



Sociedad Venezolana de Microbiología. Capítulo Sucre
XXIX Jornadas Venezolanas de Microbiología
"Dr. Vidal Rodríguez Lemoine"
Cumaná del 9 al 11 de Noviembre de 2005

Frances Osborn

La Palometa Peluda (*Hylesia metabus*) como problema. Creación del grupo multidisciplinario interinstitucional para su estudio y control

Introducción

El Golfo de Paria representa una zona de gran atractivo turístico debido a su diversidad paisajística y faunística. Además, a sus alrededores se encuentran dos Parques Nacionales: el Parque Nacional Península de Paria al norte y el Parque Nacional Turuépano al oeste, este último incluye un extenso bosque de manglares que alberga un diverso grupo de especies, especialmente de aves y mamíferos. En los últimos años se ha registrado un crecimiento en la actividad turística en esta zona, así como el inicio en la explotación de los depósitos de gas natural y petróleo que se encuentran en su subsuelo, lo que conllevará a un aumento de la población en la región. Además, el Estado ha realizado una fuerte inversión con el propósito de consolidar e internacionalizar la industria agrícola de esta región, especialmente en cuanto a los rubros cacao y coco. Otra actividad importante que se realiza en esta área, es la pesca artesanal, lo cual representa un ingreso económico sustancial para una gran parte de la población.

Hylesia metabus (Lepidoptera: Saturniidae), conocida comúnmente como “Palometa Peluda”, es una mariposa nocturna distribuida principalmente en el nor-este de Venezuela. Dicha especie habita los manglares del Golfo de Paria, estado Sucre, extendiéndose hasta el estado Monagas y el Delta Amacuro. Sin embargo, es en Sucre que alcanza mayores densidades poblacionales hasta constituir un problema grave de salud pública para los pobladores, especialmente de los municipios Cajigal, Mariño, Libertador y Benítez.

La hembra de esta especie tiene pelos abdominales extremadamente urticantes, los cuales utiliza para cubrir las posturas de huevos con el fin de protegerlos de depredadores y parásitos. El contacto con estos pelos produce lesiones cutáneas pápulo-eritematosas con ligera degeneración vascular causando un prurito intenso que empeora con el roce. En algunas personas estos síntomas están acompañados por una reacción alérgica, y se ha reportado trastornos respiratorios, fiebre, dolor de cabeza, náuseas, queratitis y conjuntivitis, entre otros (Pesce y Delgado 1971). La duración de las lesiones es muy variable, desde tres hasta 15 días (Gusmao et al 1961)

Las mariposas son atraídas por la luz eléctrica de las comunidades cercanas a los manglares costeros. De esta manera se produce periódicamente una invasión de mariposas en estas comunidades. Las mariposas hembras, sueltan cantidades enormes de setas urticantes en el

ambiente causando la interrupción de la mayoría de las actividades normales de estos municipios, especialmente la pesca, la agricultura, la educación y el comercio.

Los únicos fármacos disponibles para la urticaria son antialérgicos y antihistamínicos generales, sin embargo, éstos no reducen en su totalidad los efectos de la misma.

El ente encargado para el control de *H. metabus* en el estado Sucre es la Gerencia de Saneamiento Ambiental y Malariología, Región XI (GSAM XI). Entre sus responsabilidades esta el manejo integrado de esta plaga, incluyendo el uso de una formulación comercial de la bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk) para controlar *H. metabus*. Sin embargo, el alto costo del producto, y los riesgos que siempre se generan con la introducción de organismos exóticos en los ecosistemas locales, genera la necesidad de investigar en primer lugar, los efectos de *Btk* sobre las demás especies de lepidópteros en la región, y en segundo lugar, otras alternativas de control, como por ejemplo, entomopatógenos autóctonos que actúan como enemigos naturales de esta especie. Es importante notar que el presupuesto más reciente (marzo 2004) para la aplicación de *Btk* sobre un área de 20.000 hectáreas infestadas con *H. metabus*, asciende a 1.5 millones de dólares. Esto, aunado a los costos de monitoreo actual que ha ascendido a la cantidad de 680 millones de dólares anuales, representa una carga excesiva para el Estado.

La búsqueda y evaluación de patógenos naturales de las plagas son aspectos importantes para cualquier programa de control biológico. La identificación de controladores biológicos autóctonos en las zonas donde se encuentran las plagas proveen alternativas a los mecanismos de control tradicionales. Esta estrategia ofrece varias ventajas con respecto a las tradicionales o mencionadas:

1. Evita la introducción de organismos exóticos al ecosistema local y, por lo tanto, minimiza los posibles efectos nocivos sobre los organismos no-blancos.
2. Es menos probable que la plaga a controlar desarrolle resistencia al controlador autóctono, esto es especialmente verdad cuando se utilizan dos o más controladores al mismo tiempo.

La producción local de una formulación para el control de *H. metabus* podría reducir costos, además de generar tecnologías independientes dentro de Venezuela.

Otra forma de control es mediante el uso de trampas de luz instaladas en las áreas remotas y donde se detecten altas poblaciones de larvas y/o adultos alrededor de los poblados de la costa del Golfo de Paria. Esta forma de control aunque menos costosa que la anterior, en áreas remotas requiere de personal, embarcaciones a motor, plantas eléctricas y suficiente personal para la instalación y vigilancia de las trampas, debido a que por razones de seguridad los generadores de energía eléctrica tienen que ser atendidos durante las horas de vuelo del insecto y luego recogidos para su preservación.

Bajo el anterior panorama el estudio de la feromona sexual de este insecto, con miras a su utilización como una alternativa adicional para el control y manejo integrado de esta plaga usando trampas cebadas con feromona, representa un potencial que podría incidir en un uso más racional del insecticida biológico, es un sistema más práctico y económico para monitorear poblaciones en áreas remotas que el de trampas de luz por no requerir de plantas de generación eléctrica. Además, las trampas cebadas con feromonas pueden permanecer instaladas

permanentemente durante el ciclo de vuelo del insecto y son compatibles con cualquier método de control alternativo. Por estas razones queda plenamente justificado el financiamiento de un programa de investigación que genere estos conocimientos.

Para un control eficaz de esta plaga es necesario el monitoreo continua de las poblaciones para determinar su densidad poblacional, su distribución geográfica, temporal y espacialmente, y el nivel de parasitismo durante el año. Además, para poder llevar a cabo todos los demás sub-proyectos elaborados en este propuesta, es imprescindible el conocimiento de la ubicación de las poblaciones de *H. metabus* para la colecta de material.

El aumento de la población en la Península de Paria y su potencial turístico, demandan el control de las poblaciones de *H. metabus*, de tal manera que esta plaga no afecte las actividades económicas y sociales de la zona.

El proyecto se justifica por ser una iniciativa que engloba estudios biológicos, ecológicos, genéticos, bioquímicos, inmunológicos y trabajo comunitario para lograr objetivos concretos: el mejoramiento en el manejo de las poblaciones de *H. metabus* y las bases bioquímicas para la formulación de un antídoto altamente eficiente contra las lesiones producidas por contacto con las setas urticantes de la misma. Este con el fin de promover el desarrollo de la zona noreste de Venezuela en los siguientes aspectos:

- Mejorar la calidad de vida de los pobladores de las zonas afectadas.
- Mejorar las posibilidades de explotar la región mediante proyectos turísticos.
- Mejorar las condiciones ambientales para facilitar las actividades de explotación de gas natural y petróleo, agrícolas y pesqueras.

Fundamentación

En 1937, se presentó el primer reporte sobre *H. metabus* en Venezuela, específicamente en el caño San Juan, estado Monagas. En 1947 se reporta por primera vez sobre los efectos urticantes de *H. metabus* en los 31 tripulantes del barco petrolero “Wolfcreek”, los cuales presentaron erupciones cutáneas aisladas y generalizadas. A partir de esta fecha se ha reportado frecuentes casos de dermatitis en la región.

Entre los años 1996 y 2000 reportaron poblaciones de *H. metabus* cada vez mayores; en el ciclo de vuelo correspondiente a enero - febrero de 1998 la población de *Hylesia* aumentó de manera tal que fue necesario suspender el servicio de alumbrado público en el poblado de Yaguaraparo y sus alrededores.

Para el año 1999 la situación de esta plaga se complicó debido posiblemente a la migración de las poblaciones de adultos desde los estados Monagas y Delta Amacuro hacia las costas de Paria. La posible migración trajo como consecuencia que aumentó el número de ciclos de vuelos en la región de Paria. Las poblaciones fueron tan altas que invadieron los poblados de Carúpano y San Juan de Las Galdonas en el estado Sucre y la ciudad de Maturín en el estado Monagas. Luego las poblaciones disminuyeron temporalmente a partir del diciembre de 2000, sin embargo, a partir de los principios del año 2003 se ha producido un repunte de la población de esta plaga en el área de manglares entre las localidades de Yaguaraparo e Irapa. En enero-febrero 2004, la zona del caño San Juan estuvo infestada, con las poblaciones llegando hasta los pueblos

de Guariquén y Caño de Ajíes en el estado Sucre y Caripito y la ciudad de Maturín en el estado Monagas.

Hylesia metabus ha sido señalada para Surinam, Guayana Francesa y Venezuela (Lemaire 1996). Sin embargo, en el género *Hylesia*, el cual ha sido reportado desde México hasta Argentina, también se conocen las siguientes especies como causantes de dermatitis: *H. alinda* Druce, 1886 (Fernández *et al.* 1992), *H. frigida* Schaus, 1911 (Beutelspacher 1986), *H. lineata* Druce, 1886 (Janzen 1984), *H. nigricans* (Berg, 1875) (Pesce y Delgado 1971), *H. fulviventris* (Berg, 1883) (= *H. nigricans* (Berg, 1875) y *H. valvex* Dyar, 1913 (= *H. umbrata* Schaus, 1911) (Pesce y Delgado 1971; Lemaire 1996).

Vásquez (1990) confirma por primera vez la especie *H. metabus* para Venezuela, encontrándose distribuida según este autor en el estado Monagas, distritos Bolívar, Maturín y Sotillo; estado Sucre, distritos Benítez, Mariño, Cajigal Libertador y Arismendi; estado Delta Amacuro (zona entre Pedernales y Tucupita); estado Miranda y estado Nueva Esparta (Isla de Coche). No se descarta la existencia de otras especies del género, pero no hay registros sobre la existencia de las mismas. Son necesarios estudios que aclaren esta situación, debido a la difícil identificación de este grupo de polillas.

La formulación *Btk* (Dipel®), utilizada por el GSA y M ha sido ampliamente empleado en el control de plagas de Lepidoptera, siendo tóxico para especies de 8 superfamilias: Sphingoidea (Sphingidae), Noctuoidea (Noctuidae, Arctiidae), Notodontidea (Notodontidae), Yponomeutoidea (Plutellidae), Tortricoidea (Tortricidae), Pyraloidea (Pyralidae), Papilionoidea (Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae) y Bombycoidea (Saturniidae) (Miller, 1990, Savonen, 1994, Swadener, 1994).

Existen evidencias de que *Btk* no afecta solamente las larvas de otras mariposas, sino también para aves y mamíferos pequeños que incluyen estos insectos como parte de sus dieta (Bendell *et al.*, 1990, Rodenhouse & Holmes, 1992). También existe evidencia de que el *Btk* puede ser directamente tóxico en aves. En un estudio sobre los efectos de la aplicación de Dipel® sobre huevos de faisanes se reveló que la eclosión tuvo un 50 % de éxito en comparación con huevos no tratados (Jones, 1986).

Los altos costos de las aplicaciones de *Btk* (Dipel®) y el posible riesgo para otros organismos no blancos, urge una investigación sobre los posibles efectos de este producto sobre el insecto-fauna en el Golfo de Paría, especialmente en el Parque Nacional Turuépano. Estos estudios son requeridos para generar una base de información que sirve para la toma de decisiones sobre la aplicación de larvicidas bacterianos como control de *H. metabus*.

Aunque se ha identificado una gran variedad de aislados de *Bacillus thuringiensis* con gran poder entomopatógeno, pocos han sido empleados con fines comerciales, se han aislado muchas más. Por ejemplo, Martín y Travers (1989) obtuvieron más de 1000 aislados de suelos de África, Asia, Europa y Las Américas, 60 % de las cuales fueron altamente tóxicas para lepidópteros y dípteros.

Otras cepas de *Bacillus* spp. también pueden ser considerados como entomopatógenas. Castillo *et al* (1997) colectaron 210 cepas de *Bacillus* spp. de suelos en el estado Trujillo, Venezuela. De ellas 64 fueron tóxicas para las larvas de *Ae. aegypti*, las cuales mediante análisis

microbiológico lograron ubicar en cinco grupos: *B. cereus*, *B. sphaericus*, *B. polymixa*, *B. laterosporus* y *B. macquariensis*.

Por otro lado, se ha aislado una cepa de *B. thuringiensis* var. *israelensis* de larvas enfermas de *H. metabus* en la Guyana Francesa, la cual fue más tóxica para las larvas que la cepa HD-1 de *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (Vassal *et al.* 1993).

Trabajos preliminares sobre el aislamiento de bacterias de larvas sanas y enfermas de *H. metabus* del Golfo de Paria, estado Sucre, revelaron que una de ellas, *Pseudomonas aeruginosa* fue patógena para las larvas del quinto estadio de esta especie. Sin embargo, este es considerado como un patógeno facultativo para los humanos, y por lo tanto no es recomendable utilizarlo en un programa de control biológico. Sin embargo, es posible que existan bacterias patógenas presentes que no fueron identificadas. En este estudio se pretende utilizar métodos de aislamiento de bacterias más específicos, con el fin de promover solamente el crecimiento de bacterias formadoras de esporas, especialmente *Bacillus* spp.

Con respecto a la feromona sexual de *H. metabus*, Herrera (2002) propuso un aldehído de 18 carbonos, con dos dobles enlaces conjugados como uno de los componentes de la feromona sexual de *Hylesia metabus*. Sin embargo, luego de este hallazgo no se ha logrado disponer de material biológico para continuar las investigaciones. En este sentido, parte del presente proyecto tiene por objetivo la determinación de la feromona sexual de *H. metabus* y el diseño de una trampa cebada con esta feromona para ser usada como alternativa inocua en el control integrado de las poblaciones de este insecto en la zona del Golfo de Paria.

Aún cuando el problema de *H. metabus* se remonta desde los años '30, no se conoce el patrón de migraciones de las poblaciones. Sin embargo, se sospecha que los extensivos trechos de manglar en los estados de Monagas y el Delta Amacuro generan grandes poblaciones que re-infestan constantemente la periferia del Golfo de Paria.

Vasquez (1994) reportó la presencia de una mosca parasítica *Belvosia* sp. que alcanzó niveles de parasitismo de *H. metabus* entre 10 y 68% en la zona Irapa – El Pilar durante el año 1985. Además está reportado la presencia de una avispa parasítica de la familia Ichumenidae. Sin embargo, en colectas de pupas del Caño San Juan en febrero 2004 se ha encontrado por lo menos dos especies de mosca diferente a *Belvosia* sp., y tres especies de avispas parasíticas de la familia Chalcididae. Es necesario mantener un monitoreo constante de las poblaciones de *H. metabus* y los niveles de parasitismo de los mismos para determinar el impacto de los enemigos naturales y evaluar la posibilidad de utilizar algunas especies en programas de colonización y liberación.

En la dermatitis de contacto alérgico, existe un componente inmunológico caracterizado por una reacción inicial de hipersensibilidad inmediata o tipo I, el factor principal es la inmunoglobulina E (IgE). Esta inmunoglobulina es producida por los linfocitos B, posterior al contacto con sustancias ambientales o alérgicas. La reacción de moléculas de IgE con alérgicos divalentes o multivalentes induce una variedad de eventos bioquímicos en la membrana celular y dentro de ella, cuyo resultado final es la desgranulación liberándose mediadores siendo uno de los principales la histamina, que va a ejercer diversos efectos en varios tejidos originando el cuadro clínico. La histamina ha sido encontrada en diferentes especies urticantes del orden Lepidoptera, incluyendo mariposas del género *Hylesia* (Dinehart *et al.* 1987). Sin embargo, el efecto de la histamina disminuye en un tiempo corto (Benaim-Pinto *et al.* 1992), y Dinehart *et al.* (1987)

señalan que los tratamientos antihistamínicos no erradican los síntomas, lo que sugiere que existen otros componentes urticantes.

Lundberg *et al* (2002), utilizando la cromatografía de filtración de geles, dividieron un extracto de los pelos urticantes en cinco fracciones distintas. Una de estas fracciones mostró una actividad similar a la calikreína tisular, la cual es una proteasa serina implicada en el sistema fibrinolítico (Lundberg *et al* 2002). Lundberg *et al* (2002) concluyeron que la sustancia parecida a la calikreína, encontrada en los pelos urticantes de la “Palometa”, es probablemente en gran parte responsable de la dermatitis experimentada por los afectados.

Es necesario continuar las investigaciones sobre la caracterización de esta sustancia, así como la realización de estudios cinéticos, hematológicos e inmunológicos sobre sus posibles inhibidores. Esto con el fin de conseguir un medicamento tópico eficaz contra la urticaria.

Para un manejo exitoso de *H. metabus* es fundamental la incorporación de la comunidad local, tanto a nivel del conocimiento del problema como su participación activa en su monitoreo y control. Por lo tanto es necesario un programa de educación y entrenamiento sobre la ecología y biología de esta plaga y las medidas que de podría aplicar para minimizar los efectos nocivos que produce.

Creación del Proyecto Reto *Hylesia metabus*

Título

Estudios de la biología, ecología, genética y comunicación química de las larvas de *Hylesia metabus*, y de la bioquímica e inmunología de las sustancias urticantes de los adultos con miras a mejorar el tratamiento de la urticaria y el manejo integrado de esta plaga en el estado Sucre.

Objetivos generales

1. Estudiar aspectos de la biología, ecología, genética, comunicación química y microorganismos patógenos que generen alternativas para el monitoreo y control integrado de *Hylesia metabus*.
2. Establecer las bases moleculares e inmunológicas de la dermatitis causada por los pelos urticantes de *Hylesia metabus* para el desarrollo de medicamentos.
3. Educar y entrenar a la población local, para promover su participación activa en el control de *H. metabus*.

Objetivos específicos

1. Realizar estudios genéticos para verificar el estatus taxonómica de *H. metabus* y determinar si las polimorfismos intra e inter poblacionales se deben a diferencias génicas o cromosómicos.
2. Determinar el impacto ecológico de la aplicación de *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* (*Btk*) sobre la diversidad de algunos grupos de lepidópteros e himenópteros.

3. Aislar, identificar y caracterizar bacterias (especialmente *Bacillus thuringiensis*) formadoras de esporas asociadas a *H. metabus*.
4. Evaluar el efecto de las bacterias aisladas sobre las larvas de *H. metabus*, mediante ensayos de laboratorio y campo con miras a su posible uso como controlador(es) biológico(s).
5. Determinar los semioquímicos involucrados en el proceso de comunicación química de *Hylesia metabus*.
6. Evaluar el comportamiento olfativo de *Hylesia metabus*, bajo condiciones de campo y laboratorio.
7. Diseñar trampas inocuas cebadas con la feromona sexual de *Hylesia metabus* para la captura de especímenes adultos.
8. Mejorar el monitoreo de las poblaciones de *H. metabus* en todas sus fases: huevos, larvas, pupas y adultos.
9. Generar información técnica a través de la vigilancia del insecto para ejercer un mejor control.
10. Coordinar intra e intersectorialmente las acciones para el control de *H. metabus* y la prevención de los problemas que ocasiona.
11. Purificar y caracterizar las sustancias responsables de la urticaria y prurito observados en los pacientes expuestos a *Hylesia metabus*.
12. Comparar la actividad biológica de las sustancias en condiciones basales con su comportamiento en presencia de inhibidores con el fin de asentar las bases para la formulación de un fármaco tópico.
13. Determinar las respuestas hematológicas e inmunológicas de ratones modelos a la sustancia urticante en condiciones basales y en la presencia de inhibidores.
14. Realizar talleres para el personal involucrado en el control de *Hylesia metabus* para la incorporación de nuevas técnicas para su monitoreo y manejo con el fin de lograr un control más eficaz de la misma..
15. Implementar un programa educativo a nivel de la población general en la zona en forma de charlas informativas, talleres etc. sobre la ecología y control de *H. metabus*.
16. Asesorar a las autoridades regionales y municipales, en la prevención y control de este insecto.
17. Realizar las II Jornadas de Investigación y Control de *Hylesia metabus* en el estado Sucre.

Productos esperados

- √ Información sobre las diferencias génicas y cromosómicas en las poblaciones de *H. metabus*.
- √ Se obtendrá un inventario de las especies de lepidópteros y braconidos presentes en el área, que se usará como referencia para verificar el impacto que han tenido las aplicaciones de *Btk* en el área del Golfo de Paria, lo cual reviste especial importancia ambiental por el inicio de la actividad de la explotación gasífera en la plataforma Deltana.
- √ Obtención de cepas autóctonas de *Bacillus* spp. patógenas para *H. metabus*, como agente alternativo para su control.
- √ Diseño y fabricación de una trampa cebada con la feromona sintética de *H. metabus* para la captura con fines de monitoreo y reducción masiva de las poblaciones del insecto plaga.
- √ Mapas de la distribución geográfica, espacial y temporalmente de las poblaciones de *H. metabus* y del nivel de parasitismo de las mismas.
- √ La elaboración de un protocolo para el monitoreo y control de las poblaciones de *H. metabus*.
- √ La purificación y caracterización de la(s) sustancias con actividad enzimática parecida a la calacréina y la identificación de uno o más inhibidores de estas sustancias enzimáticas que sirvan para el desarrollo de un fármaco.
- √ El entrenamiento y educación de la comunidad en la ecología y control de *H. metabus*.
- √ La formación de profesionales en todas las áreas investigadas.

Impacto esperado

Se espera que al final del proyecto, se dispondrá de mayor información sobre la taxonomía de *H. metabus* y su polimorfismo intra e interespecífico.

La evaluación del efecto de *Btk* sobre la diversidad de los lepidópteros y braconidos aportará información valiosa que será utilizada por la Gerencia de Saneamiento Ambiental y Malariología Región XI, para la toma de decisiones a la hora de implementar las aspersiones de larvicidas bacterianos como control de *H. metabus*, sobre todo en el área del P. N. Turuépano, en caso de determinarse un efecto negativo de éstos sobre la diversidad de lepidópteros; y en segundo lugar, el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, ya que dispondrá de un inventario de lepidópteros y braconidos del P. N. Turuépano que podrá utilizar con fines turísticos y/o educativos. Además la creación de una exhibición museística aportará valiosa información de base para cualquier investigación futura relacionada con la biodiversidad de los insectos en esta región.

La identificación de bacterias autóctonas patógenas para *H. metabus* representa un primer paso en el desarrollo de nuevos controladores biológicos de esta plaga. En la actualidad dicho control depende de la compra e importación del producto comercial basado en *Btk*, el cual es costoso para el Estado. Los nuevos patógenos bacterianos podrían ser agentes de control más efectivos, amigables al ambiente y posiblemente se podrían traducir en una reducción sustancial de costos para el Estado Venezolano.

La implementación de las trampas cebadas con feromona permitirá eliminar las trampas de luz para el monitoreo en áreas remotas, las cuales requieren generadores eléctricos, combustible y una logística importante, con una reducción considerable del costo del programa de control del insecto plaga y una disminución importantísima del impacto ecológico.

Se dispondrá de herramientas para el monitoreo sistemático y control eficaz de *H. metabus*, y un manejo más racional basado en las alternativas generadas en este proyecto.

Se habrá identificado un inhibidor de la calacreina, causante de la urticaria producida por los pelos abdominales de *H. metabus*. La identificación del mencionado inhibidor abrirá las puertas para la formulación de un medicamento que elimine los síntomas de la dermatitis, lo cual permitirá que en las poblaciones de las zonas afectadas se puedan realizar las actividades socio-económicas sin interrupción. Se espera que con el alivio del problema de *H. metabus*, se hará más atractiva aún la región del Golfo de Paria para el desarrollo del turismo y la explotación petrolera, lo que conllevará al crecimiento económico de toda la región.

El conocimiento generado permitirá la capacitación y el entrenamiento del personal técnico y obrero involucrado en el programa de monitoreo y control de *H. metabus*, en actividades de laboratorio y campo.

La comunidad estará motivada y capacitada en aspectos de la ecología y control de *H. metabus* aumentando su potencial para protegerse de esta plaga y participación en el control de la misma.

Usuarios o demandantes de los resultados de la investigación

1. Pobladores de las regiones afectadas por *H. metabus*.
2. Gerencia de Saneamiento Ambiental y Malariología, Región XI (GSAM XI), Fundasalud, estado Sucre, y los entes responsables de velar por la salud pública en otras entidades federales afectadas.
3. Personal de las empresas dedicadas a la extracción de petróleo (PDVSA y sus concesionarias) y de otras empresas con actividades industriales, agropecuarias o comerciales en las regiones afectadas.
4. Turistas u otros visitantes a las regiones afectadas.
5. Empresas públicas o privadas interesadas en la formulación, producción y comercialización de los productos generados.
6. Ministerio de Salud y Desarrollo Social (M.S.D.S).
7. Ministerio de Ciencia y Tecnología (M.C.T.).

8. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, especialmente el personal de INPARQUES encargado del Parque Nacional Turuépano y otros ubicados en el área de influencia del insecto.
9. El Museo del Instituto de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Edo. Aragua.
10. Investigadores nacionales e internacionales interesados en la biodiversidad de los lepidópteros y braconidos de Venezuela
11. Unidades educativas del estado Sucre.

Integrantes del Proyecto Reto

Sub-Proyecto: GENÉTICA

Responsable del Proyecto: Dr. Hernán Cequea (UDO-Sucre)

Colaboradores: Dra. Frances Osborn, Lic. Maria Tovar (IIBCA-UDO)

Sub-Proyecto: BIODIVERSIDAD DE LEPIDOPTERA

Responsable del Proyecto: Dra. Frances Osborn (IIBCA-UDO)

Colaboradores: Dr. José Clavijo (IZA-UCV), Dra. Rosa Briceño (UCLA), Lic. Melfran Herrera, Dra. Letty González

Sub-Proyecto: IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS ENTOMOPATÓGENAS

Responsables del Proyecto: Dr. Vidal Rodríguez Lemoine, Dr. Blas Dorta (IBE-UCV)

Colaboradores: Dra. Frances Osborn (IIBCA-UDO)

Sub-Proyecto: COMPORTAMIENTO Y TRAMPEO

Responsable del Proyecto: Dr. José Vicente Hernández (USB)

Colaboradores: Dra. Aivle Cabrera, Lic. Beatriz Herrera, Lic. Carmen Virginia Liendo, Lic. Jose Perozo, TSU Diony Velásquez.

Sub-proyecto MONITOREO

Responsable del Proyecto: Dra. Letty González (GSA y M, XI)

Colaboradores: Frances Osborn (IIBCA-UDO), Ing. Luis Díaz, TSU Diony Velásquez.

F. Proyecto: CARACTERIZACION DE LA SUSTANCIA URTICANTE DE LA MARIPOSA *Hylesia metabus*.

Responsable del proyecto: Dr. Ulf Lundberg (IVIC)

Colaboradores: Dra. Frances Osborn (IIBCA-UDO)

Proyecto: ESTUDIOS INMUNOLÓGICOS

Responsable del proyecto: Dra. Frances Osborn (IIBCA-UDO),

Colaboradores: Lic. María Tovar, Lic. Jessica Rodríguez (IIBCA-UDO), Lic. Claudia Cortesía (IVIC).

Proyecto: EDUCACIÓN, ENTRENAMIENTO Y DIVULGACIÓN

Responsable del Proyecto: Dra. Letty González (GSA y M XI)

Colaboradores: Dra. Frances Osborn (IIBCA-UDO), Dr. Ulf Lundberg (IVIC), Dr. José Vicente Hernández (USB), Dr. Vidal Rodríguez Lemoine, Dr. Blas Dorta (IBE-UCV), Dr. Hernán Cequea (UDO-Sucre)