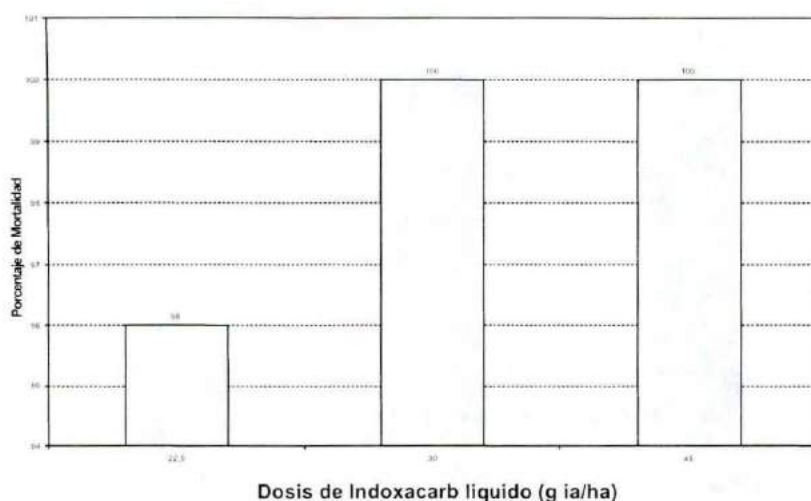


Figura 5. Mortalidad corregida de larvas de *Chrysoperla* sp tratadas con diferentes dosis de indoxacarb líquido en superficie seca CORPOICA, C.I. NATAIMA. Semestre A de 2000.

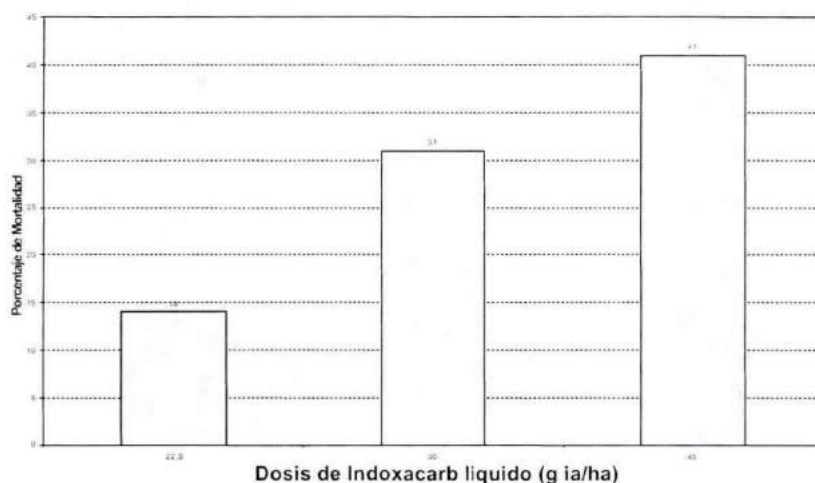
#### EVALUACIÓN DE INDOXACARB LIQUIDO (AVAUNT 150 SC) SOBRE ARÁCNIDOS

##### Aspersión directa

Las dosis de 150 y 300 ml de indoxacarb fueron poco tóxicas para esta especie, mientras que la dosis de 600 ml fue ligeramente tóxica.

Tabla 4. Diferencias de medias del porcentaje de mortalidad de arácnidos tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en aspersión directa. CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A del 2000.

TRATAMIENTOS	24 horas	48 horas
t1 = 150 ml/ha (22.5 g i.a./ha)	20	31.6
t2 = 300 ml/ha (45 g i.a./ha)	33.3	45
t3 = 600 ml/ha ( 90 g i.a./ha)	43	53
Testigo = ( 0 g i.a./ha)	13.3	20



**Figura 6. Mortalidad corregida de arácnidos tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en aspersión directa. CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A de 2000.**

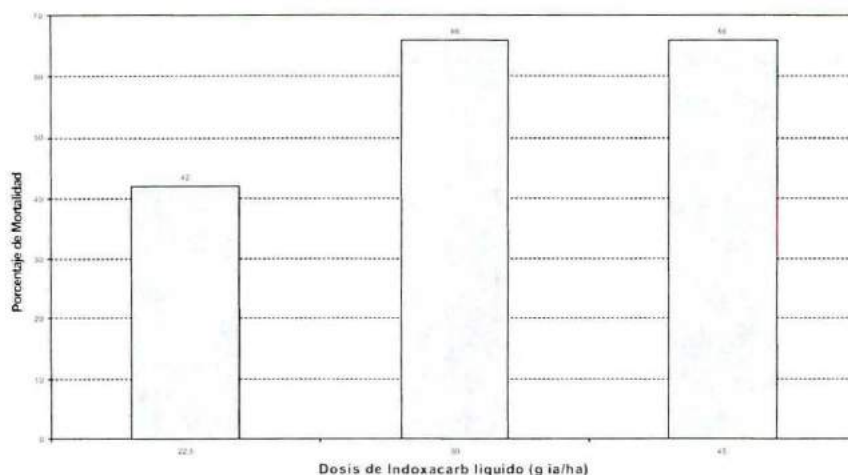
### Superficie seca

No se observan diferencias estadísticas a las 24 horas después de los tratamientos mientras que a las 48 horas las dosis del producto afecta ligeramente a los arácnidos.

**Tabla 5. Diferencias de medias del porcentaje de mortalidad de arácnidos tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en superficie seca. CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A del 2000.**

TRATAMIENTOS	24 horas	48 horas
t1 = 150 ml/ha (22.5 g i.a./ha)	16.6	58.3
t2 = 300 ml/ha (45 g i.a./ha)	13.3	53.3
t3 = 600 ml/ha ( 90 g i.a./ha)	15	53.3
Testigo = ( 0 g i.a./ha)	13.3	20





**Figura 7. Mortalidad corregida de arácnidos tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en superficie seca. CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A de 2000.**

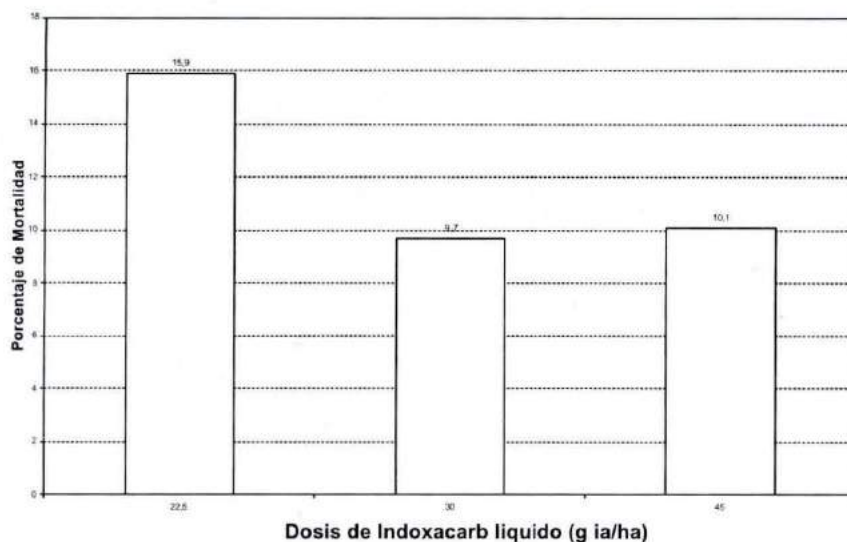
#### **EVALUACIÓN DE INDOXACARB LIQUIDO SOBRE *Coleomegilla maculata***

##### **Superficie seca**

No se observan diferencias estadísticas entre el testigo y los tratamientos, este producto fue poco perjudicial para *Coleomegilla maculata* en todas las dosis evaluadas.

**Tabla 6. Diferencias de medias del porcentaje de mortalidad de adultos de *Coleomegilla maculata* tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en superficie seca CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A del 2000.**

TRATAMIENTOS	24 horas	48 horas	72 horas
t1 = 150 ml/ha (22.5 g i.a./ha)	3.3	15	30
t2 = 300 ml/ha (45 g i.a./ha)	11.6	15	23.3
t3 = 600 ml/ha ( 90 g i.a./ha)	3.3	20	23.3
Testigo = ( 0 g i.a./ha)	3.3	11.6	16.6



**Figura 8. Mortalidad corregida de adultos de Coleomegilla maculata tratados con diferentes dosis de indoxacarb liquido en superficie seca. CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A de 2000.**

**Aspersión directa.**

No se observan diferencias estadísticas entre el testigo y los tratamientos, este producto fue poco perjudicial para *Coleomegilla maculata* en todas las dosis evaluadas.

**Tabla 7. Diferencias de medias del porcentaje de mortalidad de adultos de Coleomegilla maculata tratados con diferentes dosis de indoxacarb liquido en aspersión directa CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A del 2000.**

TRATAMIENTOS	24 horas	48 horas	72 horas
t1 = 150 ml/ha (22.5 g i.a./ha)	3.3	8.3	13.3
t2 = 300 ml/ha (45 g i.a./ha)	5	11.6	16.6
t3 = 600 ml/ha ( 90 g i.a./ha)	13.3	13.3	18.3
Testigo = ( 0 g i.a./ha)	3.3	11.6	16.6



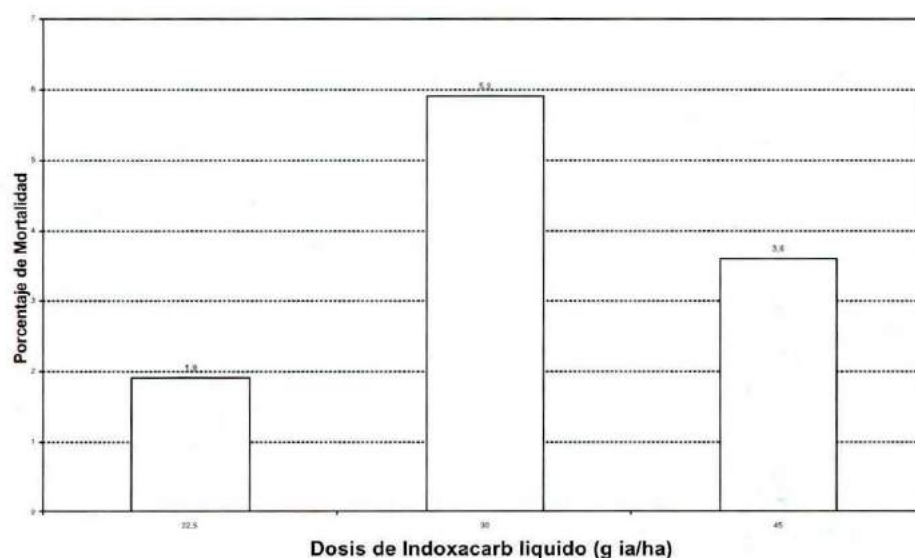


Figura 9. Mortalidad corregida de adultos de *Coleomegilla maculata* tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en aspersión directa. CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A de 2000.

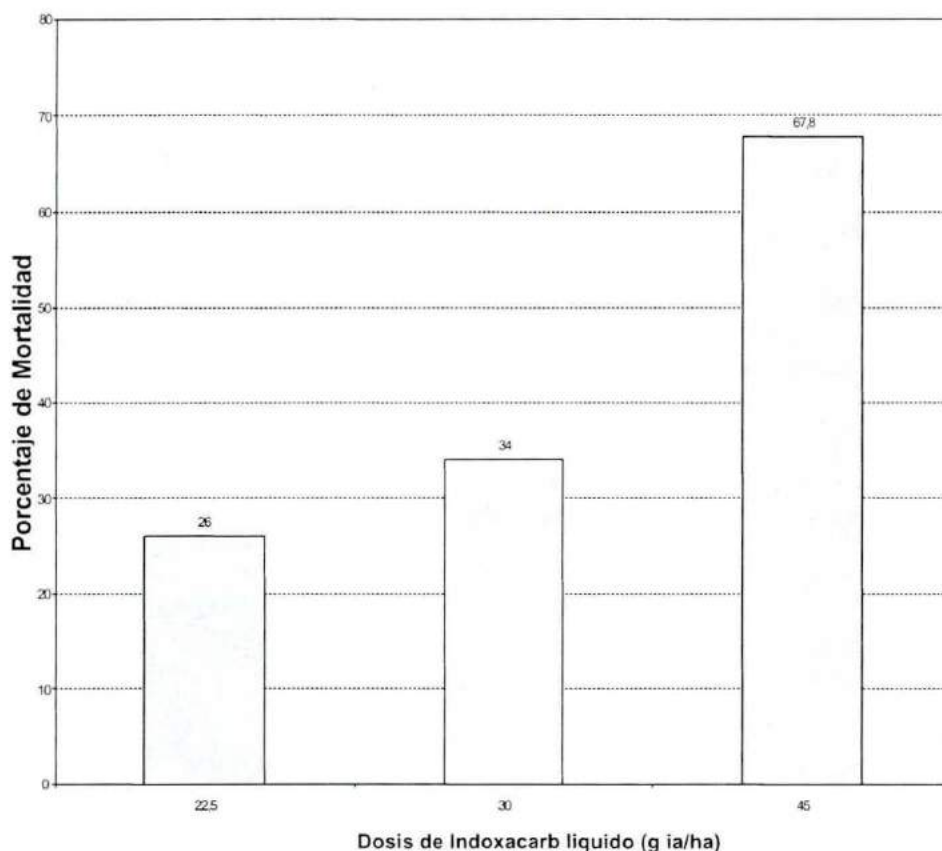
#### EVALUACIÓN DE INDOXACARB LIQUIDO SOBRE *Trichogramma sp.*

##### Aspersión directa.

Los tratamientos (t2= 300 ml/ha y t3= 600 ml/ha), presentan diferencias significativas con respecto al testigo (0 ml/ha), no se registran diferencias entre el testigo y el tratamiento t1 = 150 ml/ha a las 24 horas.

Tabla 8. Diferencia de medias de la mortalidad registrada en *Trichogramma sp* por efecto de indoxacarb 150 i.a. g/l. CORPÓICA, C. I. Nataima, junio 2000.

TRATAMIENTOS	24 horas	48 horas	72 horas
t1 = 150 ml/ha (22.5 g i.a./ha)	25 ab	26.7 a	38.3 b
t2 = 300 ml/ha (45 g i.a./ha)	36 bc	33.0 ab	46.0 b
t3 = 600 ml/ha ( 90 g i.a./ha)	53 c	53 b	73.3 c
Testigo = ( 0 g i.a./ha )	10 a	11.7 a	16.7 a



**Figura 10. Mortalidad corregida de adultos de *Trichogramma* sp tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en aspersión directa. CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A de 2000.**

A las 48 horas la tendencia de mortalidad es igual, mientras que a las 72 horas se presentaron diferencias estadísticas entre todos los tratamientos y el testigo registrándose una mortalidad de 16.6% en el testigo y 38, 45 y 72% con las dosis de 150, 300 y 600 ml/ha.

#### **EVALUACIÓN DE INDOXACARB LÍQUIDO (AVAUNT 150 SC) SOBRE *Telenomus remus***

##### **Aspersión directa**

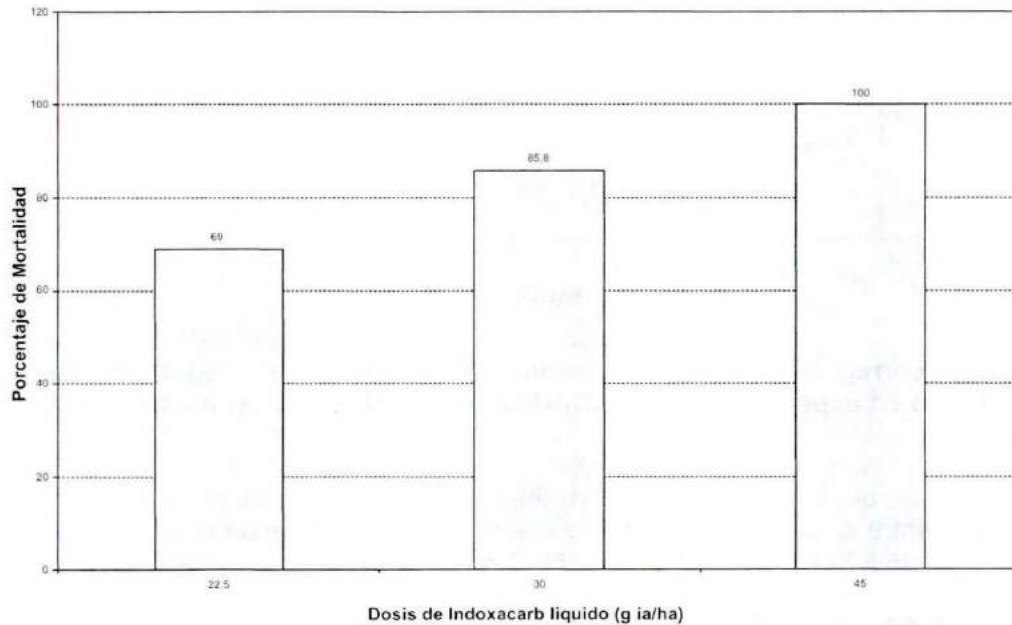
Se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos y el testigo. La dosis de 150 ml de indoxacarb/ha fue inofensiva para *T. remus*, mientras que las dosis de 300 y 600 fueron ligeramente perjudiciales, respectivamente.



Tabla 9. Diferencias de medias del porcentaje de mortalidad de adultos de *Telenomus remus* tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en aspersión directa CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A del 2000.

TRATAMIENTOS	24 horas	48 horas	72 horas
t1 = 150 ml/ha (22.5 g i.a./ha)	13.3	20	25
t2 = 300 ml/ha (30 g i.a./ha)	13.3	21.6	68.3
t3 = 600 ml/ha (45 g i.a./ha)	23.3	40	60
Testigo = ( 0 g i.a./ha )	8.3	11.6	18.3

Figura 11. Mortalidad corregida de adultos de *Telenomus remus* tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en aspersión directa. CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A de 2000.

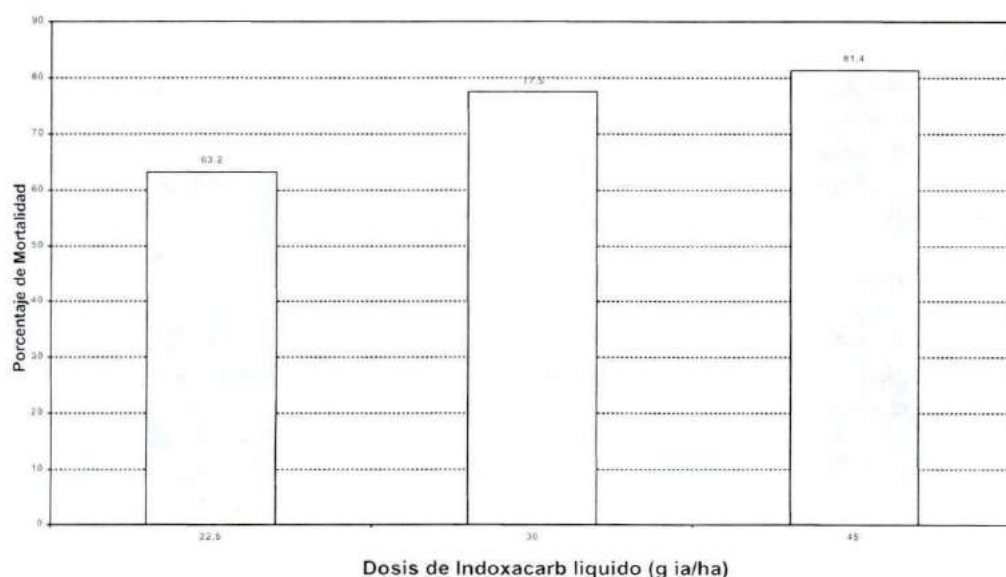


## Superficie seca

La dosis de 150, 300 y 600 ml de indoxacarb/ha fueron inofensivas para *Telenomus remus*

**Tabla 10. Porcentaje de mortalidad de adultos de *Telenomus remus* tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en Superficie seca CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A del 2000.**

TRATAMIENTOS	24 horas	48 horas	72 horas
t1 = 150 ml/ha (22.5 g i.a./ha)	21.6	35	40
t2 = 300 ml/ha (45 g i.a./ha)	26.6	43.3	41.6
t3 = 600 ml/ha (90 g i.a./ha)	25	50	45
Testigo = (0 g i.a./ha)	8.3	11.6	18.3



**Figura 12. Mortalidad corregida de adultos de *Telenomus remus* tratados con diferentes dosis de indoxacarb líquido en Superficie seca. CORPOICA, C.I. Nataima. Semestre A de 2000**

## RESUMEN

Los resultados indicaron que el producto Avaunt 150 SC en la dosis de 300 cc/ha (recomendación de etiqueta para maíz y sorgo) es inofensivo (< 50% mortalidad) para *C. maculata*, *C. sanguinea*, *Tetragnatha sp*, *T. pretiosum* y *T. remus* bajo las diferentes modalidades de contacto con el insecticida ya mencionadas.

Sobre el predador *C. carnea* demostró impacto "débil perjudicial" (50-79% mortalidad) en aspersión directa, impacto "moderado perjudicial" (80-99%) en superficie seca e impacto "inofensivo" (<50% mortalidad) con alimento tratado (áfidos).



# **RIMÓN: UN REGULADOR DE CRECIMIENTO A BASE DE NOVALURÓN**

**Guillermo Torrado Pacheco, Ing. Agr.  
Gerente Técnico y de Desarrollo, PROFICOL S.A  
e-mail: g.torrado@proficol.com**

## **AGRICULTURA SOSTENIBLE**

El proceso productivo agrícola involucra tres segmentos básicos e inseparables: el hombre, el cultivo y el medio ambiente. En la medida que se logre un equilibrio o balance entre las actividades de cada uno de estos tres segmentos, estaremos acercándonos a lo que hoy en día podría definir la agricultura moderna. Tal, conocida como AGRICULTURA SOSTENIBLE, ha sido definida como "... aquella que sea capaz de satisfacer necesidades alimentarias y crear excedentes de producción en forma rentable, sin causar un deterioro excesivo de los recursos naturales..." (Tercera cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado.- Costa Rica.- 1.993)

## **EI MIP**

Durante muchos años ilustres entomólogos como los recordados Hernán Alcaráz, Hernando Patiño, Felipe Mosquera y muchos otros nos enseñaron que era posible incluir en los programas de "manejo de plagas" (no-control), el uso de compuestos químicos siempre y cuando se buscara una compatibilidad entre tal uso, la de prácticas de tipo cultural y el establecimiento del control biológico realizado por la fauna natural o liberada, después de su cría artificial.

## **LOS NUEVOS INSECTICIDAS**

Como componentes del MIP dentro de los insecticidas de síntesis, descubiertos y desarrollados por la industria de productos para la protección de cultivos, se han tenido que considerar cada vez más los conceptos mencionados en los dos párrafos anteriores, de tal forma que hoy en día (además de algunos productos tradicionales) se ofrece al agricultor y a sus asesores técnicos un grupo de productos conocidos como "SELECTIVOS", compatibles con la filosofía de MIP y el concepto de Agricultura Sostenible.

Adicionalmente, para los productos tradicionales, esta industria también ha desarrollado y difundido recomendaciones para su manejo, de tal forma que aún siendo considerados de "amplio espectro", puedan ser involucrados en programas modernos de manejo adecuado de plagas, malezas y enfermedades, dentro de un concepto aún más amplio como es el del MIC: Manejo Integrado de Cultivos.

En cualquier evento, hoy día la industria está considerando dentro de sus programas de investigación y desarrollo, un claro sentido de aporte a la productividad agrícola y un respeto por el medio ambiente y por el hombre, como agricultor o como cualquier persona involucrada en las actividades del campo.

## **LOS REGULADORES DE CRECIMIENTO DE INSECTOS (IGR)**

Podríamos definirlos como: insecticidas, en su mayoría de origen sintético, los cuales gracias a su "mecanismo de acción" interrumpen el ciclo de vida de los insectos plaga, en forma selectiva y específica, de tal forma que respetan la fauna benéfica, ofrecen menor riesgo para el hombre y tienen un reducido impacto ambiental.

Este novedoso grupo de productos lo podríamos dividir en dos sub-grupos de acuerdo a su modo de acción: 1) de efecto hormonal y b) Inhibidores de síntesis de quitina.

Los primeros interfieren la actividad de hormonas específicas involucradas en los procesos de muda de tal forma que la mayoría actúan a nivel de la llamada "Hormona Juvenil" o Ecdysona, responsable del cambio de estadio dentro de los procesos de muda. Al ser inhibida su acción, por productos como el metopreno ó el methoxyfenozide (de reciente generación), ejemplos de productos de este sub-grupo, muchas especies de insectos plaga afectados, ven interrumpido su ciclo de vida, permaneciendo en la mayoría de los casos en estados larvales o inmaduros, produciéndose posteriormente su muerte.

### Los inhibidores de síntesis de quitina

La quitina constituye un componente básico del exoesqueleto de los insectos, conformada por cadenas de un polisacárido, la acetyl-glucosamina, la cual es depositada en mayor proporción (cerca del 60%) en la endocutícula.

Los productos de este sub-grupo a través de un mecanismo de acción bioquímico, aún no totalmente identificado en detalle, pero si relacionado con el traspaso en membranas celulares, de sustancias requeridas para la conformación de la quitina, lo cual se traduce en una interrupción de los procesos de muda, especialmente en estados larvales, cuando la síntesis de la quitina se da, en alta proporción, como componente básico de los exoesqueletos de las nuevas larvas.

### NOVALURON

El primer insecticida con el mecanismo de acción someramente descrito en el párrafo anterior fue el diflubenzurón, resultado de las investigaciones de síntesis de la entonces Phillips-Duphar, en procura de buscar un "superherbicida" al combinar dos herbicidas, el diclobenil y el diurón.

El descubrimiento anterior (hace aproximadamente 30 años) constituyó el inicio de la conformación de un nuevo grupo de químicos de insecticidas selectivos, conocido como "benzoil- fenil ureas".

El último producto de este grupo, recientemente puesto a disposición de los agricultores Colombianos es el novaluron, comercialmente identificado como RIMON, de propiedad de la compañía Israelita Makhteshim-Agan.

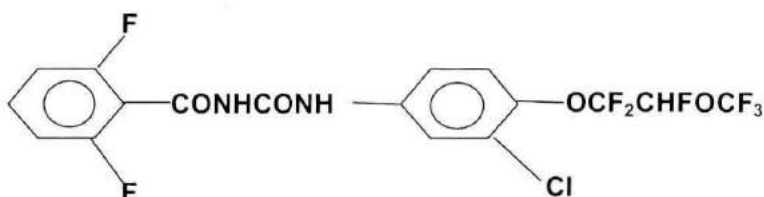
### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Nombre comercial :

Nombre común : novaluron

Nombre Químico : 1-[3-cloro-4-(1,1,2-trifluoro-2-trifluorometoxietoxil)fenil]-3-(2,6-difluoro-benzoil)urea

Fórmula estructural:





## Espectro de acción

Larvas de lepidópteros, coleópteros, homópteros y dípteros.

## Modo de acción

Principalmente por ingestión aunque en algunas especies se ha observado cierta acción por contacto. No posee acción ovicida, propiamente dicha, las hembras de especies fitófagas, (ej. de coleópteros) que ingieran el producto, ovipositan huevos infértiles o les es afectada su fecundidad.

## Toxicidad

DL 50 oral aguda (rata)	> 5.000 mg/ kg
DL 50 dérmica aguda (rata)	> 2.000 mg/ kg
Irritación cutánea primaria (conejo)	No irritante
Irritación ocular primaria (conejo)	Irritante mínimo
Sensibilización (cobayo)	No sensibilizador

## Efectos en organismos no objetivo:

Peces ( <i>Cyprinus carpió</i> )	CL 50 > 0.728 mg / l
Abejas	CL 50 oral > 100 5 ug/ abeja adulta
Lombrices	CL 50 > 1000 mg/ kg suelo
Aves( <i>Ana platyrhynchos</i> )	DL 50 oral aguda > 2000mg/Kg peso vivo

## Formulaciones

Rimón 10 CE (Concentrado emulsionable 100 g/ l)  
Rimón 2 CE (Concentrado emulsionable 2 g /l)  
Rimón 10 SC (Suspensión concentrada 100 g/l)

## Países donde se encuentra registrado:

Israel, Sur Africa, Bulgaria, Macedonia, Marruecos, Rumania, Slovakia, Polonia, Turquía, Australia, Brasil, Argentina, Bolivia, Chile, República Dominicana, Paraguay, Uruguay, Perú, Colombia. En estos países cuenta con más de 100 usos autorizados en diferentes especies de insectos plaga.

## Registro en Colombia

Formulación : C.E. 100 g/ l  
Registro de venta ICA : No. 3672  
Categoría Toxicológica : III medianamente tóxico

## Recomendaciones de uso

Algodón: <i>Alabama argillacea</i>	75 –100 cc/ha
<i>Heliothis virescens</i>	400 cc/ha
Maíz <i>Spodoptera frugiperda</i>	125-150 cc/ha
Sorgo : <i>Spodoptera frugiperda</i>	150 cc/ha

## **Investigaciones en proceso**

Control de comedores de follaje en arroz, tomate, hortalizas, soya, frutales, papa y ornamentales.

## **EFFECTOS SOBRE LA FAUNA BENÉFICA**

Investigaciones realizadas tanto fuera como dentro del país, demuestran que el efecto sobre predadores es mínimo, y solo cuando éstos logran consumir larvas que recientemente hayan ingerido el producto, caso en el cual pueden ser afectadas algunas de sus oviposiciones. Aún así, el predador adulto no es afectado (no sintetiza quitina) y el efecto es irreversible cuando el producto deja de ser consumido.

En el caso de parásitos, solo se verían afectadas las posturas colocadas sobre o dentro de larvas afectadas por el producto, próximas a la muda. Huevos de parásitos de rápida eclosión logran emerger, cuando la muda de las larvas ovipositadas, que hayan ingerido el producto, ocurre días después.

En cualquiera de los dos eventos anteriores las probabilidades de ocurrencia son muy bajas si tenemos en cuenta que tanto la predación como el parasitismo son realizados en o sobre larvas en actividad normal (movimiento, color, olor, etc.) y no afectadas, por simple ley de supervivencia.

## **A MODO DE CONCLUSIÓN**

La agricultura moderna se basa en la competitividad tanto local como externa, la cual a su vez es consecuencia de la productividad y la rentabilidad.

No podremos ser competitivos si en la aplicación de los principios fundamentales de la entomología, como de cualquier otra ciencia fitosanitaria, no procuramos el equilibrio entre el interés económico, la justicia social y el respeto por el medio ambiente.

Como una contribución a tal competitividad está el considerar el Manejo Integrado de Cultivos y dentro de éste el Manejo Integrado de Plagas, incluyendo en sus programas el uso de productos selectivos, de mediana a baja toxicidad y de relativo bajo impacto ambiental. RIMON, un insecticida regulador del crecimiento de insectos-plaga, inhibidor de la síntesis de la quitina, puede ser considerado como alternativa.





**FORO  
LA ENSEÑANZA DE LA ENTOMOLOGIA  
Y SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD**



# LAS CÁTEDRAS DE ENTOMOLOGÍA EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO EN LAS UNIVERSIDADES COLOMBIANAS

Ingeborg Zenner de Polanía, Ing. Agr., Ph. D.

Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales, U.D.C.A. Carrera de Ingeniería Agronómica. e-mail: [ingagro@udca.edu.co](mailto:ingagro@udca.edu.co)

En el ámbito nacional, dentro del concepto de educación superior, existen una serie de programas de pregrado que incluyen en sus planes curriculares una o varias asignaturas que versan sobre el estudio de los insectos. En este contexto se pueden mencionar como ejemplos las carreras de Ingeniería Agronómica, Biología, Ecología, Microbiología Agrícola y Veterinaria, Ingeniería Forestal y Biología Aplicada, ofrecidas ya sea por Universidades oficiales y/o privadas. El conocimiento de las subdisciplinas de la Entomología se enfoca en general como parte esencial del ecosistema o agroecosistema, de acuerdo a los objetivos del programa y el perfil del egresado que se pretende formar.

A estas cátedras, si son específicas, se les ha asignado nombres que varían desde el término general "Entomología" a "Biología de Hexápodos" e "Invertebrados Inferiores" o incluyen el estudio de los insectos dentro del contenido de asignaturas tales como "Artrópodos", "Zoología" y "Biologías Básicas". A muchas de estas materias, por lo general, les precede la asignatura Ecología, la cual proporciona, entre otros los conceptos relacionados con biodiversidad, poblaciones, ecosistemas e impacto antrópico que tienen que ver muchos con artrópodos, específicamente insectos, los cuales han sido utilizados mundialmente como modelos para los estudios ecológicos.

En la mayoría de los planes de estudios estas asignaturas entomológicas son consideradas básicas para la comprensión y mejor aprovechamiento de otros cursos, los cuales de acuerdo a las diversas profesiones se catalogan dentro de Manejo Ecológico de Insectos Plagas, Entomología Económica y Plagas, Producción de Cultivos, Mejoramiento Genético de plantas, Control Biológico, Taxonomía de Insectos, Ecología de Insectos, Manejo de Plaguicidas, Entomología Forense, Entomología Médica, Entomología Veterinaria, para nombrar los más relevantes.

Finalmente no debe olvidarse que las Estadísticas, las cuales hoy día se incluyen en prácticamente todas las carreras profesionales, tuvieron su origen en estudios con insectos, como lo indican los textos básicos de estas materias y aunque no tienen como prerrequisito a Entomología, si deben familiarizar al estudiante con algunos conceptos básicos sobre poblaciones de insectos.

Si se analizan brevemente los programas de pregrado que incluyen de una u otra manera el estudio de los insectos, se concluye que:

Abarcan en general, dentro de los programas de **Ingeniería Agronómica**, el objetivo de proporcionar al estudiante el conocimiento fundamental sobre los insectos y otros artrópodos que tienen relación con la agricultura, con el fin de prepararlos para poder abordar posteriormente, con bases sólidas, la problemática del manejo ecológico de plagas insectiles. Enseñan los conceptos básicos de morfología, fisiología, biología y taxonomía de los insectos y otros artrópodos de importancia agrícola, ocupándose específicamente del estado adulto.

En los programas de **Biología** en las diversas Universidades oficiales del país, la disciplina Entomología se enfoca generalmente en tres aspectos básicos, los cuales no necesariamente corresponden a una asignatura única. Son ellos la morfología de insectos, la cual es incluida dentro de la temática de Invertebrados, en el módulo de artrópodos. Además, la materia Ecología abarca el tema de insectos, enfocando su estudio con poblaciones. Además los estudiantes tienen la posibilidad de profundizar la Taxonomía de Insectos durante el desarrollo de cátedras de Sistemática



Avanzada en los últimos semestres. Este último aspecto depende y está de acuerdo a la preferencia y a la motivación adquirida en el transcurso de la carrera. Algunas universidades privadas preparan sus estudiantes de **Biología** con el enfoque principal en la investigación relacionada con el impacto ambiental, la administración de recursos renovables y el desarrollo de empresas agroindustriales. Propenden particularmente una preparación en pregrado con fines de estudios de posgrado a nivel doctoral que permitan un desempeño como docentes universitarios.

Los profesionales "**Ecólogos**" deben poseer, de acuerdo a los objetivos de la carrera "una visión de conjunto de la teoría ecosistémica y de la realidad de los ecosistemas colombianos", y poseer "una amplia capacidad de interacción con profesionales de las ciencias naturales y sociales". Abarcan las diversas subdisciplinas de la Entomología dentro de mínimo tres niveles de las asignaturas denominadas Biología Básica. La educación integral que reciben los ecólogos puros hace que deban comprender la estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas, dentro de los cuales las poblaciones de insectos, la diversidad de insectos y otros artrópodos juegan un papel primordial. Sus conocimientos deben abarcar también toda la problemática relacionada con los agroecosistemas y las soluciones sostenibles de estos problemas.

La carrera "**Microbiología Agrícola y Veterinaria**", cuyo objetivo general corresponde a la capacitación "en el conocimiento Físico-Químico y Microbiológico de suelos, y el diagnóstico, prevención y control de problemas fitosanitarios y pecuarios", incluye asignaturas tales como Entomología y Control Biológico, con énfasis en el control microbiológico de los insectos plagas. Este pregrado requiere por lo tanto un profundo conocimiento de entomología básica y taxonomía de insectos a nivel tanto de adultos como de estados inmaduros.

El perfil profesional de la carrera profesional "**Biología Aplicada**" indica entre otros aspectos la capacidad de los egresados de "orientar líneas de investigación y desarrollo en la industria privada: agroindustria, producción pecuaria, apicultura, floricultura, horticultura y control biológico" y conducir "Inventarios faunísticos y estudios sobre biodiversidad", campos que en un alto porcentaje se basan en exhaustivos conocimientos de todos los aspectos que abarca la entomología clásica y la entomología aplicada al manejo de los agroecosistemas en el contexto de la sostenibilidad.

Referente a "**Ingeniería Forestal**", los programas revisados no indican la presencia de cursos explícitos relacionados con Entomología, pero se asume que esta asignatura debe estar incluida en el pensum de este programa. El objetivo de Ingeniería Forestal es "el manejo y uso racional e integral de los ecosistemas forestales, naturales y plantados, bajo el principio del desarrollo sostenible", objetivo imposible de cumplir sin conocimientos básicos y aplicados de la disciplina entomología.

Del breve análisis de las carreras que incluyen la cátedra de Entomología se deduce que en todos los campos en los que se aplica de una u otra manera el estudio de los insectos, se requiere tener una visión integral del que hacer profesional y de la importancia que la Entomología tiene dentro de ellos, como área articulada a los contenidos de otras asignaturas.

Surgen por lo tanto las siguientes preguntas: ¿Cómo enfocar esta cátedra para motivar a los estudiantes y crear un interés más permanente por la disciplina? ¿Cómo lograr que por lo menos algunos de estos estudiantes, ya como profesionales, sigan fascinados por el mundo de los insectos que nos rodea? ¿Qué condiciones mínimas requiere un programa de educación superior para cumplir o poder dar respuesta satisfactoria a las preguntas anteriores?

Las reflexiones que llevaron a la formulación de estas preguntas pueden resumirse desde varios puntos de vista:

- En el ámbito nacional existen por lo menos ocho instituciones de educación superior, entre oficiales y privadas que ofrecen en sus sedes principales o extensiones las carreras profesionales



mencionadas. Se concentran en Bogotá, Medellín, Valle del Cauca, pero están presentes prácticamente en todo el país. En la mayoría de estas localidades SOCOLEN está teóricamente presente con sus Comités Regionales y se asume que los docentes a cargo de las Entomologías forman parte de estos Comités o son por lo menos miembros activos de la Sociedad. Existen 14 Facultades que ofrecen Ingeniería Agronómica y un número un poco menor gradúa Biólogos. Si solamente tenemos en cuenta estas dos profesiones, el número de estudiantes que cursa la asignatura Entomología o equivalente semestralmente en el país, supera ampliamente los 500 alumnos. Si entre ellos solamente un 5% se interesara por la disciplina y se vinculara al Comité Regional respectivo, las actividades y el futuro de la Sociedad estarían aseguradas. Despertar este interés corresponde al docente, depende de su creatividad y de su compromiso real con la disciplina. SOCOLEN podría jugar un papel importante y decisivo.

- La flexibilidad curricular, aún en cada asignatura, en este caso Entomología, es un tema difícil, demanda un alto nivel de creatividad del profesor que de poder desplegarse motivará y despertará también creatividad en los alumnos. Quizás, la no-imposición de una temática, sino la concertación de la misma, con un enfoque particular en el desarrollo práctico de los cursos, para grupos pequeños, los cuales posteriormente comparten y comparan los resultados, podría ser una técnica provechosa.
- No debe olvidarse que el estudio de los insectos se ha visto siempre, por lo menos desde Agronomía como un conocimiento necesario para el control de plagas, poniendo a los insectos como adversarios. La exploración de posibilidades de beneficiarse de la actividad de los insectos o de los insectos mismos, sólo se ha aprovechado en muy pocos casos como en la apicultura, sericultura, control biológico y polinización, algunos de ellos con bajo nivel de profundidad. En un futuro, es muy probable que la dieta de un número elevado de personas en el mundo tendrá un alto contenido de proteína insectil. Debería aprovecharse la conciencia ecológica que se está despertando en la juventud, ampliar en la docencia estos casos y buscar otras formas de manejar las poblaciones y sus entornos, de tal manera que ellos y nosotros obtengamos mutuos beneficios.
- El enfoque actual de la cátedra Entomología en las Universidades Colombianas enfatiza en general la morfología externa e interna, la fisiología, la biología y la taxonomía de los adultos. Las actividades prácticas se limitan, en la mayoría de los casos a observaciones al estereó y posteriores dibujos de determinados insectos adultos y de sus partes, a la colección de estos artrópodos y a los aspectos más importantes de la clasificación. Se trata de una materia más bien "seca", llena de términos desconocidos, aparentemente desarticulada de otras asignaturas ya cursadas o vistas simultáneamente. Los docentes son entomólogos, pero ¿Son también pedagogos? Son normalmente profesionales especializados de la misma carrera en la cual imparten la cátedra y siguen un contenido programático preestablecido. Algunos de ellos tienen experiencia en investigación, otros no, y ocasionalmente dictan la cátedra porque les correspondió, más no por ser un entomólogo convencido. ¿Son entonces ellos las personas más indicadas para motivar a los estudiantes, para buscar la participación activa de los alumnos, y para hacer conocer y apreciar debidamente el mundo fascinante de los insectos?
- En muchas universidades y programas, la Entomología o su equivalente con otro nombre, es considerada una asignatura más que no requiere de mayores recursos. Se considera que basta con un laboratorio, compartido a menudo con otras disciplinas, que dispone de unos cuantos microscopios estereoscópicos, algo de cristalería, de pronto de una que otra jama, unos pocos alfileres entomológicos, alcohol y frascos. Raras veces las bibliotecas de las universidades, fuera de unos pocos libros textos, en la mayoría de los casos editados en países cuyos insectos se comportan de manera diferente a los nuestros, o traducciones que utilizan términos rebuscados, poseen la literatura colombiana que podría motivar a los estudiantes. ¿Cuántas bibliotecas poseen la Revista Colombiana de Entomología?



- Algunas instituciones cuentan con una colección de insectos adultos, las cuales no están a disposición de los estudiantes y las cuales deben haber iniciado su trámite de Registro de Colecciones Biológicas, de conformidad con lo dispuesto por el último inciso del artículo tercero de la Resolución 115 de 2000 del Ministerio del Medio Ambiente. ¿Lo habrán hecho todas las Universidades que en el transcurso de la cátedra "Entomología" exigen a los estudiantes colecciones de Hexapodos? ¿En cuantos departamentos de Entomología o de Sanidad Vegetal se dispone de una colección de formas inmaduras de insectos?

Una Maestría o un Doctorado en Entomología o con énfasis en esta disciplina, no asegura como resultado un buen docente en esta materia, pero si asume un buen investigador que puede valerse de esta actividad y de sus conocimientos en la transmisión de sus conocimientos en las clases. A los profesores de todas las ciencias de, y porqué no de posgrado, les hacen falta cursos adicionales que los capaciten en docencia universitaria. Dominan sus materias, pero desconocen los conceptos básicos de pedagogía, filosofía de la enseñanza – aprendizaje y la disponibilidad de metodologías. Son desde el punto de vista docentes autodidáctas. Existen docentes innatos que por su mística, don de gente, compromiso, elocuencia y dinamismo motivan desde el primer día de clase, pero hay otros que no por vocación, sino por obligación asumen las cátedras y por lo tanto en poco contribuyen a despertar el interés por el estudio de los insectos. De allí se concluye que todas las Instituciones de Educación Superior deberían proporcionar a sus docentes la posibilidad de profesionalizarse también en las áreas básicas de la docencia y no solamente en las disciplinas específicas, entre ellas la Entomología.

El enfoque de la materia, como ya se mencionó, debe tener una visión integral del que hacer profesional y de la importancia que la Entomología tiene dentro de él, y además contribuir a la formación integral de los estudiantes. Nunca debe considerarse como una asignatura única, aislada y desarticulada. Entre las cátedras que se prestan especialmente para esta integración esta el estudio de los insectos y dentro de ella las actividades prácticas. ¿Los estudiantes inscritos en la materia realizan un corto ciclo de vida o aprenden los conceptos de estados, instares, metamorfosis entre otros de memoria? ¿Relacionan siempre las características externas de un insecto con el éxito que ha tenido la clase Insecta sobre la tierra? ¿Conocen el impacto que los insectos han tenido en las sociedades y en la ciencia? ¿Tienen la oportunidad de observar, analizar y discutir en el campo la construcción de un panal de avispas? ¿Aprenden a diferenciar y relacionar el daño o beneficio que causan los principales tipos de larvas y en general los estados inmaduros? Si todas estas preguntas y muchas más pueden ser contestadas afirmativamente por docentes y estudiantes, la probabilidad de motivar a ambos estamentos para que se dediquen al estudio de los insectos, participen activamente en la Sociedad y se motiven para investigar, aumenta considerablemente.

Pensar en la factibilidad de motivar a un alto porcentaje de estudiantes de pregrado para que se dediquen y profundicen en el estudio de los insectos sería utópico, pero con la colaboración, la decidida y comprometida intervención de los docentes, la renovación y modernización de los programas de entomología, más autóctonos y creativos, se lograría un cambio en las actitudes de los alumnos hacia esta disciplina.

Finalmente se considera que la Sociedad Colombiana de Entomología puede jugar un papel importante y decisivo en esta renovación, mancomunadamente con las Universidades. Podría contratar y ofrecer cursos en docencia universitaria, específicamente dirigidos a los profesores de Entomología y a través de los Comités Regionales involucrar a docentes y estudiantes en las diversas actividades de la Sociedad.

La enseñanza de la Entomología debería sin embargo comenzar desde la educación primaria o antes, para familiarizar a los niños con los insectos, sus beneficios y daños y así quitarles el miedo y asco que les causan los "bichos"; así de pronto poco a poco la sociedad en general comprendería mejor el papel de los insectos en las cadenas naturales de los ecosistemas.



## LITERATURA CONSULTADA

ACOFI, ICFES. 1999. Actualización y modernización del currículo de Ingeniería Forestal. Arfo Editores Ltda. 38 p.

ENTOMOLOGÍA, Contenido Programático. 2000. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. U.D.C.A. 5 p.

BIOLOGIA DE HEXAPODOS. Programa del Curso. 2001. Facultad de Agronomía. Departamento de Sanidad Vegetal. U.N. Bogotá. 10 p.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. UIS. [www.uis.edu.co](http://www.uis.edu.co)

UNIVERSIDAD DISTRITAL. [www.Udistrital.edu.co](http://www.Udistrital.edu.co)

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. [www.javeriana.edu.co](http://www.javeriana.edu.co)

UNIVERSIDAD DE CALDAS. [www.Ucaldas.edu.co](http://www.Ucaldas.edu.co)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA. [www.umng.edu.co](http://www.umng.edu.co)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. [www.Uniandes.edu.co](http://www.Uniandes.edu.co)

CORPORACION UNIVERSITARIA DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES, U.D.C.A.  
[www.udca.edu.co](http://www.udca.edu.co)

INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES.U.N. [www.icn.unal.edu.co](http://www.icn.unal.edu.co)

# LOS PROGRAMAS DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ENTOMOLOGÍA

Gerhard Fischer, Ing. Hortícola, M. Sc., Ph. D.

Profesor Asociado del Departamento de Fisiología de Cultivos y Director de los Posgrados, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

E-mail: gerfis@impsat.net.co

## PROGRAMAS DE MAESTRÍA

Actualmente en Colombia la Universidad Nacional, con sus sedes en Bogotá y Medellín ofrece programas de Maestría con énfasis en Entomología. Los estudios tienen una duración de 4 semestres (2 años), incluyendo 9 a 10 asignaturas más la elaboración individual de la tesis.

En la Facultad de Ciencias Agropecuarias en Medellín, la Maestría en Entomología comprende 4 cursos básicos (Morfología de Insectos, Fisiología de Insectos, Ecología de Insectos, Comportamiento de Insectos y Taxonomía de Insectos, entre otros); además 2 cursos de investigación (Líneas: Manejo Integrado de Plagas, Control Biológico, Biodiversidad y Sistemática) y 3 seminarios.

En la Facultad de Agronomía de Bogotá, la Maestría en Ciencias Agrarias, área Entomología, incluye 3 asignaturas núcleo (Morfología de Insectos, Taxonomía de Insectos, Manejo de Insectos Plaga), 2 electivas (Acaloraría, Biología Molecular, Control Biológico, Ecología Evolutiva, Manejo Integrado de Problemas Fitosanitarios en Flores, entre otras), más 4 seminarios y el curso de contexto.

En el exterior, las Maestrías pueden tener unos 8 a 12 cursos, con una duración entre 1 y 2 años, sin y con la elaboración de una tesis. En el sistema americano (Estados Unidos) existen los créditos, según nivel y horas de la asignatura; allí los estudios pueden tener una duración mínima de 2 años (4 semestres) incluyendo la elaboración de una tesis de investigación.

En Europa existen diferentes sistemas de Maestría. En Inglaterra hay ejemplos de estudios de Maestría de un año (3 trimestres) con 10 a 12 cursos y el trabajo en un proyecto integrado sobre temas actuales (incluyendo los trópicos). En Alemania las Maestrías especializadas, tanto para alemanes como para extranjeros, son de 3 a 4 semestres (1½ a 2 años) y la elaboración individual del trabajo de tesis. Muchos de estos estudios de posgrado incluyen un programa de beca con base en acuerdos entre los dos países.

## PROGRAMAS DE DOCTORADO

Para la formación de investigadores altamente calificados e independientes en la investigación, de doctorado, la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Agronomía, ofrece el programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Área Agraria, con énfasis en Protección de Cultivos, la cual comprende también la Entomología. Se admiten profesionales de Agronomía y áreas afines, preferiblemente con Maestría, que tengan un proyecto de investigación elaborado y financiado, aceptado por un director o codirector de tesis de la misma Facultad. La duración mínima del programa es de 3 años (6 semestres). El plan de estudios incluye 4 cursos nucleares, 3 seminarios, 1 trabajo especial, además la evaluación integral, la elaboración individual de la tesis y la disertación doctoral. El estudiante cuenta con un Comité consejero, integrado por 3 a 4 profesores más un investigador internacional, coordinado por el director de la tesis.

En Europa, dependiendo del país y de la Universidad existen varios sistemas y posibilidades para cursar y ser admitido en un programa de doctorado. En Bélgica y en Alemania, el Diploma final del



estudio de pregrado, si el profesional ha terminado con muy buenas calificaciones, esto lo faculta para entrar directamente al Doctorado, siempre y cuando el profesor consejero (Director de tesis) lo acepte como doctorante. Además, varias Universidades europeas tienen un programa de inducción al Doctorado, de unos 2 semestres, en el cual el aspirante debe mostrar su capacidad, especialmente investigativa, para ingresar al Doctorado. También, estudiantes que no presenten la Maestría como requisito (por ejemplo con Especialización) pueden tener varias asignaturas de nivelación, incluyendo exámenes de candidatura, para ser finalmente aceptados al programa doctoral.

En muchas Universidades europeas (Alemania, Inglaterra, España), el doctorado comprende, especialmente, la elaboración científica e investigativa de la tesis; se debe participar, obligatoriamente, en los Seminarios de Investigación del mismo departamento o de la Facultad adscrita. Si es necesario, el doctorante debe cursar asignaturas adicionales (en muchos casos como asistente) que sirvan como apoyo para la elaboración de la tesis de investigación. Últimamente (en Inglaterra), se ha implementado incluir en el plan de estudios 2 cursos que debe aprobar el doctorante.

En Europa, la tesis doctoral está dirigida por un director y, según reglamento, supervisada por dos a tres profesores consejeros. La duración mínima del doctorado es de 3 años. Existen ejemplos en Bélgica, en los cuales el doctorante debe elaborar y sustentar una segunda (pequeña) tesis durante su trayecto del doctorado, así mismo allí se asigna un comité calificador del examen final (*rigorosum grande*) conformado por 7 jurados procedentes de varios países. Además, para ser aceptado en el examen final (en Bélgica y Holanda) se deben haber publicado los resultados de la investigación en revistas internacionales.

Las Universidades europeas admiten solamente doctorantes que han entregado su proyecto de investigación, incluyendo la financiación y que cuentan con la aceptación de un director de tesis (profesor de Facultad). Además los gastos de estadía del doctorante deben estar cubiertos por una beca, ya que su permanencia allí para su estudio debe ser de tiempo completo. Muchos departamentos de las Facultades europeas tienen grandes proyectos de investigación en marcha que permiten financiar uno o más doctorantes. Un doctorado, por ejemplo en una Universidad alemana cuesta al estado alrededor de unos 100.000 a 150.000 US\$.

En Europa, existen también programas sándwich que posibilitan al doctorante elaborar el trabajo de investigación en el exterior (país de su origen) iniciando y terminando la tesis en la Universidad europea.

Un programa de Doctorado en Entomología dentro de las Universidades Estadounidenses tiene una duración mínima de 3 años (6 semestres) incluyendo el tiempo intersemestral ("summertime") para la elaboración del trabajo de campo. A diferencia de Europa, en USA existe el sistema de créditos para cada asignatura tomada, y se deben cursar unas 2 asignaturas por semestre. La participación en el seminario de investigación de la Facultad o Universidad es obligatoria. El doctorante debe inscribirse en un área mayor, por ejemplo Manejo Integrado de Plagas, una segunda área, por ejemplo Ecología de Poblaciones y una tercera por ejemplo Comportamiento de Insectos. Además, el estudiante debe aprobar dos exámenes grandes: el general en Ciencias Biológicas y el específico en las tres áreas elegidas.

Cada doctorante tiene un director de tesis más dos profesores consejeros. Normalmente, la investigación y los gastos de estadía los asume el Departamento de la Facultad, dentro de sus proyectos de investigación. Para su admisión inicial, el aspirante debe aprobar el examen en Áreas Biológicas, pero, para la admisión final al doctorado lo debe decidir el futuro director de la tesis, de acuerdo a la necesidad dentro de sus proyectos de investigación. Se estima que un doctorado en Entomología en Estados Unidos cuesta alrededor de unos 100.000 US\$.



# EL PAPEL DE SOCOLEN EN LA FORMACIÓN DE NUEVOS ENTOMÓLOGOS

Paulina Muñoz, Zoológo, M. Sc.<sup>1</sup>

Profesora Adscrita Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Presidente Socolen, e-mail: [pamunoz@ciencias.unal.edu.co](mailto:pamunoz@ciencias.unal.edu.co)

La Sociedad Colombiana de Entomología - Socolen, de acuerdo con el artículo 3 del capítulo I de sus estatutos, ha contribuido a la formación de nuevos entomólogos mediante la realización de diferentes actividades. En la presente exposición se tratará de desarrollar de manera pormenorizada las contribuciones aportadas por Socolen en aras a la formación de los Entomólogos en Colombia.

En las conclusiones y recomendaciones del segundo Congreso, realizado en Cali en 1974, el tema estaba vigente. Se tenía como objetivo el de "Propender por la modificación y ampliación de los métodos actuales de la enseñanza de la entomología a escala universitaria y de posgrado" y como acción "orientar la nueva metodología a sistemas activos y de aplicación práctica".

Socolen pensando en cómo lograr un intercambio de experiencias para mejorar la enseñanza de la entomología al nivel de pregrado ha promovido la realización de los ENCUENTROS NACIONALES DE PROFESORES DE ENTOMOLOGÍA con el fin de examinar, discutir y proponer soluciones a corto, mediano y largo plazo en la enseñanza de la Entomología; confrontar los programas de las Instituciones asistentes e identificar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas para el desarrollo de la Entomología en el país y definir estrategias para incrementar el interés de los estudiantes y elevar la calidad de los programas de los centros docentes. De esta manera, el encuentro se llevó a cabo en Palmira en 1977, el II en Cali en 1981 y el III en Bogotá, en 1999. En todos ellos han participado profesores (I=12; II=35; III =17) de varias universidades (II=16; III=18).

La incorporación de los estudiantes universitarios a la Sociedad ha sido uno de los grandes aciertos. Los estudiantes tienen la posibilidad de PERTENECER A LA SOCIEDAD (artículo 10 del capítulo II); solo tienen que haber cursado y aprobado más del 50% de la carrera y demostrar interés en el área de la entomología. La solicitud de ingreso debe ser respaldada por dos miembros de Socolen y el ingreso debe ser recomendado por el profesor o profesores de entomología de la facultad respectiva. La cuota anual de sostenimiento equivale al 50% de la cuota de los socios profesionales.

Los estudiantes interesados en la Entomología han podido asistir a los CONGRESOS ANUALES DE LA SOCIEDAD desde 1973, año en que se realizó el primer Congreso. Los 28 Congresos se han llevado a cabo en ciudades diferentes: 7 en Bogotá, 6 en Cali, 6 en Medellín, 2 en Manizales, 2 en Cartagena, 2 en Pereira, 1 en Ibagué, Bucaramanga y Pasto, lo que demuestra un cubrimiento nacional excelente aumentando así la posibilidad de la participación estudiantil en ellos. Es reconfortante comprobar año tras año, en cada congreso, que los trabajos sustentados por los estudiantes aumentan en calidad. Esta evidencia hay que mantenerla, porque para Socolen representa su continuación exitosa.

Los estudiantes han encontrado a través de su participación en los congresos (mediante la presentación de trabajos de grado o investigaciones desarrolladas bajo otras modalidades) una oportunidad casi única para cumplir con varios objetivos complementarios a su formación académica; entre ellos pueden citarse:

---

<sup>1</sup> La Junta Directiva participó en la elaboración de esta ponencia.



Foguearse como expositores ante un público de su especialidad, lo cual implica una fuerte preparación para expresarse en público.

Desarrollar destrezas para la preparación de ayudas audiovisuales.

Darse a conocer en el medio nacional ante quienes en un futuro pueden ser sus compañeros o jefes de trabajo.

Intercambiar ideas con estudiantes de otras universidades con intereses similares.

Obtener opiniones, críticas y/o aportes valiosos en torno a los trabajos presentados por ellos.

Concurrir para los premios otorgados anualmente por Socolen, y de paso con ello iniciar la edificación de una hoja de vida enriquecida y competitiva frente al medio laboral que se abre casi inmediatamente después del Congreso.

Socolen confiere por sorteo 5 becas para estudiantes, correspondientes al pago de inscripción al Congreso anual. El sorteo se realiza entre los resúmenes aprobados por la Comisión Académica.

Con la colaboración de los Comités Regionales se han ofrecido numerosos seminarios, varios cursos, varios talleres y se han llevado a cabo ciclos de conferencias, actividades todas dirigidas a estudiantes y profesionales jóvenes; la promoción de estas actividades ha contribuido positivamente en la formación de los nuevos entomólogos.

La transferencia o intercambio de conocimientos entomológicos ha sido uno de los mayores objetivos de Socolen, cumpliendo así su misión científica a través de congresos, seminarios, encuentros, cursos. La difusión de conocimientos llevada a cabo por Socolen se hace a través del gran número de publicaciones: La Revista Colombiana de Entomología que empezó en abril de 1975 y hoy se encuentra, al día, en el volumen 27, ha tenido un efecto multiplicador como lo demuestra el número creciente de sus contribuciones científicas. De cada Congreso se publican las Memorias y los Resúmenes, de cada seminario, taller, curso existe material escrito. Todas estas publicaciones se venden a los estudiantes a precio de costo.

Socolen estimula y motiva a los estudiantes a presentar sus trabajos científicos en los Congresos. Éstos pueden ser seleccionados para concursar por los PREMIOS "FRANCISCO LUIS GALLEGO", "LUIS HERNANDO PINO SANTIAGO" Y "HERMANO APOLINAR MARÍA, OPCIÓN NATURAL". El estudiante ganador recibe un diploma que enriquece su hoja de vida y además, recibe una ayuda económica. El premio "Francisco Luis Gallego" se ha entregado 25 veces, desde 1975; el premio "Luis Hernando Pino Santiago" se ha entregado una vez desde el 2000 y el "Hermano Apolinar María" 4 veces, desde 1996, sin contar los de este Congreso. A su vez, premia las dotes artísticas de los asistentes a los congresos que participan en los concursos de Fotografía y Dibujo. Las fotografías ganadoras se emplean para la carátula de la Revista y el dibujo ganador para la portada del Entomólogo.

Los Estudiantes socios, a paz y salvo, reciben los 4 números de la Revista Colombiana de Entomología y los dos números del Entomólogo. Tienen voz y voto en la Asamblea General, máxima autoridad de Socolen. En 1999, Socolen creó un estímulo dirigido al sector estudiantil de las Universidades Colombianas, mediante el otorgamiento de la BECA DE SOCOLEN para la ejecución de los trabajos de grado. Por fortuna para los estudiantes, en los dos años ha habido empate entre los proyectos. La primera vez la beca se otorgó a 2 estudiantes de la Universidad Nacional; la segunda vez, la beca se otorgó a dos estudiantes, uno de la Universidad del Cauca y otro de la Universidad Distrital. En la convocatoria anual pueden participar estudiantes de todo el país, socios y no socios de la Sociedad. Ante la acogida que ha tenido la beca y con el ánimo de favorecer el desarrollo de los trabajos de grado entomológicos en el país, la actual Junta Directiva acordó recientemente que a partir de este año se otorguen dos becas anuales. La información completa acerca de las becas se puede consultar en el último número del Entomólogo (No. 91).

Hemos hecho un gran esfuerzo para actualizar la página web cada 8 o 15 días colocando la



información más importante, valga la oportunidad para invitarlos a que la visiten ([www.socolen.com.co](http://www.socolen.com.co)). Este es el medio más rápido para mantenerse informado. Debido a que en nuestro país no se han desarrollado textos generales de entomología, en los cuales se traten los grupos representados en Colombia, Socolen ha emprendido un proyecto nacional que involucraría a las principales instituciones del país y sus más prestigiosos investigadores, mediante la preparación de una serie temática titulada "ENTOMOLOGÍA COLOMBIANA", la cual estará conformada por un conjunto de tomos, cada uno de ellos dedicado a un grupo (Orden) de insectos a o una agrupación de órdenes de mediana o pequeña diversidad pero con alguna afinidad filogenética o ecológica, donde los diversos capítulos pueden ser responsabilidad de autores diferentes. Esta labor ha venido siendo liderada por un Comité Editorial encabezado por el colega Eduardo Flórez y a la fecha se cuenta con tres tomos en preparación, con la posibilidad de que el primero salga a la luz pública en el primer semestre del próximo año. Socolen y el Comité Editorial esperan que la promulgación de esta obra sirva como estímulo para incrementar el interés de la comunidad estudiantil y público en general por el estudio de la entomofauna nacional, aparte de constituirse en una herramienta de consulta útil para los profesionales que se desempeñan en el país en los diferentes campos de la Entomología.

Como puede apreciarse, esta primera parte de la intervención se refirió a las actividades que Socolen ha hecho y está haciendo para ayudar a la formación de entomólogos jóvenes. A continuación se expone un plan de acción que demandará de los socios un compromiso activo, con carácter participativo y sentido de pertenencia a la Sociedad Colombiana de Entomología. Para garantizar la adopción y el cumplimiento de los objetivos y metas, se requiere que los cambios estatutarios, al nivel de dirección y administración, no lo afecten. No es un plan para que el Presidente lo desarrolle, ni para que la Junta Directiva lo haga, es un trabajo colectivo y, además, permanente. Se requiere la decidida participación de todos y cada uno de nosotros en la realización de estas actividades ya que por fortuna contamos con una sociedad que está llamada a asumir nuevas responsabilidades. Plan de Actividades para fortalecer, complementar e implementar:

Promocionar la Sociedad con una actitud agresiva. Los miembros de Socolen, especialmente los docentes de las diferentes universidades del país, podemos y debemos incentivar a los jóvenes a pertenecer a la Sociedad. Los socios no académicos deben actuar en la consecución de nuevos socios e incluso diferentes entidades. Los integrantes de los Comités Regionales, mediante visitas a las diferentes universidades, pueden dar a conocer los objetivos de la Sociedad e invitar a los estudiantes a asociarse a ella. La solicitud de afiliación está en la página web; puede ser diligenciada y enviada vía correo electrónico.

Continuar con los cursos, seminarios, talleres, charlas etc. Para poder llevar a cabo esta tarea, los Comités Regionales juegan un papel decisivo en ella. Cada Comité debería comprometerse a organizar, como mínimo dos eventos al año, favoreciendo la participación de estudiantes a esos eventos, con inscripciones reducidas a estudiantes socios y con cupos limitados para los estudiantes de la institución que organiza el evento y da apoyo logístico.

INSTITUCIONALIZAR LAS CHARLAS de Socolen en cada región (1 vez al mes) para vincular a estudiantes que estén haciendo sus trabajos de grado y/o tesis y pertenezcan a una línea de investigación.

IMPLEMENTAR GRUPOS DE TRABAJO con los estudiantes de las facultades de Biología, Agronomía, Medicina, Veterinaria y Forestal y participar en ellos, como miembros de Socolen, siguiendo el ejemplo de algunas Universidades.

Complementar y actualizar el trabajo iniciado en los encuentros de docentes de entomología. Se deben incluir todas las Universidades de Colombia que imparten la cátedra de Entomología en sus carreras, cifra que podría llegar a un número cercano de 60 instituciones distribuidas en 24 ciudades.



INSTITUCIONALIZAR LA REALIZACIÓN DE LOS ENCUENTROS DE DOCENTES de entomología cada dos congresos para crear compromisos, estrategias, programas y proyectos y hacer el respectivo seguimiento de ellos. A su vez, deberíamos estudiar la posibilidad de dar un espacio dentro del encuentro a un grupo de estudiantes de últimos semestres para oír sus puntos de vista, necesidades, pros y contras de la enseñanza.

Elaborar el DIRECTORIO de todos los entomólogos de Colombia. Este directorio puede ser de utilidad para los estudiantes al dar información sobre diferentes campos de trabajo, líneas de investigación, pasantías. Por otra parte, puede ser consultado por las Universidades que, en ocasiones, requieren docentes especializados en un área determinada. Socolen podría ser el puente para ubicarlo si cuenta con un Directorio completo y actualizado. Para llevar a cabo este trabajo inicialmente se podría contar con la base de datos que posee Colciencias como resultado de la convocatoria que abrió hace un año para Centros de excelencia y grupos de investigación y la de Pronatta, las cuales pueden suministrar información de los entomólogos no socios de Socolen.

Es absolutamente indispensable que la COMUNICACIÓN sea efectiva y permanente. Si los socios o un vocero de cada Institución informa a la sede central sobre el ofrecimiento de pasantías nacionales, temas de trabajos de grado, de tesis, oportunidades de trabajo para entomólogos, posibilidades de becas y realización de estudios o pasantías en el exterior, Socolen puede divulgar esta información a través de su página web o ser intermediario (Socio-Socolen-Entidad-Estudiante).

Mantener una ACTUALIZACIÓN PERMANENTE con respecto a los trabajos de investigación que se estén realizando en el área de la entomología y a los problemas entomológicos en el campo agrícola, forestal, veterinario, médico etc., a través de cursos, boletines y de la página web. Esto solo es posible con una adecuada difusión que puede darse a través de los docentes, ya sea que directamente pertenecen a la sociedad o sirviendo ellos de puente entre profesionales de empresas y otros docentes.

Actualizar el listado de los Trabajos de Grado y Tesis en temas de Entomología. Como punto de partida se tiene el Entomólogo No. 52 de 1986 donde hay un listado de trabajos de Grado desde 1980 hasta 1985. Puede ser útil para no repetir experiencias y contactarse con los autores del trabajo si se está interesado en el tema.

RECOPILAR LAS PUBLICACIONES que realizamos los socios en Revistas diferentes a la Revista Colombiana de Entomología, para ser depositadas en la Biblioteca de la Sociedad. Para ello los socios deben mandar sus publicaciones las cuales se deben incluir en la base de datos de la Biblioteca de Socolen y la referencia puede publicarse en el entomólogo o en la página Web para conocimiento de todos.

Promover, entre los socios interesados, y con la coordinación de los Coordinadores de los Comités Regionales, la edición de CARTILLAS ENTOMOLÓGICAS Y MATERIAL DIDÁCTICO PARA COLEGIOS.

Elaborar un PORTAFOLIO DE SERVICIOS DE SOCOLEN considerando servicios docentes, investigativos, de asesoría y de consultoría. El Portafolio podría ser labor de un Comité integrado por dos profesores, varios profesionales de entidades agrícolas, de salud, de medicina veterinaria con amplia experiencia investigativa, dos miembros de la Junta Directiva y el Secretario de Socolen. En la propuesta se podrían incluir investigadores jóvenes con experiencia sobre un tema lo cual podría ser una posible fuente generadora de empleo.

CREAR UN ESPACIO EN LOS CONGRESOS para definir las necesidades de formación de las especialidades dentro del campo de la entomología, tanto para el estudio básico como para el aplicado, de distintos grupos y aspectos, y teniendo en cuenta los criterios de las facultades de todo

el país, los centros de investigación y las necesidades del sector productivo.

Existe una queja generalizada de que la inscripción a los Congresos es costosa para los estudiantes. Conocedores de la calidad de los Congresos y con el ánimo de ayudar en la formación de nuevos entomólogos debemos BUSCAR MECANISMOS QUE INCIDAN EN LA REDUCCIÓN DE LA CUOTA DE INSCRIPCIÓN PARA LOS ESTUDIANTES y así tener una asistencia numerosa. Se propone que en el futuro haya cuota diferencial para estudiantes socios y no socios, que se mantenga la posibilidad de bajar la cuota cuando la inscripción se haga por grupos de 10 o más estudiantes y que existan dos fechas de pago. Consideramos de vital importancia la participación masiva del sector estudiantil en los Congresos, pues en ellos estará el manejo futuro de Socolen y en buena medida el devenir de la entomología en el país. La situación actual en torno a los estudiantes, y por ello las quejas reiteradas, es que casi solo pueden asistir aquellos que se encuentren apoyados económicamente por algún proyecto y que por lo general asisten para presentar los resultados de sus trabajos de grado. En síntesis, la generación de una estrategia económica realmente favorable para el estudiantado produciría un efecto de masificación que será favorable para la entomología colombiana.



# LA FORMACIÓN DE INVESTIGADORES EN ENTOMOLOGÍA

César Cardona, Ing. Agr., Ph. D.

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, A. A. 6713, Cali, Colombia, e-mail:  
c.cardona@cgiar.org

La investigación científica, el desarrollo de nuevos conocimientos y su transferencia a los usuarios son actividades de enorme importancia en el desarrollo de un país. En el caso específico de la Entomología, Colombia muestra avances relativamente importantes en el contexto de las naciones Latinoamericanas. Sin embargo, es un hecho que la formación de nuevos entomólogos investigadores es necesidad apremiante en nuestro país. En este sentido, la Universidad está llamada a cumplir el más importante de los papeles, aún en el clima actual de ausencia generalizada de políticas estatales de apoyo a la investigación. La Universidad debe impartir información en forma imaginativa, novedosa. Una Universidad que falla en este aspecto no tiene razón de existir. Como la investigación es el mecanismo más apropiado para impartir educación novedosa, cualquier esfuerzo que se haga por contribuir a la formación de nuevos entomólogos investigadores es muy meritorio.

Enseñar a investigar implica despertar en el individuo el potencial inquisitivo e intuitivo en torno a fundamentar un conocimiento hacia la exactitud y la comprobación. La investigación no es otra cosa que el desarrollo de un conocimiento racional, sistemático, exacto y verificable. Infortunadamente, como toda actividad humana, también es falible, de allí la importancia de inculcar en el nuevo investigador la necesidad de un permanente rigor científico con el fin de garantizar precisión, objetividad y transparencia. Quienes por alguna u otra razón estamos vinculados a la formación de nuevos investigadores en Entomología, sabemos que es esencial hacer entender a quienes se inician en investigación que el método científico consiste en dar una serie de pasos para llegar a hacer una observación rigurosa y probar una o varias hipótesis sobre fenómenos percibidos. El asesor o director de una tesis o de cualquier proyecto de investigación debe ayudar al nuevo investigador en la formulación de todo un proceso mental en el cual se debe distinguir muy bien cuál es el problema a investigar, cuál el objetivo general de la investigación, cuáles las etapas o pasos que hay que dar y cuáles los objetivos específicos que se persiguen. Si este proceso mental no es claro para quien se inicia como investigador, difícilmente tendrá éxito en su labor de inquisición y búsqueda de la verdad.

Es por lo anterior que la Universidad y los institutos de investigación hacen énfasis en la formulación de un marco teórico que cobije todo el proceso antes de iniciar los trabajos propuestos. El marco teórico delimita el campo de la investigación, señala alternativas de enfoque, permite acopiar conocimientos previos y permite también identificar postulados y marcos de referencia afines. Son sus funciones principales delimitar el campo de la investigación propuesta, formular el problema sin ambigüedades y asegurar que el problema y su formulación pueden ser verificados empíricamente. De este riguroso proceso mental se ha originado la estructura fundamental de todo informe de investigación acogida y respetada por la comunidad científica internacional: Introducción (antecedentes), Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Bibliografía. En la presentación oral se ilustra con ejemplos cada uno de estos pasos, se muestran algunos de los errores cometidos con mayor frecuencia y se enfatiza la necesidad de un permanente rigor científico en la investigación entomológica.