

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades



ESTUDIO BIOGEOGRÁFICO DE LAS MARIPOSAS  
SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y ARCTIIDAE  
(PERICOPINAE) (LEPIDOPTERA), COMO INSTRUMENTO  
PARA LA CONSERVACIÓN EN GUATEMALA

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por  
Anna Cristina Bailey Hernández  
para optar al grado académico de Maestría en Estudios Ambientales

Guatemala

2004



ESTUDIO BIOGEOGRÁFICO DE LAS MARIPOSAS  
SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y ARCTIIDAE  
(PERICOPINAE) (LEPIDOPTERA), COMO INSTRUMENTO  
PARA LA CONSERVACIÓN EN GUATEMALA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades

ESTUDIO BIOGEOGRÁFICO DE LAS MARIPOSAS  
SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y ARCTIIDAE  
(PERICOPINAE) (LEPIDOPTERA), COMO INSTRUMENTO  
PARA LA CONSERVACIÓN EN GUATEMALA

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por  
Anna Cristina Bailey Hernández  
para optar al grado académico de Maestría en Estudios Ambientales

Guatemala

2004

Vo. Bo.:

(f) Enio B. Cano  
Dr. Enio B. Cano

Tribunal Examinador:

(f) Enio B. Cano  
Dr. Enio B. Cano

(f) Jack C. Schuster  
Dr. Jack Schuster

(f) Michael W. Dix  
Dr. Michael Dix

Fecha de aprobación: Guatemala, 10 de junio 2004

## PREFACIO

El estudio reciente de las mariposas nocturnas en Guatemala, empezó a raíz del interés del Lic. José Monzón en su colecta y preparación. En el año 2000 el Lic. Monzón junto con la autora presentaron una propuesta al CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) para que financiara un estudio de las mariposas nocturnas en Guatemala. Resultado de ese estudio se obtuvo una gran cantidad de especímenes (que se conservan en la colección de artrópodos de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG)), así como permitió que se conociera la fauna de mariposas nocturnas de muchas regiones del país.

El presente estudio surge de la importancia de utilizar los datos que se tienen en la colección de artrópodos de la UVG para así obtener instrumentos aplicables para la conservación en Guatemala. La realización de este estudio fue posible gracias a los datos de la colección personal del Lic. Monzón, así como a los especímenes del proyecto financiado por el CONCYT y a todos los estudiantes de la UVG que han dado material para la colección de artrópodos. También al interés del Dr. Enio Cano en el estudio de la biogeografía de artrópodos en Guatemala.

Las principales limitaciones de este trabajo es que aún quedan grandes vacíos de información sobre las mariposas nocturnas de muchos lugares en Guatemala. Por lo que se piensa que este estudio puede ser la base para que en el futuro se realicen otras colectas y así llenar las áreas que se conoce poco. El presente trabajo se ha elaborado como tesis para optar al título de Maestría en Estudios Ambientales.

# ÍNDICE

PREFACIO .....	IV
ÍNDICE .....	V
LISTA DE FIGURAS .....	VII
RESUMEN .....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
A. OBJETIVOS .....	2
1. <i>Objetivo general</i> .....	2
2. <i>Objetivos específicos</i> .....	2
B. JUSTIFICACIONES .....	2
C. MARCO TEÓRICO .....	3
2. <i>Mariposas nocturnas</i> .....	4
II. METODOLOGÍA .....	6
A. MATERIAL ESTUDIADO .....	6
B. ESTUDIO PANBIOGEOGRÁFICO .....	6
C. ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS .....	7
D. COMPARACIÓN ENTRE ESTUDIOS BIOGEOGRÁFICOS .....	7
E. COMPARACIÓN ENTRE LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y LAS ÁREAS DE INTERÉS SEGUN LAS MARIPOSAS NOCTURNAS .....	7
III. RESULTADOS .....	8
A. MATERIAL ESTUDIADO .....	8
B. ESTUDIO PANBIOGEOGRÁFICO .....	8
C. ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS .....	9
D. COMPARACIÓN ENTRE ESTUDIOS BIOGEOGRÁFICOS .....	10
E. COMPARACIÓN ENTRE LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y LAS ÁREAS DE INTERES SEGÚN LAS MARIPOSAS NOCTURNAS .....	12
IV. DISCUSIÓN .....	14
A. ESTUDIO PANBIOGEOGRÁFICO .....	14
B. ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS (PAE) .....	15
C. COMPARACIÓN ENTRE ESTUDIOS BIOGEOGRÁFICOS .....	16
D. COMPARACIÓN ENTRE LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y LAS ÁREAS DE INTERÉS SEGUN LAS MARIPOSAS NOCTURNAS .....	17
V. CONCLUSIONES .....	19
A. ESTUDIO PANBIOGEOGRÁFICO .....	19
B. ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS .....	19
C. COMPARACIÓN ENTRE ESTUDIOS BIOGEOGRÁFICOS .....	19
D. COMPARACIÓN ENTRE LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y LAS AREAS DE INTERES SEGUN LAS MARIPOSAS NOCTURNAS .....	19
VI. LITERATURA CITADA .....	20

VII. ANEXOS.....	24
ANEXO 1. TRAMPA DE LUZ.....	25
ANEXO 2. LOCALIDADES DE COLECTA DE MARIPOSAS NOCTURNAS SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y PERICOPINAE .....	26
ANEXO 3. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DE MARIPOSAS NOCTURNAS SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y PERICOPINAE .....	28
ANEXO 4. MAPAS DE SUPERPOSICIÓN DE TRAZOS DE ESPECIES DE MARIPOSAS NOCTURNAS DE GUATEMALA .....	41
ANEXO 5. ESPECIES CONOCIDAS SOLO DE UNA LOCALIDAD EN GUATEMALA, DE LAS FAMILIAS SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y PERICOPINAE EN GUATEMALA.....	43
ANEXO 6. MAPA DE ÁREAS DE ENDEMISMO DE MESOAMÉRICA NUCLEAR BASADO EN PASÁLIDOS .....	45
ANEXO 7. ESPECIES DE MARIPOSAS (SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y PERICOPINAE) CON DISTRIBUCIONES PRÓXIMAS AL VALLE DEL MOTAGUA.....	46
ANEXO 8. MAPA DE ÁREAS PROTEGIDAS DE GUATEMALA .....	48
ANEXO 9. MATRIZ ESPECIE-LOCALIDAD DE MARIPOSAS NOCTURNAS SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y PERICOPINAE EN GUATEMALA .....	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de superposición de trazos de especies conocidas de mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae de Guatemala. ....	8
Figura 2. Mapa de trazos generales resultantes de superposición de distribución de especies conocidas de mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae de Guatemala. ....	9
Figura 3. Árbol consensuado obtenido del análisis de parsimonia de endemismos de las mariposas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae de Guatemala. ....	9
Figura 4. Mapa representando los ensambles de especies particulares según las mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae de Guatemala. ....	10
Figura 5. Superposición de regiones eco-biogeográficas (áreas azules) según las mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae sobre las áreas de endemismo de Mesoamérica según pasálidos. ....	11
Figura 6. Superposición de regiones eco-geográficas (áreas rojas) según las mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae; sobre las regiones eco-geográficas propuestas por Campbell y Vannini. ....	12
Figura 7. Superposición de regiones eco-geográficas (áreas azules) según mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae y el mapa de áreas protegidas SIGAP. ....	13

## RESUMEN

La conservación de áreas naturales en Guatemala ha estado limitada por los pocos recursos disponibles. Es importante implementar métodos con los cuales se pueda tener un mejor conocimiento de los patrones dinámicos de la flora y fauna y así poder tomar decisiones certeras de cuales áreas son prioritarias para conservar. En el presente estudio se trabajó con dos de los métodos biogeográficos que permiten tener un mejor conocimiento de los patrones de distribución de fauna y sus implicaciones en conservación. Uno de los métodos que se utilizó es el análisis Panbiogeográfico o de trazos para el cual nos basamos en la comparación de 203 trazos de especies de mariposas nocturnas de tres familias diferentes (Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae (Arctiidae)). También se aplicó el Análisis de Parsimonia de Endemismos para clasificar las áreas de endemismo de los grupos estudiados. Entre los resultados principales obtenidos fue que este estudio pudo corroborar los resultados del estudio de áreas de endemismo basado en Passalidae (Coleoptera), ya que las áreas determinadas de importancia para especiación de mariposas se asemejan a las encontradas por Schuster (2000) con el estudio de la familia Passalidae; con excepción de las áreas bajas (Petén y Costa sur) que no son áreas de endemismo para pasálidos. Además, no se pudo comprobar si el Valle del Motagua es la barrera geográfica mas importante para la distribución de especies en Guatemala. Al utilizar los resultados obtenidos como una herramienta para la conservación se identifico que la Sierra de Los Cuchumatanes (Huehuetenango) es un área muy importante para conservar debido a que tiene especies únicas y no existen áreas protegidas funcionales.

# I. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este proyecto es estudiar la biogeografía de Guatemala, utilizando las mariposas nocturnas de las familias Sphingidae, Arctiidae (Pericopinae) y Saturniidae para elaborar un instrumento para la conservación en Guatemala. Las hipótesis que se quieren comprobar es que el Valle del Motagua es la barrera biogeográfica más importante en Guatemala para la distribución de especies y que los patrones de distribución de mariposas nocturnas son similares al de los escarabajos pasálidos (Schuster *et al.* 2000, 2003).

Se han realizado muy pocos estudios de la biogeografía de Guatemala, entre estos los de Schmidt y Stuart en los que utilizó la distribución de salamandras para definir ocho regiones naturales o áreas bióticas (Schmidt y Stuart 1941). Campbell y Vannini modificaron las regiones postuladas por Schmidt y Stuart, incluyendo a todas las especies de anfibios y reptiles conocidas del país, y encontraron 16 “áreas faunísticas” (Campbell 1982; Campbell & Vannini 1989). Otros estudios importantes los ha realizado Schuster que utilizó escarabajos (Passalidae) como organismos indicadores y determinó que hay seis áreas y 11 sub-áreas de endemismo (Schuster *et al.* 2000, 1999; Schuster 1992, 1985, 2003). También existe otro estudio similar utilizando otros coleópteros (Cerambycidae y Scarabaeoidea) (Monzón *et al.* 1999). Es importante seguir realizando estos estudios con otros grupos taxonómicos para así confirmar si el comportamiento es similar, así como para afinar las unidades biogeográficas.

El producto final de este trabajo se espera que sea un estudio de la biogeografía de Guatemala que pueda ser utilizado por el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) para priorizar los esfuerzos de conservación. El material estudiado proviene de la Colección de Artrópodos de la Universidad del Valle de Guatemala (UVGC).

## A. OBJETIVOS

### 1. Objetivo general

Estudio de la biogeografía de Guatemala para que pueda ser utilizado por el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) para priorizar los esfuerzos de conservación.

### 2. Objetivos específicos

- Estudio de la biogeografía de Guatemala, utilizando las mariposas nocturnas Sphingidae, Arctiidae (Pericopinae) y Saturniidae.

- Identificación de la barrera geográfica mas importante según el estudio de las mariposas nocturnas.

- Determinación de áreas de endemismo de Guatemala para mariposas nocturnas Sphingidae, Arctiidae (Pericopinae) y Saturniidae.

- Comparación entre los hallazgos biogeográficos de otros taxones con los encontrados con mariposas nocturnas Sphingidae, Arctiidae (Pericopinae) y Saturniidae.

- Comparación entre las áreas protegidas actuales que pertenecen al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) y los resultados de la determinación de áreas importantes para su conservación según las mariposas nocturnas.

## B. JUSTIFICACIONES

En Guatemala las áreas protegidas se han establecido en lugares en los cuales se consideraba que existían características importantes, como áreas boscosas en buen estado de conservación y áreas que son importantes para la conservación de fuentes de agua, con mucho énfasis en el concepto de “Zonas de Vida” (Holdridge) en la planificación de la conservación de recursos naturales. Esto está bien en cuanto a la preservación de tipos diferentes de ecosistemas; sin embargo, para prevenir la extinción de especies endémicas en Guatemala, no es suficiente preservar sólo un ejemplo de cada zona de vida (Schuster 1985). El estudiar el endemismo provee información sobre la evolución de las especies (Espadas y Argaez 2003), ayuda en la reconstrucción de la historia biogeográfica de las áreas que ocupan las especies (Espadas y Argaez 2003), permite detectar la existencia de genes únicos de importancia en conservación (Schuster 1998) y permite detectar especies que en su mayoría tienden a tener bajas poblaciones y por lo tanto son susceptibles a la extinción (Espadas y Argaez 2003). Hay que tomar en cuenta los estudios biogeográficos para tener un plan de acción a largo plazo y así determinar en que regiones del país es indispensable establecer áreas de protección.

La Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89) establece en el artículo 5 inciso b que es necesario lograr la conservación de la diversidad genética de flora y fauna silvestre del país (CONAP 1996). Esto solo se puede realizar conociendo como son los patrones de diversidad y endemismo del país y así determinar cuales son las áreas de mayor importancia para la conservación. Una forma de conocer estos patrones de diversidad y endemismo es realizar estudios biogeográficos. La biogeografía es la ciencia que busca documentar y entender los patrones espaciales de la biodiversidad a escala geográfica. Debido a las actuales amenazas ambientales que están provocando la extinción de muchas especies, es de importancia conocer la biodiversidad y como se distribuye sobre el planeta, para poder crear programas de conservación efectivos. Schuster (1985), propuso que la delimitación de las áreas bióticas con base en endemismo debería ser útil para determinar las áreas apropiadas para el establecimiento de reservas biológicas.

Se ha trabajado con el orden Lepidoptera y las familias Saturniidae, Sphingidae y la subfamilia Pericopinae (Arctiidae) de mariposas nocturnas; ya que su taxonomía es bien conocida, los métodos de colecta son sencillos, únicamente es necesaria una trampa de luz (anexo 1) y se pueden coleccionar en casi todo el año.

Existe mucho material depositado en la colección de artrópodos de la UVG, una parte fue colectado por estudiantes de la UVG durante más de 20 años. Además, el CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) financió un estudio de las mariposas nocturnas en Guatemala (Monzón *et al.* 2003), que dio como resultado que se conociera bastante bien la fauna de estos organismos. El que este grupo sea relativamente abundante y fácil de coleccionar permite que se pueda obtener información de áreas de interés para que sea utilizado como un instrumento para la toma de decisiones en la conservación.

## C. MARCO TEÓRICO

1. **Biogeografía.** La biogeografía es una disciplina científica que estudia los patrones de distribución espacial de los organismos y las causas o procesos históricos y ecológicos que los determinan. Su objetivo es reconstruir las secuencias de origen, dispersión y extinción de los organismos y explicar cómo determinados procesos geológicos tales como la tectónica de placas o las glaciaciones pleistocénicas han determinado históricamente las distribuciones actuales. Los cinco métodos básicos en biogeografía histórica son: Dispersalismo, Biogeografía Filogenética, Panbiogeografía, Biogeografía Vicariante Cladista y Análisis Parsimonioso de Endemicidad (Martín-Piera y Sanmartín 1999).

Cuando dos taxones filogenéticamente relacionados muestran una distribución espacialmente discontinua, puede ocurrir: a) dispersión: el ancestro común originalmente colonizaba una de las áreas y posteriormente se dispersó a la otra, b) vicarianza: el ancestro ocupaba un área mayor que se fragmentó y los descendientes han sobrevivido en cada uno de los fragmentos (Martín-Piera y Sanmartín 1999).

La Panbiogeografía originalmente fue propuesta por Croizat (1958, 1964) y luego desarrollada por otros autores. Es un acercamiento que enfatiza la importancia de la dimensión espacial o geográfica de la biodiversidad para lograr una comprensión apropiada de los patrones y procesos evolutivos (Croizat citado en Morrone 2000). Croizat postuló que la tierra y la vida evolucionan juntas, lo que significa que las biotas evolucionan junto con las barreras biogeográficas. Por medio de la búsqueda de patrones de distribución repetitivos, el análisis Panbiogeográfico trata de identificar distribuciones biogeográficas homólogas, de manera que se permita la correlación de patrones de distribución de taxones no relacionados y que permitan el reconocimiento de componentes bióticos ancestrales (Morrone y Márquez 2001).

El Análisis Parsimonioso de Endemismos se utiliza para obtener un cladograma de área (basado en grupos taxonómicos) por medio de un algoritmo de parsimonia (Humphries y Parenti 1999, Humphries y Seberg 1989). Este análisis ha sido utilizado para establecer las relaciones entre diferentes unidades biogeográficas (localidades).

## 2. Mariposas nocturnas

a. *Sphingidae*. Las mariposas nocturnas esfinges (como se les llama comúnmente) son medianas a grandes. Se caracterizan por tener el cuerpo extremadamente robusto; abdomen generalmente con ápice agudo; alas generalmente angostas y agudas; sin ocelos o tímpano; proboscis generalmente muy desarrollada y sumamente larga en algunas especies; las antenas se engrosan gradualmente hacia la punta para volverse muy angostas en la punta que generalmente tiene forma de gancho pequeño; Venas Sc+R1 del ala posterior cercana y paralela a la Rs a lo largo del tope de la celda discal y conectada por la vena transversal como a la mitad de la longitud de la celda; frenulum presente, algunas veces corto (Covell 1984).

Las larvas son generalmente muy grandes, carnosas y desnudas (excepto por algunos pocos pelos). Muchas tienen un cuerno posterior bien desarrollado en la punta del abdomen. Las larvas se alimentan de muchos tipos de plantas, arbustos y árboles. Algunas son especies importantes como plagas en cultivos, por ejemplo, *Manduca sexta* es una plaga en tabaco (Saunders *et al.* 1998). La mayoría de larvas pupan en el suelo y pocas hacen un capullo muy sencillo con basura del suelo. Los miembros de esta familia son algunos de los lepidópteros que vuelan más rápido y la mayoría son de hábitos nocturnos, aunque algunos son diurnos (Covell 1984).

b. *Saturniidae*. Las mariposas de esta familia son medianas a grandes y hasta muy grandes, siendo de las más grandes del país. Se pueden caracterizar principalmente por tener el cuerpo cubierto por una gran cantidad de pelos; cabeza relativamente pequeña y pegada muy cercana al tórax; ocelos ausentes; palpos labiales cortos; proboscis reducida o ausente (los adultos no se alimentan); rama principal de las antenas sin escamas; antenas generalmente quadripectinadas en los machos y en las hembras muy variable; vena Cu del ala anterior aparentemente con tres ramas; M2 saliendo más cerca a M1 que de M3; ramas

radiales reducidas a 2, 3 o 4; Sc+R1 de alas posteriores ampliamente separadas de Rs y no unidas por vena transversal; frenulum ausente (Covell 1984).

Los estados inmaduros (gusanos) son generalmente grandes y carnosos, con espinas o tubérculos; algunos como los géneros *Automeris* y *Hemileuca* tienen espinas con químicos peligrosos. Los gusanos se alimentan generalmente de hojas de arbustos o árboles y algunos son plagas importantes, por ejemplo *Rothschildia orizaba* en plantaciones de café. Al convertirse en crisálida construyen un capullo o se entierran en el suelo, dependiendo de la subfamilia. Los adultos vuelan de día, crepúsculo o en la noche dependiendo de la especie (Covell 1984).

c. Arctiidae. Los Arctiidae son mariposas nocturnas pequeñas a medianas, con cuerpos robustos escamosos y alas anchas entre 12 y 80 milímetros. Tienen un órgano para escuchar o tímpano, muy desarrollado en cada lado del tórax. Muchas de estas mariposas tienen sustancias venenosas, y sus patrones de colores tan vivos son un señal de aviso a los depredadores. Los adultos generalmente no se alimentan. Los huevos los ponen en masas o puestos dispersos entre la vegetación baja. Los estados inmaduros son peludos o espinosos y, como los adultos, tienen colores vivos y generalmente venenosos. Pupan en capullos sueltos hechos de seda y sus propios pelos o espinas (Covell 1984).

## II. METODOLOGÍA

### A. MATERIAL ESTUDIADO

Los especímenes estudiados provienen de la colección de artrópodos de la Universidad del Valle de Guatemala. Estos han sido colectados por estudiantes de la UVG y por el Lic. Monzón (su colección personal depositada en la misma institución), gracias a un proyecto financiado por CONCYT (Monzón *et al.* 2003). Estos datos son de por lo menos 288 lugares en los cuales se colectaron 1274 especímenes de mariposas nocturnas. En el estudio se incluyen los datos de 93 especies de Sphingidae, 79 de Saturniidae y 17 especies de Arctiidae (Pericopinae). Se utilizó la base de datos de mariposas nocturnas realizada con la información de las etiquetas de los ejemplares (Monzón *et al.* 2003).

### B. ESTUDIO PANBIOGEOGRÁFICO

Consistió en diagramar las distribuciones de las especies conocidas para Guatemala en mapas. Para esto realicé un mapa base y sobre este dibujé manualmente, con puntos de diferentes colores, los lugares donde se tenían datos de colecta de cada especie (se utilizó el programa Macromedia FreeHand 9 para Macintosh). Para facilitar esto trabajé con un máximo de nueve especies por mapa.

Conecté los puntos, que representan las localidades donde se encuentra una especie, por medio de líneas llamadas trazos. Los trazos entre las especies se dibujaron a la distancia mas cercana entre dos localidades de distribución. Luego, superpuse todas las capas donde dibujé las distribuciones de las especies para cada una de las familias del estudio, después de esto, superpuse todos los mapas resultantes. En los mapas superpuestos coloque otra capa donde dibuje una línea gruesa sobre las líneas más repetidas entre los puntos de distribución de las diferentes especies. Cuando los trazos individuales de diferentes especies coinciden, las líneas se agrupan y se consideran trazos generalizados. Estos indican la preexistencia de biota ancestral que fue fragmentada por cambios tectónicos o climáticos.

Luego, busqué si dos o mas trazos generalizados se interceptaban, ya que esto determina un nodo, que indica que biotas ancestrales diferentes y fragmentos geológicos se interrelacionan en tiempo-espacio, constituyendo un área compuesta (Morrone 2001).

Al analizar los mapas en donde se representa la distribución de las diferentes especies de mariposas nocturnas teóricamente se podrá determinar cual es la barrera geográfica más importante en Guatemala, ya que el área donde no pasen la mayoría de trazos individuales se puede distinguir como una barrera geográfica.

## C. ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS

En este análisis se clasifican las áreas por sus taxones compartidos, según el cladograma más parsimonioso. Este análisis da información de las relaciones que existen entre las áreas de distribución de las diferentes especies. El análisis de parsimonia de endemismos es útil porque genera cladogramas directamente de los datos de distribución de especies, sin necesidad de estudios filogenéticos del taxa que se estudia. Para realizar este análisis elabore una matriz de área por taxa. Para esta matriz codifique (0) por ausencia y (1) por presencia de cada especie en cada área de distribución. La primera fila es un área hipotética en la cuál todas las columnas contienen “0” para enraizar el cladograma (Espadas *et al.* 2003).

Los organismos ideales para aplicar el análisis de parsimonia de endemismos son los que tienen habilidades de dispersión limitadas y que se especian en una forma vicariante (una barrera se genera y fracciona la población ancestral, lo que resulta en especiación (Espinoza *et al.* 2002)) (Espadas *et al.* 2003). En este análisis incluí todas las especies, sin importar si eran de amplia distribución.

Realicé el análisis de parsimonia con Hennig86 (Farris 1988), lo que dio un grupo de cladogramas, de estos escogí el más probable que presenta grupos de áreas anidadas. Este método permite agrupar los trazos panbiogeográficos en un esquema jerárquico (Morrone 2001). Realicé el árbol con WINCLADA, utilizando “heuristic search”, con 100 repeticiones y el consenso estricto. Por último, estudie la jerarquización de las áreas de distribución y coloque sobre el mapa base para delimitar cada área de endemismo.

## D. COMPARACIÓN ENTRE ESTUDIOS BIOGEOGRÁFICOS

Determiné áreas de distribución de ensamblajes particulares utilizando las especies con distribución restringida (especies que solo se conocen de una localidad en Guatemala) (anexo 5) y las áreas resultantes del estudio Panbiogeográfico. Las áreas determinadas se nombran como regiones eco-geográficas utilizando el sistema de Campbell (1989), luego dibujé estas sobre un mapa. Digitalicé los mapas resultantes de los estudio de escarabajos Passalidae (Schuster *et al.* 2000, 2003) y el de regiones eco-geográficas de Guatemala (Campbell y Vannini 1989). A este superpuse el que encontré con las mariposas nocturnas, para realizar comparaciones de los estudios y así conocer si los insectos, reptiles y anfibios dan los mismos resultados.

## E. COMPARACIÓN ENTRE LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y LAS ÁREAS DE INTERÉS SEGUN LAS MARIPOSAS NOCTURNAS

Para realizar esto digitalice el mapa de las áreas protegidas (CONADIBIO 1999). Sobre este mapa superpuse las regiones eco-geográficas encontradas según el presente estudio de las mariposas nocturnas Sphingidae, Pericopinae (Arctiidae) y Saturniidae. Esto permite comparar las áreas conservadas y las que según las mariposas nocturnas son las importantes para conservar.

### III. RESULTADOS

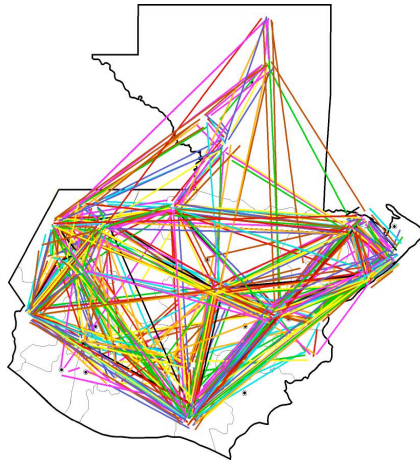
#### A. MATERIAL ESTUDIADO

Se estudiaron 1274 especímenes de mariposas nocturnas de por lo menos 288 lugares de colecta de Guatemala. Los especímenes pertenecen a la colección de artrópodos de la Universidad del Valle de Guatemala. Se incluyen los datos de 93 especies de Sphingidae, 79 de Saturniidae y 17 especies de Pericopinae (Arctiidae). Se utilizó la base de datos de mariposas nocturnas realizada con la información de las etiquetas de los ejemplares (Monzón *et al.* 2003).

#### B. ESTUDIO PANBIOGEOGRÁFICO

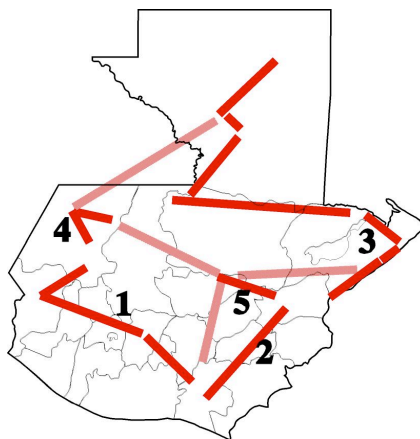
Realicé en total 25 mapas para diagramar las distribuciones de las 189 especies de mariposas nocturnas de este estudio (ver anexo 3). En estos mismos mapas conecté los puntos que representaban las localidades de distribución por medio de líneas (trazos), cada color representa a una especie diferente. La Figura 1 presenta la superposición de todos los trazos de las tres familias.

Figura 1. Mapa de superposición de trazos de especies conocidas de mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae de Guatemala.



La Figura 2 presenta la superposición de los trazos generales de las tres familias del estudio. Hay trazos representados en color tenue (rosado) que corresponden a trazos aislados y trazos representados en color rojo que corresponden a trazos sólidos que representan trazos generales.

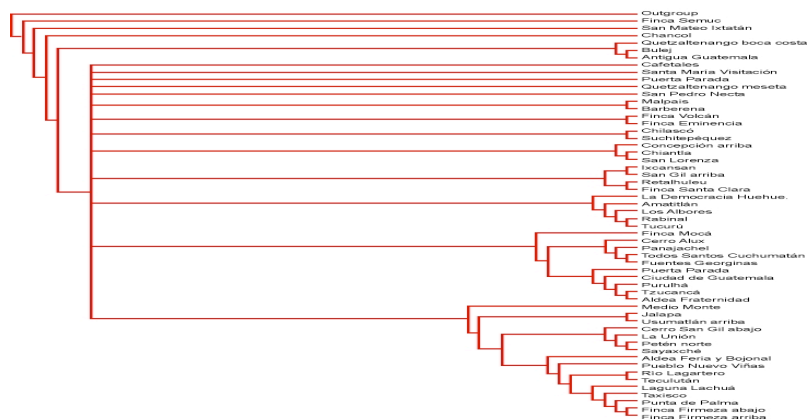
Figura 2. Mapa de trazos generales resultantes de superposición de distribución de especies conocidas de mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae de Guatemala.



### C. ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS

Realicé una matriz de presencia o ausencia de mariposas nocturnas en las áreas de colecta (anexo 9). La matriz la utilicé para obtener un cladograma (Figura 3) de áreas basado en la distribución de mariposas nocturnas donde se tenía información de colecta. El árbol resultante muestra que se distinguen tres clados bien dilucidados. Estos son 1) Finca Firmeza, Punta de Palma, Taxisco, Laguna Lachúa, Teculután, Río Lagartero y Pueblo Nuevo Viñas; 2) Sayaxché, Petén Norte, La Unión y Cerro San Gil abajo; 3) aldea La Fraternidad, Tzucancá, Purulhá, Ciudad de Guatemala, Puerta Parada, Fuentes Georginas, Todos Santos Cuchumatán, Panajachel, Cerro Alux y finca Mocá. Las otras localidades no dan información relevante.

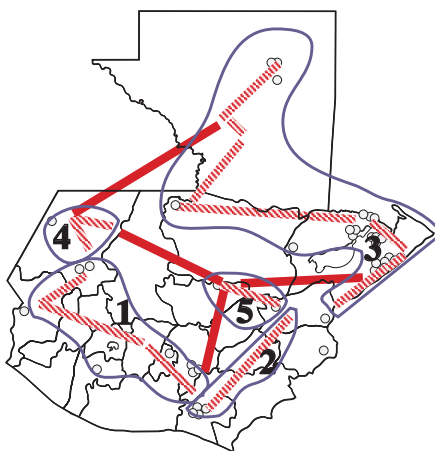
Figura 3. Árbol consensuado obtenido del análisis de parsimonia de endemismos de las mariposas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae de Guatemala.



## D. COMPARACIÓN ENTRE ESTUDIOS BIOGEOGRÁFICOS

Determiné áreas de distribución de ensambles particulares, utilizando las mariposas nocturnas de distribución restringida (que solo se conocen de una localidad en Guatemala) (anexo 5) y las áreas determinadas por el estudio Panbiogeográfico que estaban relacionadas por una historia biogeográfica común. Se encontraron 14 Saturniidae, 23 Sphingidae y 4 Pericopinae con distribución restringida para Guatemala, en la Figura 4 dibujé su distribución con círculos pequeños vacíos.

Figura 4. Mapa representando los ensambles de especies particulares según las mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae de Guatemala.

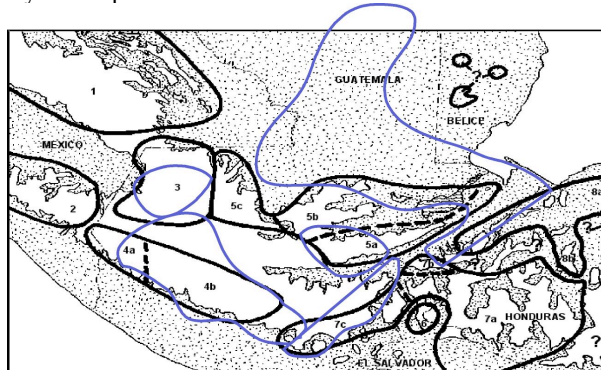


Se encontraron cinco áreas con ensambles de especies particulares, que en el presente estudio las llamaremos eco-regiones. Las eco-regiones según mariposas nocturnas son: 1) La cordillera volcánica occidental que se extiende desde la frontera de México hasta Escuintla, atravesando los departamentos de Huehuetenango, San Marcos, Sololá, Totonicapán, Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala. En esta área se encuentran bosques húmedos subtropicales y bosques montanos húmedos; 2) Bosque tropical seco se localiza en los departamentos de Santa Rosa, Jalapa y Zacapa. Esta área se encuentra a bajas elevaciones; 3) Bosque tropical muy húmedo se localiza en los departamentos de Petén, Alta Verapaz e Izabal.; 4) Bosques nubosos de Huehuetenango se localiza en el departamento de Huehuetenango, arriba de los 2000 msnm. Se caracteriza por tener bosques nubosos y 5) Sierra de las Minas se localiza en los departamentos de Baja Verapaz, Izabal y Zacapa, se caracteriza por tener bosques nubosos.

Comparé los resultados obtenidos con el estudios de áreas de endemismo de pasálidos (Schuster *et al.* 2000) (anexo 6) (Figura 5). La región eco-geográfica de Bosque Tropical Muy Húmedo propuesta por mariposas nocturnas, incluye las áreas propuestas por Schuster de Sierra de Santa Cruz y Chamá y la de Sierra del Merendón. También incorpora en esta misma región eco-geográfica a Petén, y partes bajas de Izabal, de estas áreas se conoce especies de distribución restringida para Guatemala como lo son:

*Sphaeromachia cubana* (Pericopinae), *Citheronia mexicana* (Saturniidae) y *Manduca wellingi* (Sphingidae).

Figura 5. Superposición de regiones eco-biogeográficas (áreas azules) según las mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae sobre las áreas de endemismo de Mesoamérica según pasálidos.

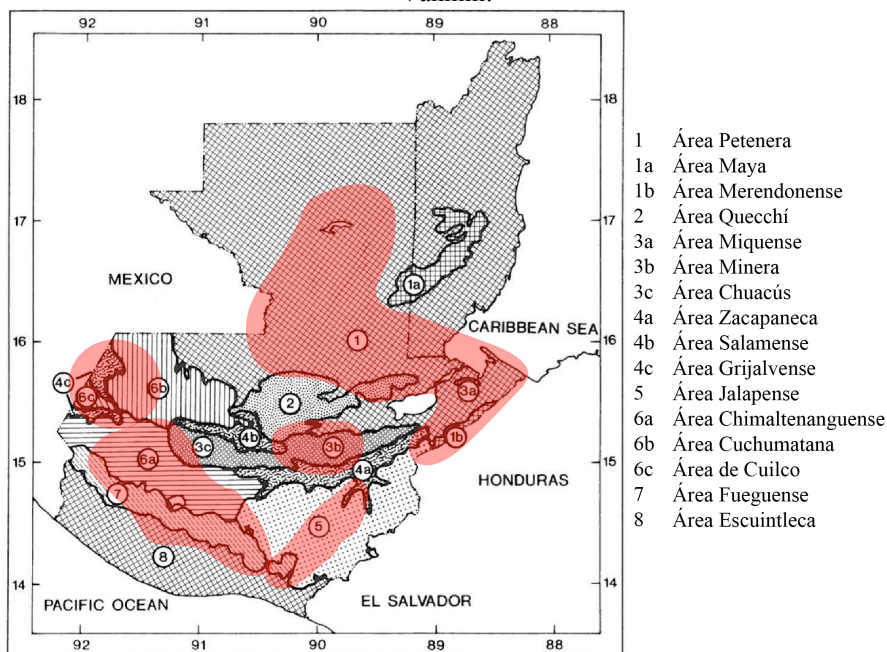


Modificado de Schuster *et al.* 2000.

La región que se agrupó de La Unión Zacapa y Esquipulas según mariposas, se divide en el estudio de pasálidos en dos sub-áreas: la Unión Zacapa (7b) y Volcán Tecumburro y montañas del suroriente de Guatemala a (7c). El área de Biotopo del Quetzal y sierra de las Minas corresponde al área de sierra de las Minas (5) de pasálidos. La sierra Los Cuchumatanes pertenece a la región de los Cuchumatanes (3) según pasálidos. La región Volcánica distinguida del estudio de mariposas corresponde a la región Volcánica (4) de pasálidos. Las regiones que se distinguieron como Costa Sur y Lachuá en el estudio de mariposas no son identificadas como áreas de endemismo para pasálidos.

Con los resultados obtenidos acepto la hipótesis de que los patrones de distribución de mariposas nocturnas son similares al de los escarabajos pasálidos (Schuster *et al.* 2000, 2003).

Figura 6. Superposición de regiones eco-geográficas (áreas rojas) según las mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae; sobre las regiones eco-geográficas propuestas por Campbell y Vannini.



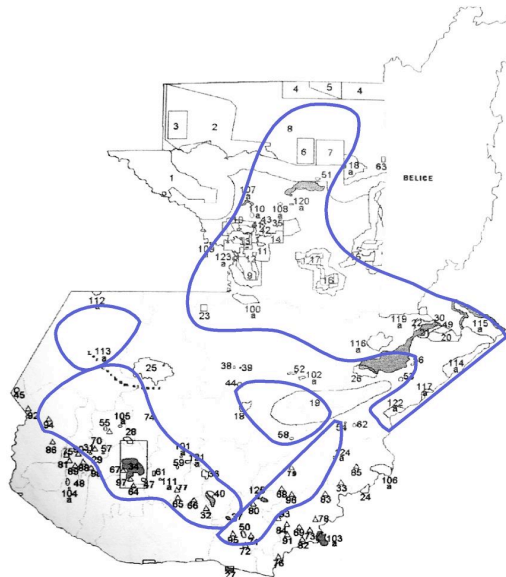
(Campbell y Vannini 1989)

Se compararon las regiones eco-geográficas según mariposas (Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae) con las áreas propuestas por Campbell y Vannini (1989) según anfibios y reptiles (Figura 6). Se encontró que las áreas de mariposas son áreas que abarcan más de un área eco-geográfica, como en el caso de la región eco-geográfica de la Cordillera Volcánica Occidental incluye parte de las áreas Escuintléca, Fuegoense, Jalapense, Chimaltenanguense, Cuchumatana y Chuacus. La región del Bosque Tropical Seco incluye parte de las áreas propuestas por Campbell Fuegoense, Jalapense y Zacapaneca. La región del Bosque Tropical muy húmedo incluye área Merendonense, Miquense, Petenera y Quecchí. La Región de Bosques Nubosos de Huehuetenango está incluida en la región Cuchumatana y Grijalvense. Y el área Sierra de Las Minas incluye la regiones Zacapaneca, Minera y Petenera.

## E. COMPARACIÓN ENTRE LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y LAS ÁREAS DE INTERÉS SEGÚN LAS MARIPOSAS NOCTURNAS

Se comparó lo encontrado en el presente estudio con el mapa de áreas protegidas del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) (Figura 7) (anexo 8), modificado de CONAMA (1999). Se encontró que el área de la Sierra de los Cuchumatanes no hay áreas protegidas establecidas. Esta región aunque presentan propuestas para la formación de áreas protegidas, actualmente no hay alguna definida y están siendo afectadas por la presión del cambio de uso del suelo.

Figura 7. Superposición de regiones eco-geográficas (áreas azules) según mariposas nocturnas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae y el mapa de áreas protegidas SIGAP



(CONAMA 1999) (ver anexo 8)

## IV. DISCUSIÓN

### A. ESTUDIO PANBIOGEOGRÁFICO

Según el estudio realizado, al diagramar las distribuciones de las especies de mariposas nocturnas Sphingidae, Saturniidae y Arctiidae (Pericopinae) identifiqué que el Valle del Motagua no es la barrera geográfica más importante en Guatemala en el caso de estas mariposas nocturnas, como era la hipótesis inicial. Se dibujaron 61 trazos de especies de mariposas que atraviesan el Valle del Motagua por lo que podríamos decir que en el caso de las mariposas nocturnas estudiadas no es una buena barrera (anexo 7). Pero al revisar las especies que se encuentran en solo un borde del valle se conocen 58 especies. Una hipótesis puede ser que en el Pleistoceno el Valle del Motagua pudo haber sido un bosque húmedo, lo que facilitó el paso de especies de un borde al otro, un ejemplo puede ser el de *Automeris macpahili* que únicamente se conoce de la sierra del Caral y el Biotopo del Manatí. Pero luego por variaciones climáticas cambio hasta lo que se conoce hoy como un valle seco y actualmente puede ser considerada una barrera en la distribución de algunos organismos (Schuster, *et al.* 2000). Otra hipótesis puede ser que las mariposas son insectos voladores con amplia movilidad y pueden volar de un área a la otra atravesando el valle del Motagua. Janzen determinó que en Costa Rica los lepidópteros pueden volar de un bosque seco al bosque húmedo (Janzen 2004).

En la Figura 2, se pueden observar trazos aislados, estos trazos son considerados tenues o que no representan algún patrón. Por el contrario hay áreas que hay trazos sólidos, los cuales representan trazos generales. Los trazos generales asumen que las áreas conectadas han tenido una historia biogeográfica común. Entre las áreas unidas por trazos generales se pueden distinguir: 1) Cordillera volcánica occidental, 2) Bosque tropical seco 3) Bosque tropical muy húmedo, 4) Bosques nubosos de Huehuetenango y 5) Sierra de las Minas.

En la Figura 2 los trazos de color rojo, representan trazos oscuros. Estos están marcados, pero no son tan sólidos como los otros. Esto se representa en el área de sierra de Las Minas, en la cual se observa una gran número de trazos que van hacia las áreas montañosas del país. Estos trazos oscuros probablemente muestran que existió una relación, posiblemente que estuvieron unidas, entre parte de la cadena volcánica, con sierra de Las Minas, Cuchumatanes y sierra de Caral, pero actualmente esta relación ya no existe probablemente por el surgimiento de alguna barrera biogeográfica. Esto lo sugieren de igual forma Schuster (2004), Campbell (1989) y Monzón (2018, en preparación). En el caso de sierra de Las Minas y la sierra del Caral el surgimiento del valle seco del Motagua. En la sierra Los Cuchumatanes y sierra de Las Minas se puede deber el valle del río Chixoy. Entre sierra de Las Minas y la cadena volcánica la barrera pudo ser el valle del río Selegua. También está marcado un trazo oscuro que une a Petén con

Huehuetenango, esto puede ser evidencia de que estas regiones tienen una historia biogeográfica común pero de igual forma se vieron interrumpidas probablemente por el valle del río Usumacinta.

## B. ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS (PAE)

En el cladograma (Figura 3) hay 29 localidades que no están en clados bien dilucidados, esto probablemente se deba a que la mayoría de especies colectadas son de amplia distribución. Un ejemplo es *Callionima parce* (Sphingidae) la cual se conoce de Baja Verapaz, Guatemala, Huehuetenango, Izabal, Petén, San Marcos, Santa Rosa, Suchitupéquez y Zacapa. Esto influye en los resultados ya que según Espadas (2003), los organismos ideales para aplicar el Análisis de Parsimonia de Endemismos son los que tienen habilidades de dispersión limitadas y que se especian en forma vicariante.

Al realizar el presente estudio tomé los datos de distribución según los especímenes que se encontraban en la Colección de Artrópodos de la Universidad del Valle de Guatemala. Esto puede presentar problemas ya que existen áreas que han sido poco estudiadas, por lo que el tamaño de la muestra varía, lo que afecta la realización de el PAE, al determinar adherencias de las áreas a un patrón general o a un grupo pequeño (Rosen 1988). También hay que tomar en cuenta que cuando se realizan colectas en el campo la mayoría de los especímenes que son colectados son especies comunes y se necesita más tiempo y esfuerzo para coleccionar especies raras. Especies raras son aquellas con pequeñas poblaciones.

En el cladograma resultante del PAE se pueden definir tres clados bien dilucidados que son: 1) Finca La Firmeza, Punta de Palma, Taxisco, Laguna Lachuá, Teculután, Río Lagartero y Pueblo Nuevo Viñas; 2) Sayaxché, Petén Norte, La Unión y Cerro San Gil abajo; 3) aldea La Fraternidad, Tzucaná, Purulhá, Ciudad de Guatemala, Puerta Parada, Fuentes Georginas, Todos Santos Cuchumatán, Panajachel y Cerro Alux. Estos clados definen áreas ecológicas tomando en cuenta la distribución altitudinal, no dilucida áreas biogeográficas con una historia común. En el caso del primero son localidades a elevaciones a bajo de 1250 msnm, en el segundo son áreas bajas del norte a elevaciones abajo de 1700 msnm y el tercero son localidades a elevaciones altas, arriba de 1600 msnm.

En el presente estudio se utilizó el Análisis de Parsimonia de Endemismos ya que este robustecía al estudio Panbiogeográfico, como lo han realizado con otros taxa por ejemplo *Proculus* (Passalidae) (Schuster 1992). El estudio de especies endémicas es importante, ya que da conocimientos de la evolución de las especies, ayuda en la reconstrucción de la historia biogeográfica del área que ocupan las especies y determinan la vulnerabilidad de la especie a extinguirse. Esta vulnerabilidad está siendo influenciada por la especificidad de hábitat, distribución limitada y la pequeña población que es característica de las especies endémicas (Espadas *et. al* 2003). El inconveniente que se encontró fue que únicamente se conocen cinco especies de mariposas nocturnas (Saturniidae y Sphingidae) endémicas en Guatemala. Se dice que una especie es endémica de una zona determinada si su área de distribución está enteramente confinada a esa

zona. Entre las especies endémicas se encuentran a) *Hylesia hawksi* que es endémica del altiplano central de Guatemala, b) *Xylophanes monzoni* endémica de Huehuetenango y sierra de La Minas (Bosques de encino), c) *Copaxa evelina* endémica de las montañas de Esquipulas, d) *Xylophanes josephina* endémica de Biotopo del Quetzal y las Georginas (bosques nubosos) y e) *Automeris windiana* endémica de Huehuetenango, Las Georginas y sierra de Las Minas (bosques nubosos altos). El tener pocas especies endémicas de mariposas nocturnas, de las familias estudiadas, dificulta definir áreas de endemismo para este análisis. Al analizar PAE con Hening,<sup>86</sup> solo se considera especies compartidas entre al menos un par de comunidades y como la mayoría son especies de amplia distribución, los grupos definidos en el cladograma son un reflejo de áreas ecológicas definidas altitudinalmente.

## C. COMPARACIÓN ENTRE ESTUDIOS BIOGEOGRÁFICOS

Determiné áreas de distribución de ensamblajes particulares, utilizando las mariposas nocturnas de distribución restringida (que solo se conocen de una localidad en Guatemala) (anexo 5) y las áreas determinadas por el estudio Panbiogeográfico que estaban relacionadas por una historia biogeográfica común (Figura 4). Las especies utilizadas en el estudio de distribución restringida son especies que son conocidas solo en una localidad en Guatemala, sin tomar en cuenta que algunas son de amplia distribución en otros países, por ejemplo *Manduca sexta* que es conocida hasta América del Sur. Esto lo hice para robustecer el estudio de Panbiogeografía y así determinar áreas que tienen ensamblajes de especies particulares.

En el presente estudio la información que se tiene no permite trabajar con especies endémicas, ya que solo sabemos de cinco especies endémicas para Guatemala, por lo que se trabajarán con áreas de ensamblajes particulares. Las áreas con ensamblajes particulares las llamaremos eco-regiones y estas se compararán con los resultados del estudio de los pasálidos.

Dibujé las especies de distribución restringida sobre un mapa y las superpuse al mapa de los trazos generalizados del estudio Panbiogeográfico (figuras 2 y 4). Distinguí cinco regiones eco-geográficas. La forma en que se distinguieron las regiones eco-geográficas es bastante básica, pero en este caso es la mejor interpretación que se le pudo dar según los datos disponibles de las distribuciones de las mariposas nocturnas estudiadas. Hay que mencionar que al realizar el presente estudio los puntos dibujados en su mayoría se pueden distinguir como áreas bien estudiadas por los colectores, principalmente áreas de fácil acceso, lo que nos puede dar una idea general de la distribución de las especies. Pero no se pueden hacer distinciones exactas de cuáles son los límites de las regiones según las mariposas nocturnas, de tal forma en este estudio las áreas de interés solo se marcan con formas generales para situar el área no se intenta marcar límites entre una y otra.

Comparé las regiones eco-geográficas encontradas según las mariposas nocturnas con los resultados de los estudios de pasálidos y anfibios y reptiles. El estudio realizado por Schuster *et al.* (2000) dio como resultado un mapa en el cual se determinan área y sub-áreas de endemismo. La comparación entre el mapa de áreas de endemismo del estudio de Schuster *et al.* (2000) y las regiones eco-geográficas según mariposas nocturnas es pertinente, aunque para mariposas nocturnas no se pueden utilizar áreas de endemismo. Esto se debe a que el estudio de Schuster redefinió utilizando endemismo un estudio anterior (Schuster 1985) en el cual había definido áreas bióticas según pasálidos, por lo que son áreas comparables. En el caso del estudio de Campbell (1989), dio modificaciones a las áreas bióticas sugeridas por Stuart (1943, 1957), por lo que también son comparables con las regiones eco-geográficas de mariposas nocturnas.

Al comparar el presente estudio con los resultados de áreas de endemismo de pasálidos (Schuster *et al.* 2000) (anexo 6), encontré que la cordillera volcánica occidental comprende la cadena volcánica, propuestas para pasálidos. Así como la región del Bosque Tropical Seco se asemeja al área de volcán Tecuamburro en pasálidos. La región eco-geográfica de Bosque Tropical Muy Húmedo propuesta por mariposas nocturnas, incluye las áreas propuestas por Schuster de la sierra de Santa Cruz y Chamá y la de la sierra del Merendón. Incorporando además a Petén, y partes bajas de Izabal. Esto se debe que para pasálidos las áreas bajas no son importantes para endemismo, pero para mariposas nocturnas si presentan una historia biogeográfica relacionada. La región de Bosques nubosos de Huehuetenango está incluida en el área de Occidente de sierra Los Cuchumatanes y montañas de Cuilco según pasálidos. La región de sierra de Las Minas incluye parte del área con el mismo nombre identificado por Schuster.

Al comparar las regiones eco-geográficas según mariposas nocturnas con las áreas propuestas por Campbell y Vannini (1989), encontré que el estudio de reptiles y anfibios da áreas mejor delimitadas que las de las mariposas. Como mencione anteriormente únicamente marque con áreas circulares porque no cuento con mas información sobre su distribución. Por lo tanto, la mayoría de las áreas de importancia según mariposas coinciden con más de un área eco-geográfica. Por lo que recomiendo que se continúe con otros estudios similares al presente ya que cuando se tenga un mejor conocimiento de la distribución de más especies de mariposas se podrán reducir estas eco-regiones y posiblemente se puedan definir de mejor manera.

## D. COMPARACIÓN ENTRE LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y LAS ÁREAS DE INTERÉS SEGUN LAS MARIPOSAS NOCTURNAS

Utilizar los estudios biogeográficos en el establecimiento de áreas protegidas es de mucha importancia, debido al concepto denominado complementariedad, surgido en el contexto del diseño de reservas (Margules *et al.* 1988, Pressey *et al.* 1993). Esto quiere decir que si tenemos una región con una alta diversidad beta (es decir, que la composición de especies de los sitios que forman región es diferente),

la complementariedad de los sitios es alta, por lo que se necesitan una serie de reservas para proteger un alto porcentaje de las especies (Rodríguez 1999). Las PAE se han propuesto como una forma rápida y precisa para seleccionar áreas para conservación (Posadas 1996 en Espada *et al.* 2003).

Al superponer las regiones eco-geográficas encontradas según mariposas nocturnas, con el mapa de áreas protegidas de Guatemala (anexo 8) se puede notar que existen áreas que no están cubiertas. El área de Los Cuchumatanes es un área que tiene una historia biogeográfica diferente a las otras cuatro regiones eco-geográficas encontradas. Se piensa que es muy importante conservar esta área, ya que al tener historias biogeográficas diferentes deben de tener características diferentes que es indispensable tomar en cuenta en la conservación de ecosistemas. Actualmente esta área está siendo amenazada por el avance de la frontera agrícola y el cambio de uso del suelo.

## V. CONCLUSIONES

### A. ESTUDIO PANBIOGEOGRÁFICO

La hipótesis de que el Valle del Motagua es la barrera geográfica más importante para la distribución de mariposas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae (Arctiidae) en Guatemala no se comprobó mediante el presente estudio.

### B. ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMISMOS

Los cladogramas resultantes del PAE de mariposas nocturnas define localidades por áreas ecológicas altitudinales no por áreas biogeográficas con una historia común. Esto se debe a que las mariposas nocturnas de las familias Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae (Arctiidae) presentan pocas especies endémicas conocidas en Guatemala. Por lo que este análisis no aporta resultados al estudio biogeográfico.

### C. COMPARACIÓN ENTRE ESTUDIOS BIOGEOGRÁFICOS

Se identificaron cinco regiones eco-biogeográficas según las mariposas nocturnas Sphingidae, Saturniidae y Pericopinae (Arctiidae) en Guatemala. Al comparar las regiones eco-biogeográficas con las de endemismo de pasálidos coincidieron la regiones de sierra Los Cuchumatanes, Cadena Volcánica, sierra de Las Minas y volcán Tecuamburro. En la región de Bosque Tropical Muy Húmedo incluye las áreas bajas del norte del país. Al comparar las áreas de importancia de mariposas con las áreas propuestas según reptiles y anfibios. Se encontró que la regiones eco-geográficas según mariposas nocturnas son muy generales ya que abarcan más de una región eco-geográfica según reptiles y anfibios.

### D. COMPARACIÓN ENTRE LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y LAS ÁREAS DE INTERES SEGUN LAS MARIPOSAS NOCTURNAS

Las cinco regiones eco-geográficas identificadas por mariposas nocturnas que se identificaron en el presente trabajo, el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas no tiene áreas protegidas en una de ellas. La región eco-geográfica que no tiene áreas protegidas son los Bosques Nubosos de Huehuetenango esta es una región que es indispensable establecer áreas de protección.

## VI. LITERATURA CITADA

- Campbell, Jonathan Atwood. 1983. *The biogeography of the cloud forest herpetofauna of Middle America with special reference to the Sierra de Las Minas of Guatemala*. Tesis Universidad de Kansas. Kansas. 322 págs.
- Campbell, Jonathan; y J. P. Vannini. 1989. «Distribution of amphibians and reptiles in Guatemala and Belize». *Proceeding Western Foundation of Vertebrate Zoology* [Estados Unidos]. 4 (1):1-21.
- Covell, Charles, Jr. 1984. *A field guide to the moths of eastern North America*. Houghton Mifflin Co., Boston. 496 págs.
- Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). 1999. *Estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad Guatemala*. Guatemala: Talleres gráficos de Editorial Serviprensa. 90 págs.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). 1996. *Ley de áreas protegidas y su reglamento decreto 4-89*. 5ª ed. Litho impresiones de Guatemala. 68 págs.
- Espadas, Manrique; R. Durán y J. Argaez. 2003. «Phytogeographic analysis of taxa endemic to the Yucatán Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic method and Parsimony Analysis of Endemicity». *Diversity and Distribution* [Estados Unidos]. 9:313-330.
- Farris, James. 1988. *Hennig 86 version 1.5*. Port Jeferson, New York: publicado por el autor. 36 págs.
- Hodges, Ronald. 1974. *Gelechioidea: Oecophoridae: Depressariinae, Peleopodinae, Oecophorinae, Chimabachinae*. Fascicle 6.2. In: R. B. Dominick, D. C. Ferguson, J. G. Franclemont, R. W. Hodges and E.G. Munroe, (editors). *The Moths of North America north of Mexico*. E. W. Classey Ltd. And the Wedge Entomological Research Foundation, London. 166 págs.
- Humphries, Christopher; y O. Seberg. 1989. «*Graphs and generalized tracks: some comments on method*». *Systematic Zoology*. 38:69-76.

- Humphries, Christopher; y L. R. Parenti. 1999. *Cladistic biogeography. Interpreting patterns of plant and animals distributions*. 2ed. Oxford: Oxford University Press. 187 págs.
- Janzen, Daniel. 2004. *Ecology of dry forest wildland insects in the Area de Conservación Guanacaste*. Biodiversity Conservation in Costa Rica, eds. Frankie, G. W., Mata, A. and Vinson, S. B. Berkeley, California: University of California Press. 96 págs.
- Margules, Cris; A. O. Nicholls y R. L. Pressey. 1988. «Selecting networks of reserves to maximize biological diversity». *Biological Conservation*. 43 (1): 63-76.
- Martín-Piera, Fermin; e I. Sanmartín. 1999. Biogeografía de áreas y biogeografía de artrópodos holárticos y mediterráneos. Evolución y Filogenia de Artrópodos. Sociedad entomológica aragonesa (Ed.). Volumen monográfico extraordinario de la SeA: *Boletín de la Sociedad entomológica aragonesa* [Zaragoza]. (21): 535-560.
- Monzón, Jose; A. C. Bailey y J. C. Schuster. 1999. «*Relaciones biogeográficas entre los bosques nubosos de Guatemala, utilizando coleópteros (Cerambycidae y Scarabaeoidea) como indicadores para fines de priorización en la conservación*». Informe final proyecto número 3-97 CONCYT, Guatemala. 146 págs.
- Monzón, José; M. Barrios y A. C. Bailey. 2003. «Las familias Saturniidae, Arctiidae y Sphingidae (Lepidoptera): sistemática, diversidad, distribución, implicaciones para la conservación y para la determinación de zonas de vida especiales en Guatemala». Informe final proyecto número 43-00 CONCYT, Guatemala. 85 págs.
- Monzón, José. 2018. «El género *Chrysina* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Guatemala: taxonomía, Biogeografía e implicaciones para la conservación». En preparación.
- Morón, Miguel Angel; y R. A. Terrón. 1988. *Entomología Práctica*. México D. F.: Instituto de Ecología, A. C. 504 págs.
- Morrone, Juan. 2000. «Between the taunt and the eulogy: Leon Croizat and the panbiogeography». *Interciencia* [Venezuela]. 25 (1): 41-47.

- Morrone, Juan; y J. Márquez. 2001. «Halfiter's Mexican Transition zone, beetle generalized tracks, and geographical homology». *Journal of Biogeography*. 28 (5):635-650.
- Pressey, Robert; *et al.* 1993. «Beyond opportunism: key principles for systematic reserve selection». *Trends in Ecology and Evolution* [Cambridge, MA]. 8 (4):124-128.
- Rodríguez, Pilar. 1999. *Megadiversidad, diversidad beta y conservación de los mamíferos de México*. <http://www.guanabios.org/circular/1-10/1-10-37.html> [3 de noviembre 2003].
- Rosen, Bruce. 1988. «From fossils to earth history: Applied historical biogeography». In *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions*. A. A. Myers y P. Giller (eds.). London: Chapman and Hall. 437–481.
- Schmidt, Karl; y L. C. Stuart. 1941. «The herpetological fauna of the Salamá Basin, Baja Verapaz, Guatemala». *Field Museum of Natural History, Zoological series* [Chicago]. 24 (21): 233-47.
- Schuster, Jack. 1985. «Pasálidos como indicadores de áreas bióticas para el establecimiento de reservas biológicas». *Memorias Primer Cong. Nacional de Biología, Guatemala*. págs. 161-169.
- Schuster, Jack. 1992. «Biotic areas and the distribution of Passalid beetles (Coleoptera) in Northern Central America; post-Pleistocene montane refuges. In: *Biogeography of Mesoamerica*». Proc. of a Symposium: Mérida, Yuc., México. Tulane University, Tulane. págs. 285-292.
- Schuster, Jack. 1998. «Chemical prospecting: An evolutionary-biogeographical approach using mesoamerican cloud forests as an example». *Pure and Applied Chemistry*. 70 (11): 2112.
- Schuster, Jack; E. B. Cano y J. Monzón. 1999. «La historia geológica de Centroamérica Nuclear inferida con base en el análisis fenético de áreas biogeográficas y relaciones filogenéticas de pasálidos (Passalidae), Phyllophaga y Plusiotis (Scarabaeidae)». En: *Memorias de IV Reunión Latino-Americana de Scarabaeoidología*, julio 10-18, Vicosa M. G., Brasil. págs. 49.

- Schuster, Jack; E. B. Cano y C. Cardona. 2000. «Un método sencillo para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala, usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores». *Acta Zool. Mex.* (nueva serie) 80:197-209.
- Schuster, Jack; E. B. Cano y P. Reyes-Castillo. 2003. «Proculus, giant latin-american passalids: revision, phylogeny and biogeography». *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 90: 281-306.
- Schuster, Jack; y E. B. Cano. 2004. «*La distribución mesoamericana de montaña: síntesis de Passalidae (Col. Scarabaeoidea) para Mesoamérica nuclear*». En: *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines*. Primeras jornadas biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES XII.I-CYTED). J. Llorente & J.J. Morrone (eds.). Facultad de Ciencias, UNAM, México. págs. 257-268.
- Saunders, J. L., D. T. Coto y A. B. S. King. 1998. «Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central». *Serie Técnica, Manual Técnico No. 29*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 305 págs.

## VII. ANEXOS

- Anexo 1. Trampa de luz
- Anexo 2. Localidades de colecta de mariposas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae (Arctiidae)
- Anexo 3. Mapas de distribución de las mariposas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae (Arctiidae)
- Anexo 4. Mapas de superposición de trazos individuales y generales por familia de Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae (Arctiidae)
- Anexo 5. Especies que solo se conocen de una localidad en Guatemala, de las familias Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae (Arctiidae)
- Anexo 6. Mapa de áreas y sub-áreas de endemismo de Mesoamérica nuclear basado en la distribución de pasálidos
- Anexo 7. Especies de mariposas (Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae) con distribuciones próximas al valle del Motagua
- Anexo 8. Áreas protegidas de Guatemala
- Anexo 9. Matriz especie-lugar de las mariposas Saturniidae, Sphingidae y Pericopinae (Arctiidae)

## ANEXO 1. TRAMPA DE LUZ

La trampa de luz es un tipo de trampa basada en atracción a la luz que caracteriza a los adultos de muchas especies nocturnas y crepusculares de insectos. Para coleccionar las mariposas nocturnas se emplea la trampa de luz estilo pantalla, que permite seleccionar a los insectos de interés que se posan en la manta. En esta trampa se puede utilizar luz fluorescente o ultravioleta, o luz de vapor de mercurio, por separado o combinadas, ya que las longitudes de onda que emiten son bastante diferentes y no siempre tiene el mismo efecto en todos los insectos (Morón *et al.* 1988).



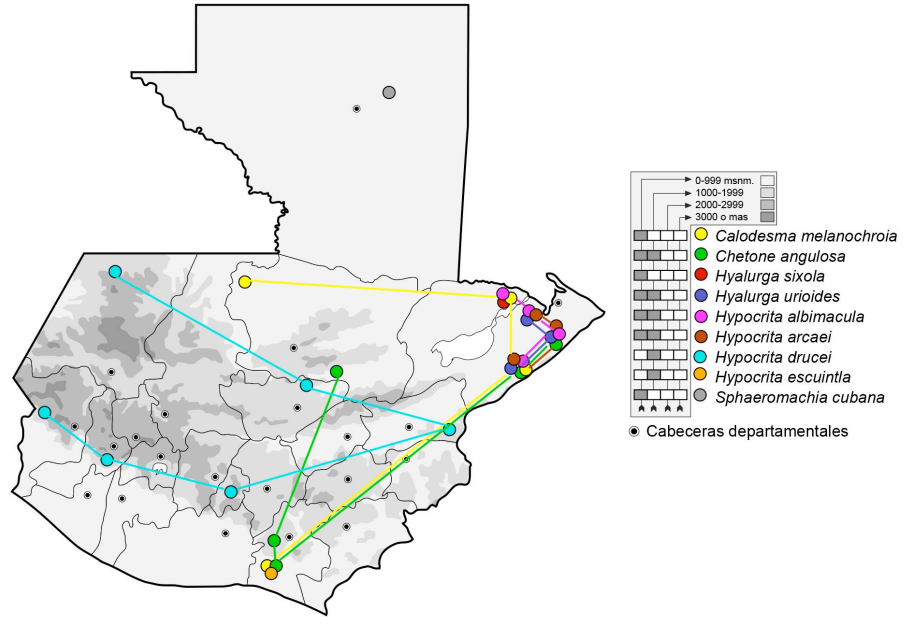
**ANEXO 2. LOCALIDADES DE COLECTA DE MARIPOSAS  
NOCTURNAS SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y  
PERICOPINAE**

NÚMERO	DEPARTAMENTO	LOCALIDAD	ALTURA (m alt.)
1	Alta Verapáz	Rabinal	1000
2	Alta Verapáz	Santa Lucía Lachúa	175
3	Alta Verapáz	Senahú, finca El Volcán	1200
4	Alta Verapáz	Tucurú, 2 km norte finca El Salto	
5	Baja Verapáz	Chilasco	1700
6	Baja Verapáz	Purulhá	1600
7	Chiquimula	Noreste de Esquipulas, pueblo Cafetales	1500
8	Chiquimula	Plan de La Arada	1500
9	El Progreso	Cerro Piñalón, arriba Los Albores	2500
10	Escuintla	Finca Medio Monte	500
11	Escuintla	Volcán de Agua, finca La Eminencia	1400
12	Guatemala	Amatitlán	
13	Guatemala	Ciudad de Guatemala	1500
14	Sta. Catarina Pinula	Puerta Parada	1900
15	Huehuetenango	3 km este de Chiantla, Turicentro El Valle	2000
16	Huehuetenango	Barillas, aldea Malpais	1300
17	Huehuetenango	Bulej	2000
18	Huehuetenango	Ixcansan	1600
19	Huehuetenango	Chiantla, Pepajau, Magdalena	2200
20	Huehuetenango	La Democracia	1000
21	Huehuetenango	meseta Cuchumatanes, hacienda Chancol	3200
22	Huehuetenango	Montañas de Cuilco	2865
23	Huehuetenango	Nentón, río Lagartero, finca El Zapote	500
24	Huehuetenango	San Mateo Ixtatán	2500
25	Huehuetenango	San Pedro Necta, finca La Providencia	1524-2000
26	Huehuetenango	Cerro Cruz Maltín, Aldea Crinolina, Sn. Pedro Soloma	1600-1900
27	Huehuetenango	Todos Santos Cuchumatán	2470
28	Izabal	Finca Semuc	500
29	Izabal	Livingston, Punta de Palma	10
30	Izabal	Livingston, Biotopo del Manatí	24
31	Izabal	Morales, sierra del Caral, finca Firmeza abajo	450-999
32	Izabal	Morales, sierra del Caral, finca Firmeza arriba	1000-1250
33	Izabal	Cerro San Gil	240-999
34	Izabal	Cerro San Gil	1000
35	Jalapa	Mataquescuintla	
36	Petén	Norte de Petén	400
37	Petén	Sayaxché	120-500
38	Quetzaltenango	Meseta	
39	Quetzaltenango	Boca costa	

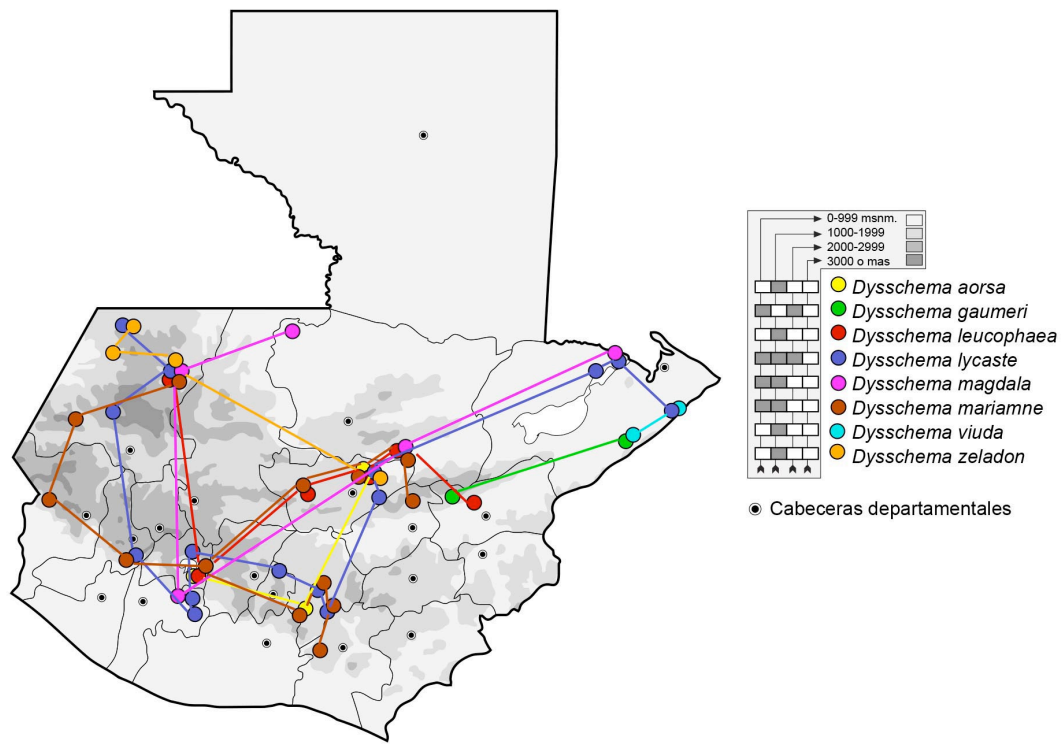
NÚMERO	DEPARTAMENTO	LOCALIDAD	ALTURA (m alt.)
40	Quetzaltenango	Fuentes Georginas	200-2750
41	Retalhuleu	Retalhuleu	240
42	Sacatepéquez	Antigua Guatemala	1600
43	Sacatepéquez	Cerro Alux	2000-2200
44	San Marcos	La Fraternidad	1900
45	San Marcos	La Feria-Bojonal	1550
46	Santa Catarina Pinula	Carretera a El Salvador	1700
47	Santa Rosa	Barberena, El Cernal	1000
48	Santa Rosa	Pueblo Nuevo Viñas	1800-1900
49	Santa Rosa	Taxisco, finca Buenos Aires	800
50	Sololá	Panajachel	1500
51	Sololá	Santa María Visitación	2100
52	Suchitepéquez	Suchitepéquez	
52	Suchitepéquez	Volcán Atitlán, finca Mocá	1200-1600
53	Zacapa	Sierra de Las Minas, Usumatlán, finca Santa Clara	471-2700
54	Zacapa	Norte de la Unión	1200-1700
55	Zacapa	San Lorenzo, arriba Río Hondo, sierra de Las Minas	500-2000

# ANEXO 3. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DE MARIPOSAS NOCTURNAS SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y PERICOPINAE

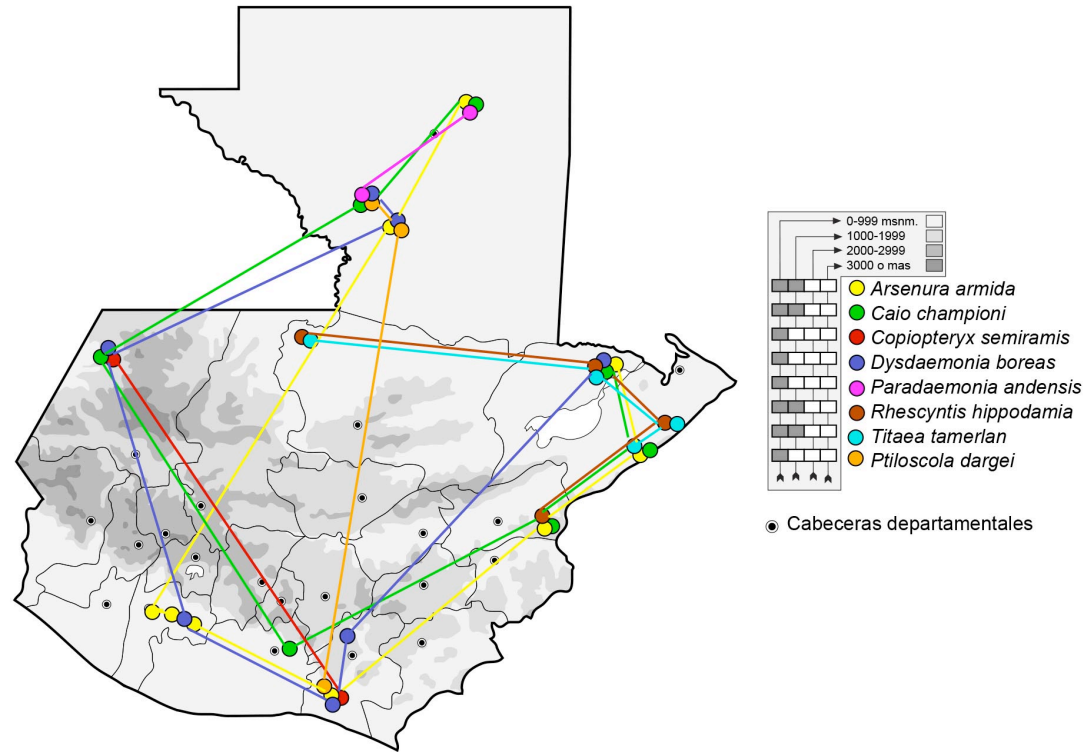
Mapa 1. Distribución de los géneros *Calodesma*, *Chetone*, *Hyalurga*, *Hypocrita* y *Sphaeromachia* (Pericopinae, Arctiidae) en Guatemala



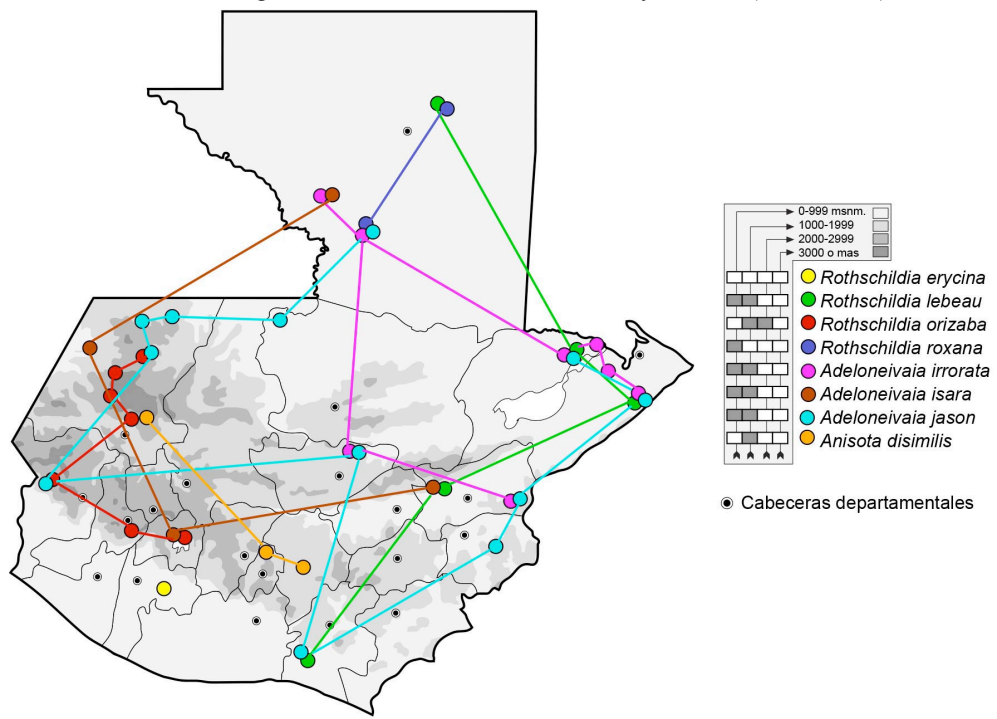
Mapa 2. Distribución del género *Dysschema* (Pericopinae, Arctiidae) en Guatemala



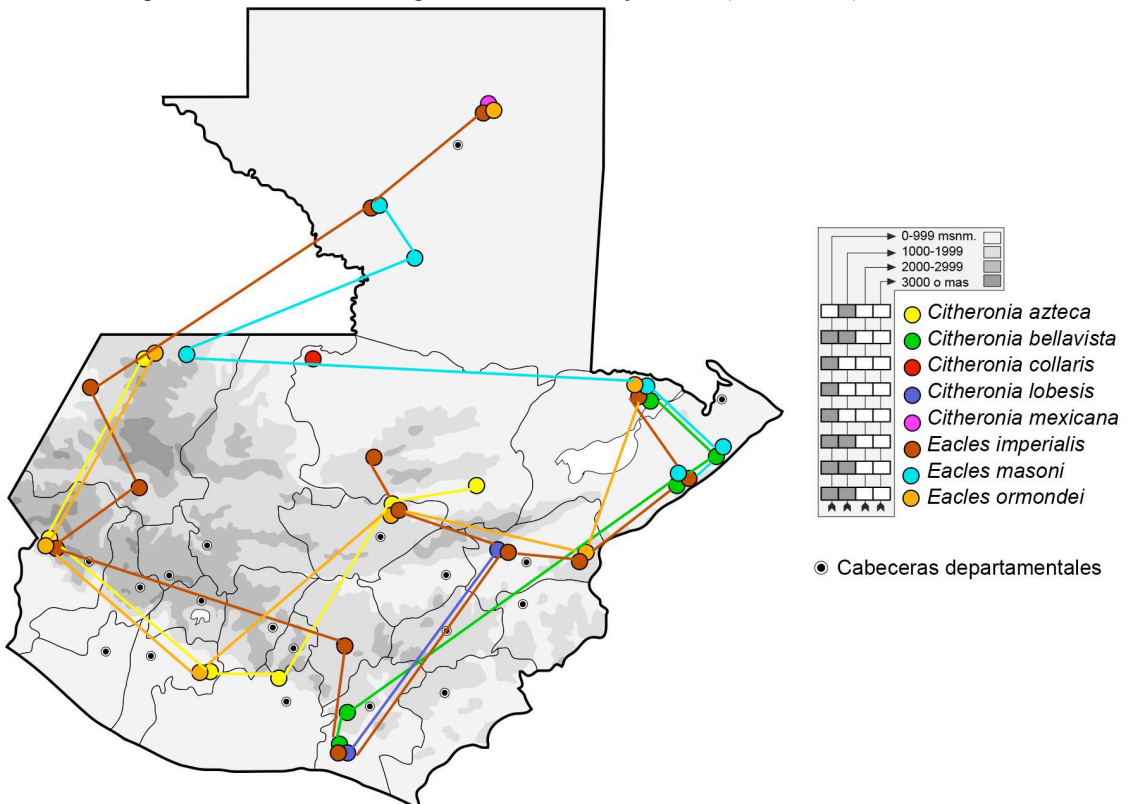
Mapa 3. Distribución de los géneros *Arsenura*, *Caio*, *Copiopteryx*, *Dysdaemonia*, *Paradaemonia*, *Rhescynthis*, *Titaea* y *Ptiloscola* (Saturniidae) en Guatemala



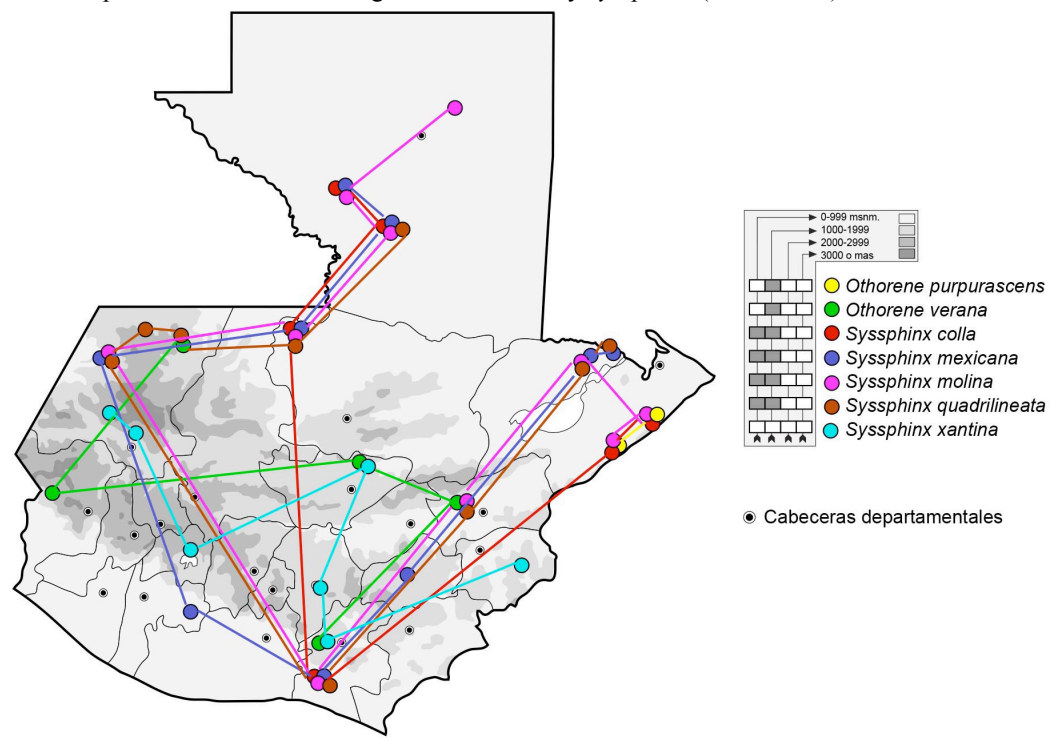
Mapa 4. Distribución de los géneros *Rothschildia*, *Adeloneivaia* y *Anisota* (Saturniidae) en Guatemala



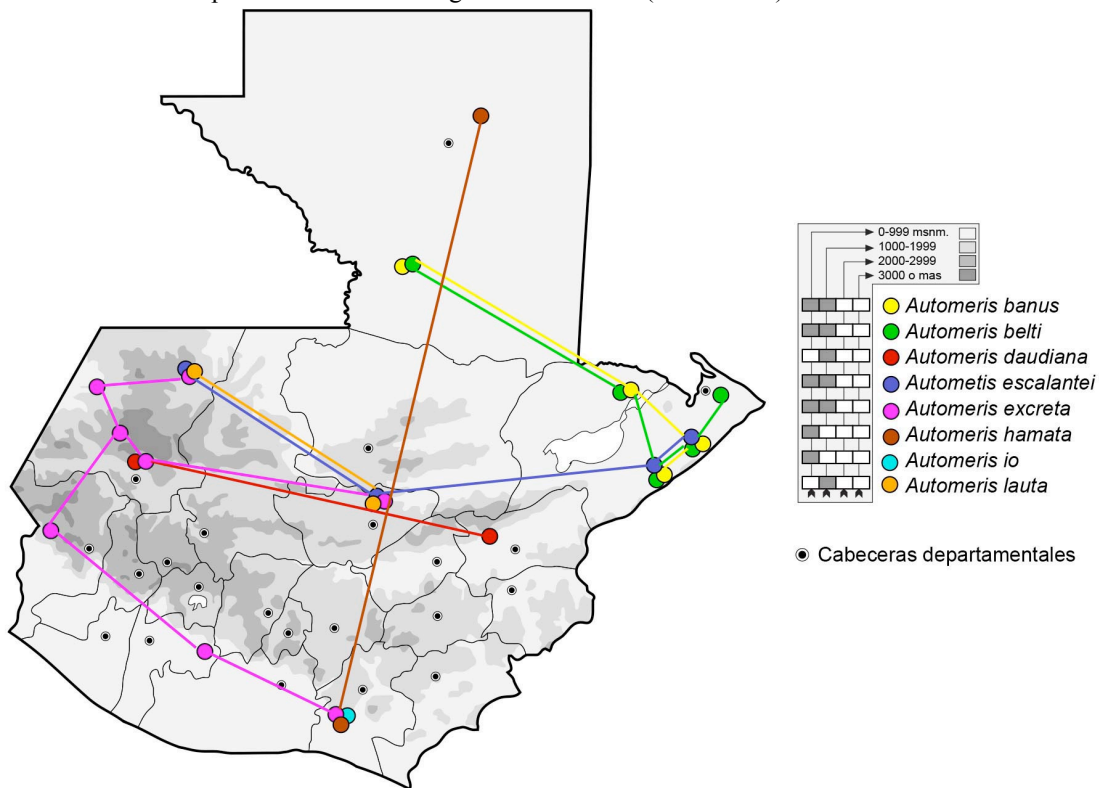
Mapa 5. Distribución de los géneros *Citheronia* y *Eacles* (Saturniidae) en Guatemala



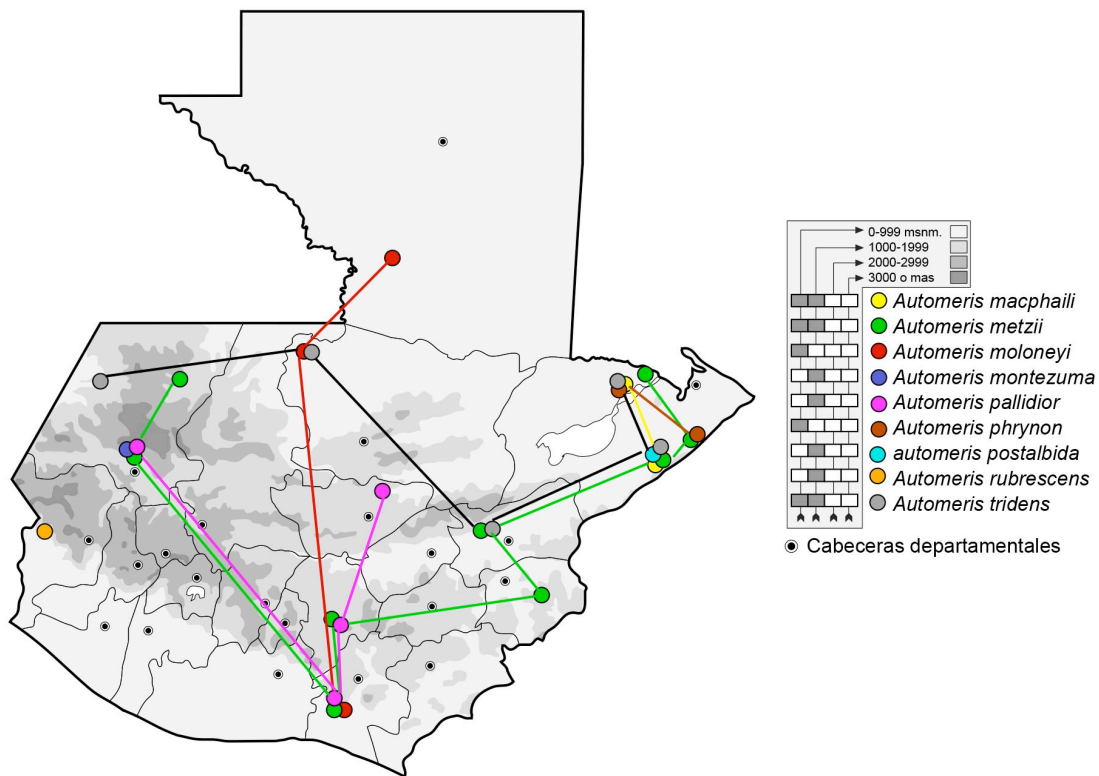
Mapa 6. Distribución de los géneros *Othorene* y *Syssphinx* (Saturniidae) en Guatemala



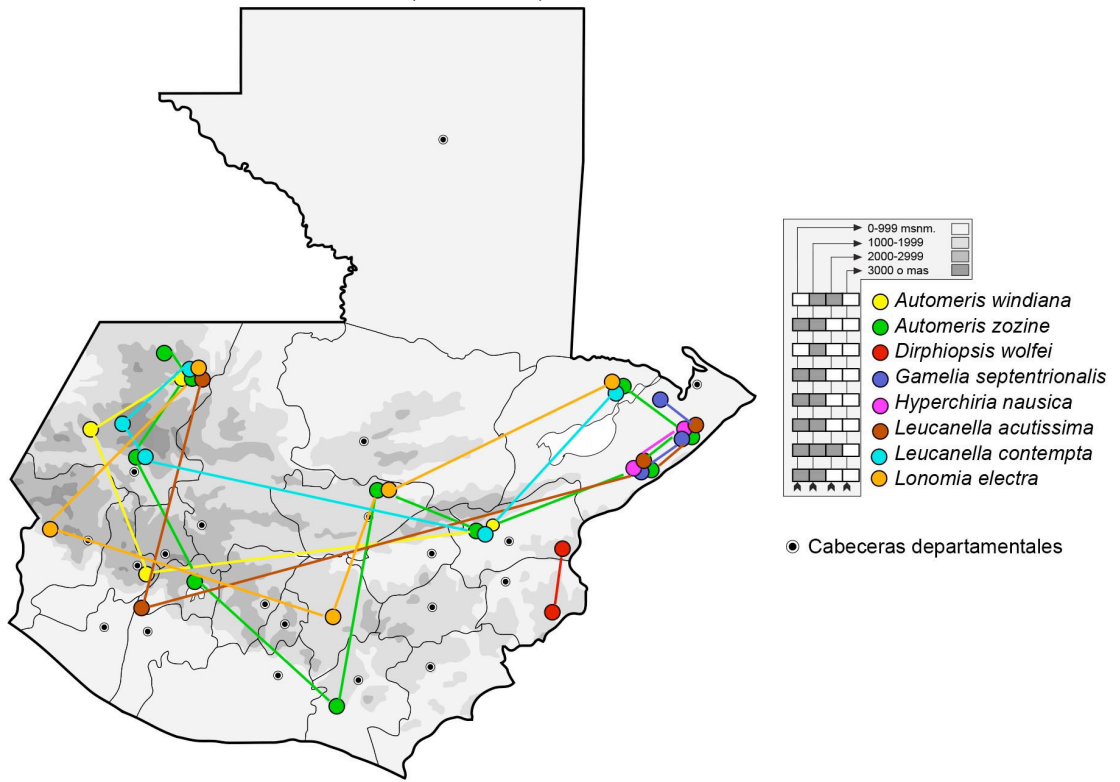
Mapa 7. Distribución del género *Automeris* (Saturniidae) en Guatemala



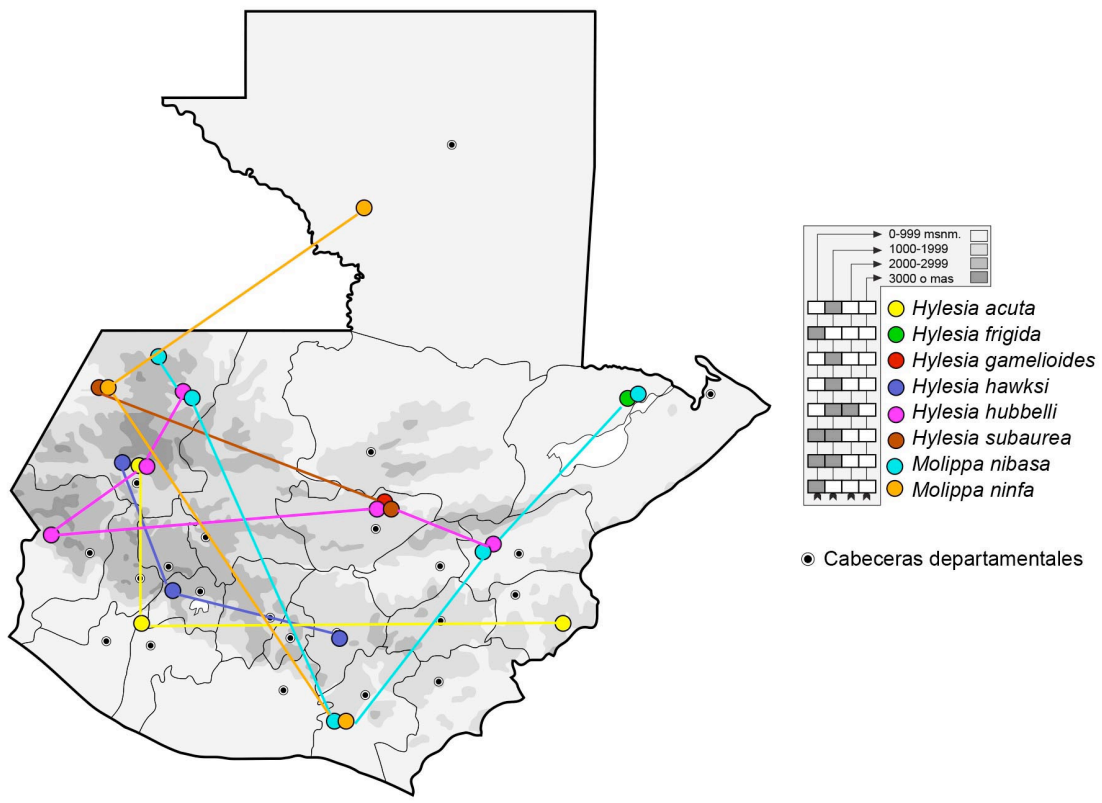
Mapa 8. Distribución del género *Automeris* (Saturniidae) en Guatemala



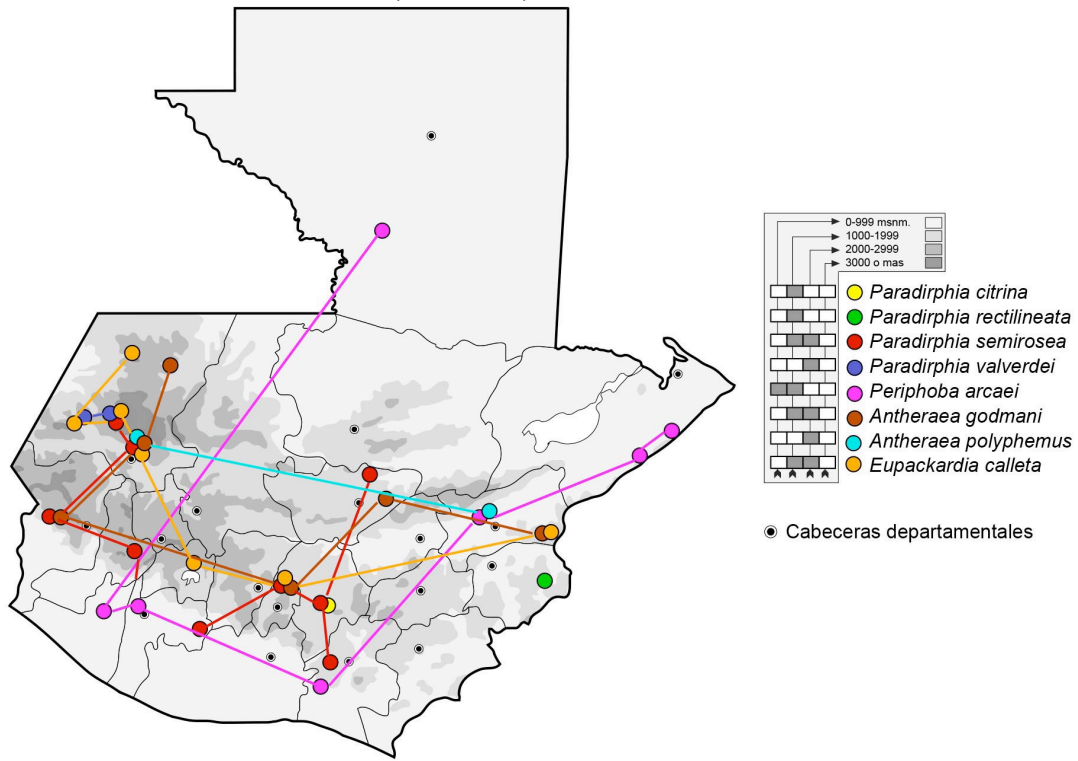
Mapa 9. Distribución de los géneros *Automeris*, *Dirphiopsis*, *Gamelia*, *Hyperchiria*, *Leucanella* y *Lonomia* (Saturniidae) en Guatemala



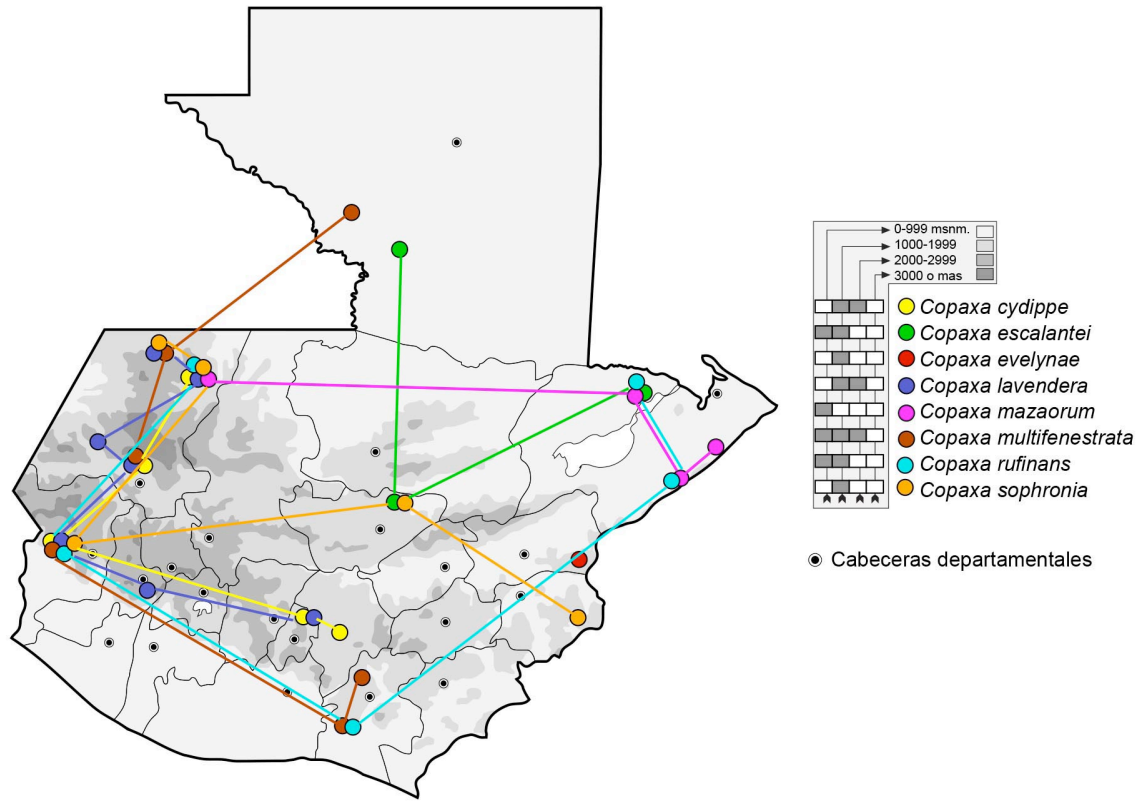
Mapa 10. Distribución de los géneros *Hylesia* y *Molippa* (Saturniidae) en Guatemala



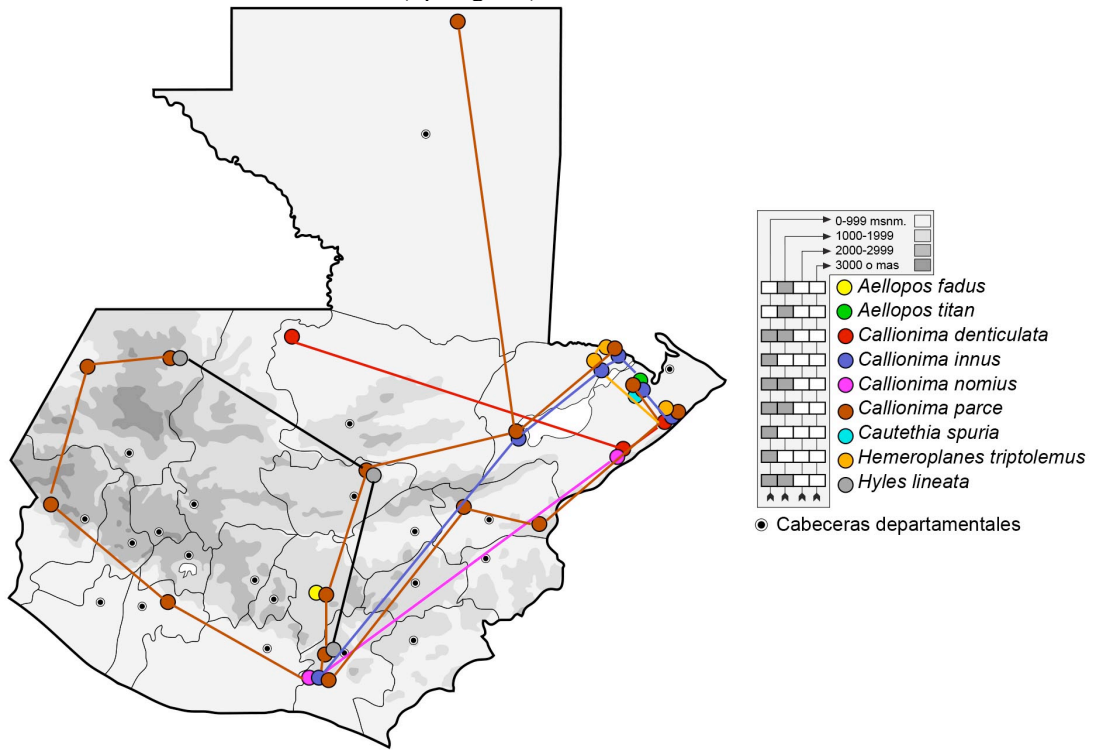
Mapa 11. Distribución de los géneros *Paradirphia*, *Periphoba*, *Antheraea* y *Eupackardia* (Saturniidae) en Guatemala



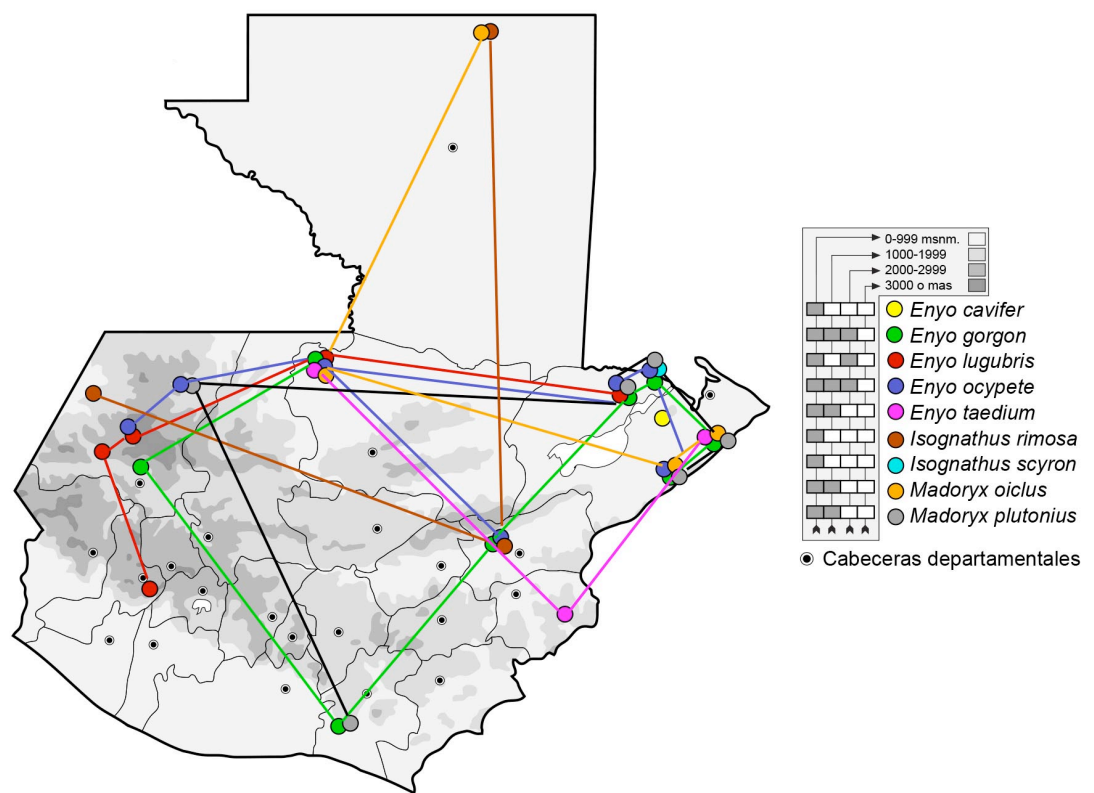
Mapa 12. Distribución del género *Copaxa* (Saturniidae) en Guatemala



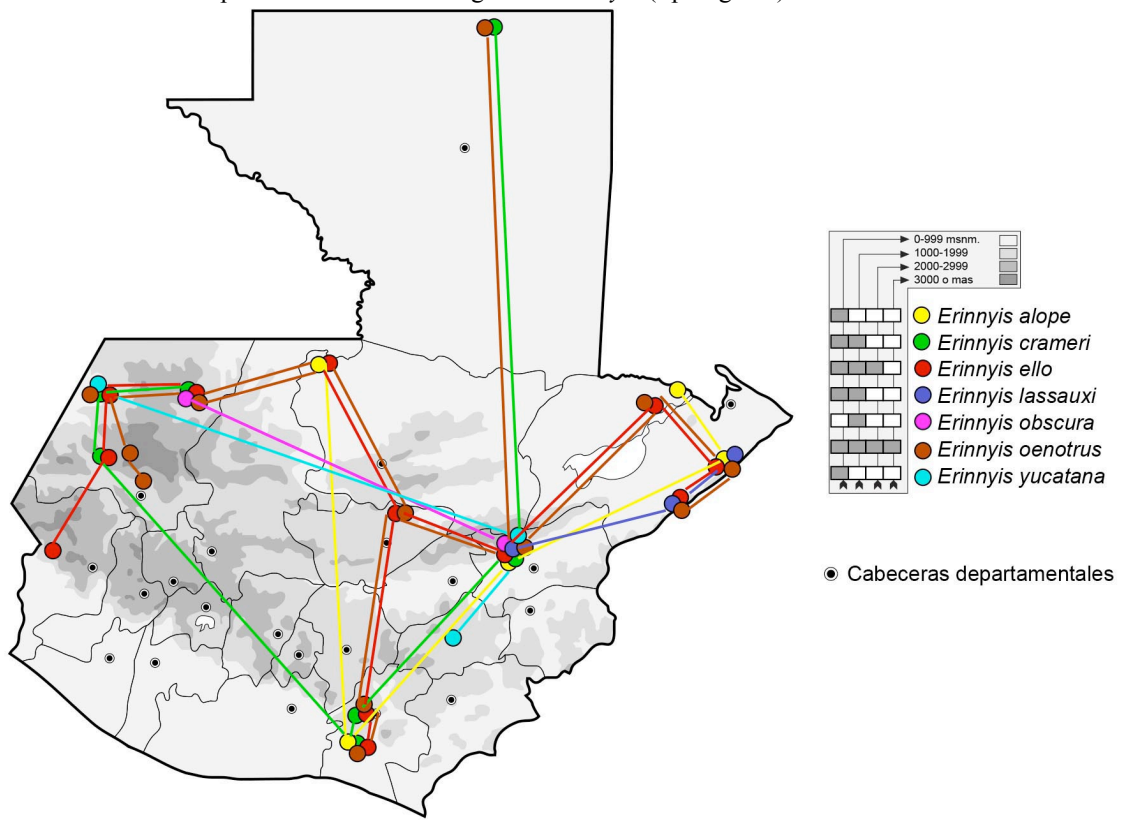
Mapa 13. Distribución de los géneros *Aellopos*, *Callionima*, *Cautethia*, *Hemeroplanes* e *Hyles* (Sphingidae) en Guatemala



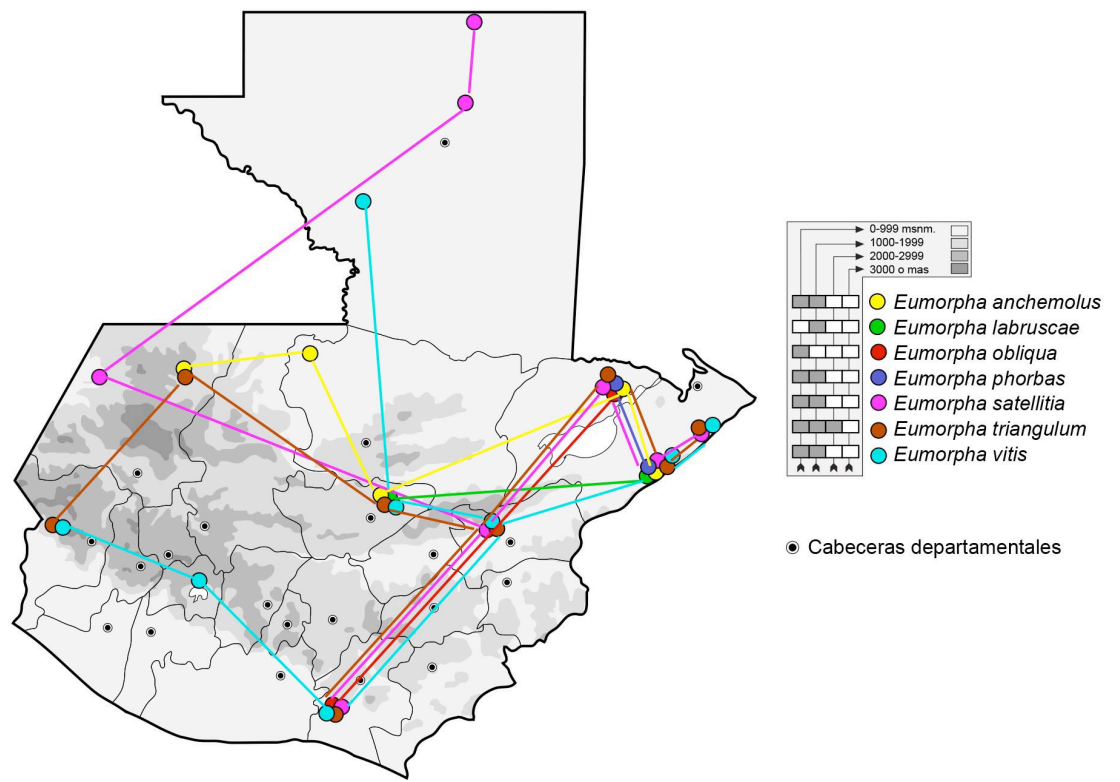
Mapa 14. Distribución de los géneros *Enyo*, *Isognathus* y *Madoryx* (Sphingidae) en Guatemala



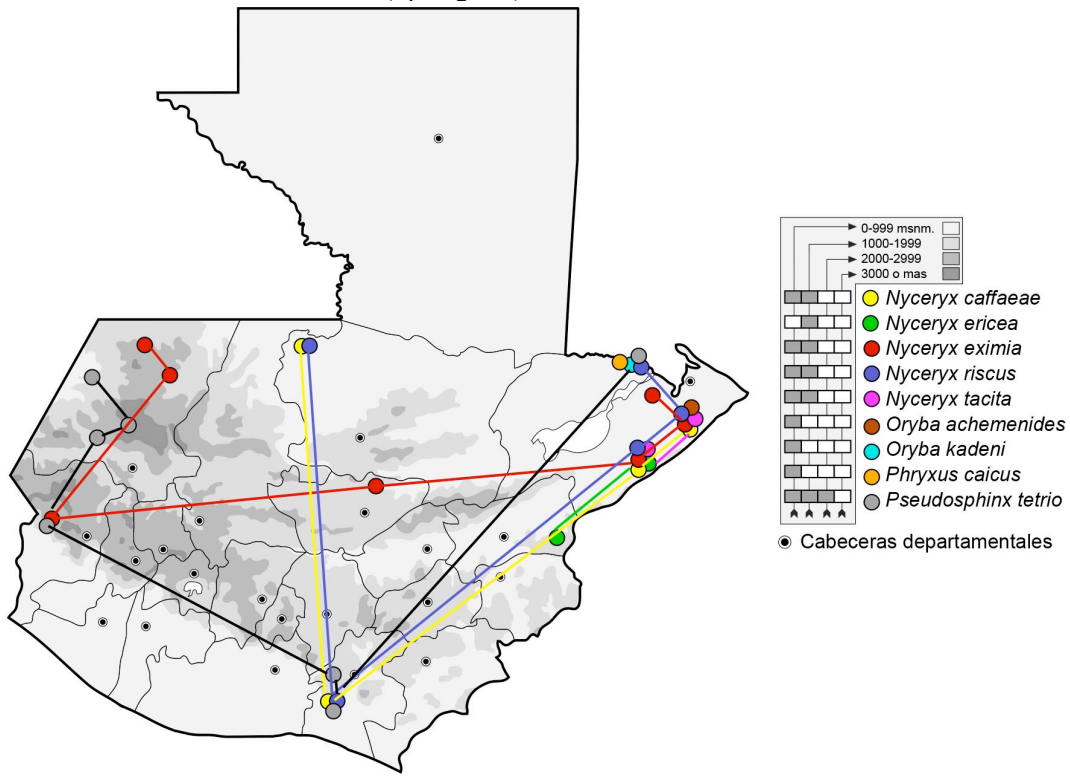
Mapa 15. Distribución del género *Erinnyis* (Sphingidae) en Guatemala



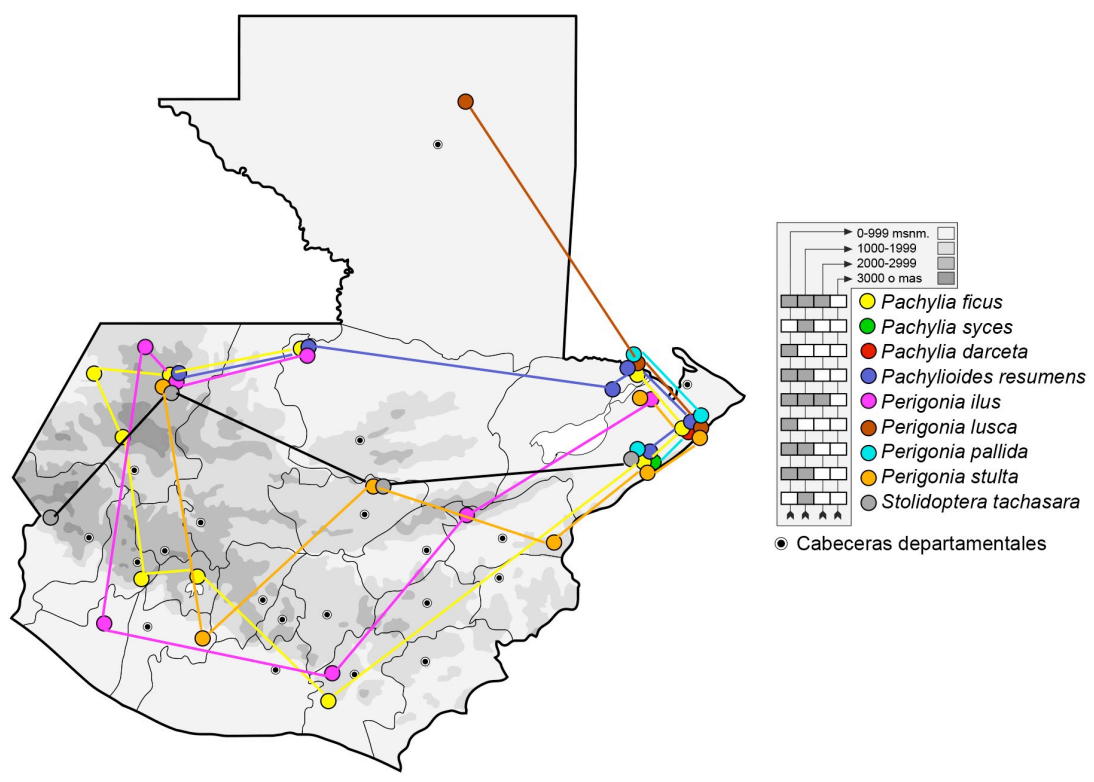
Mapa 16. Distribución del género *Eumorpha* (Sphingidae) en Guatemala



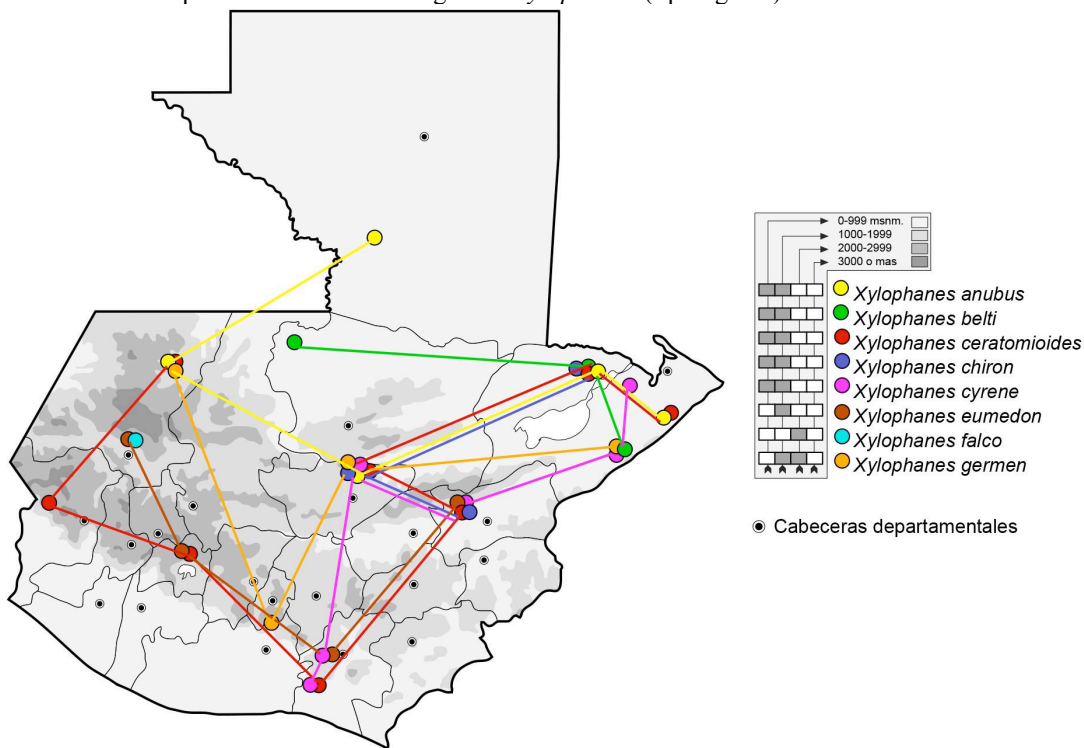
Mapa 17. Distribución de los géneros *Nyceryx*, *Oryba*, *Phryxus* y *Pseudosphinx* (Sphingidae) en Guatemala



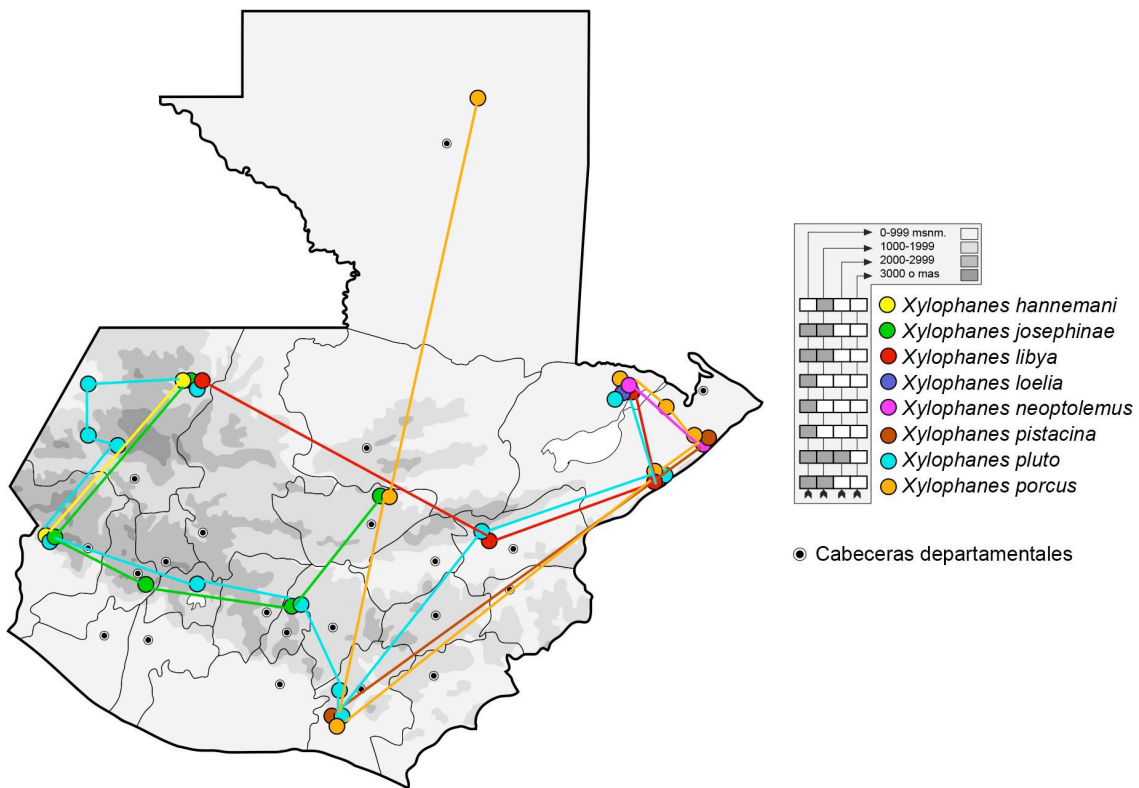
Mapa 18. Distribución de los géneros *Pachylia*, *Perigonia* y *Stolidoptera* (Sphingidae) en Guatemala



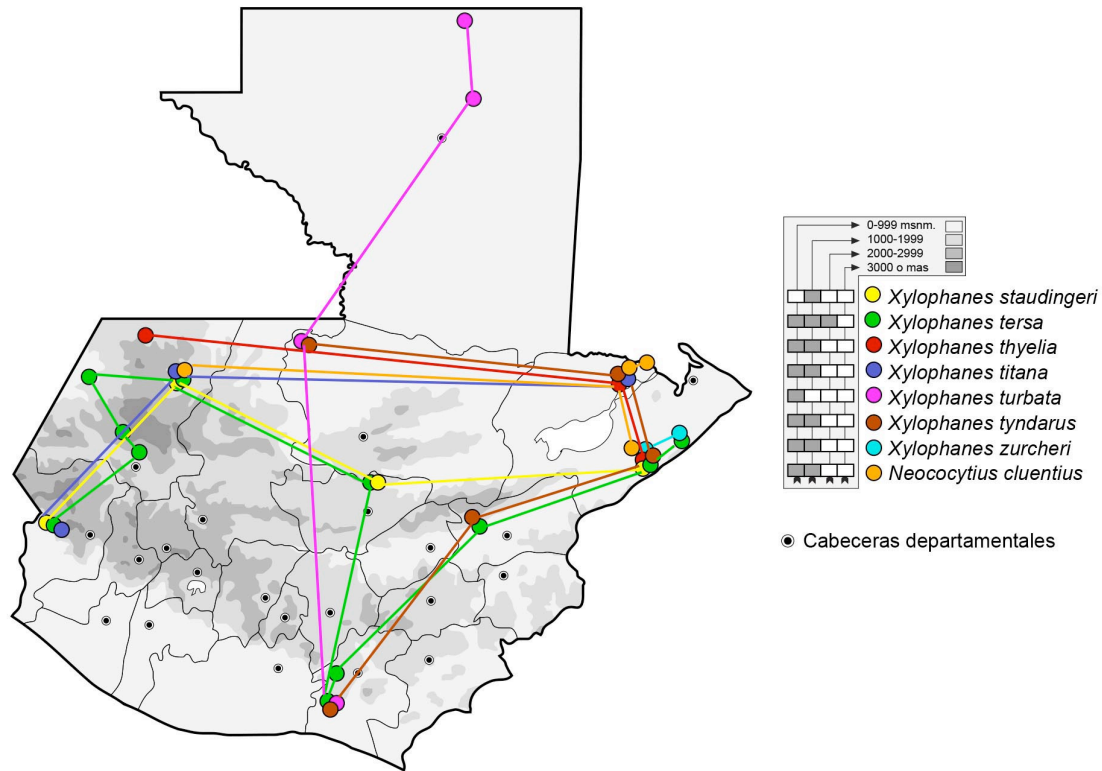
Mapa 19. Distribución del género *Xylophanes* (Sphingidae) en Guatemala



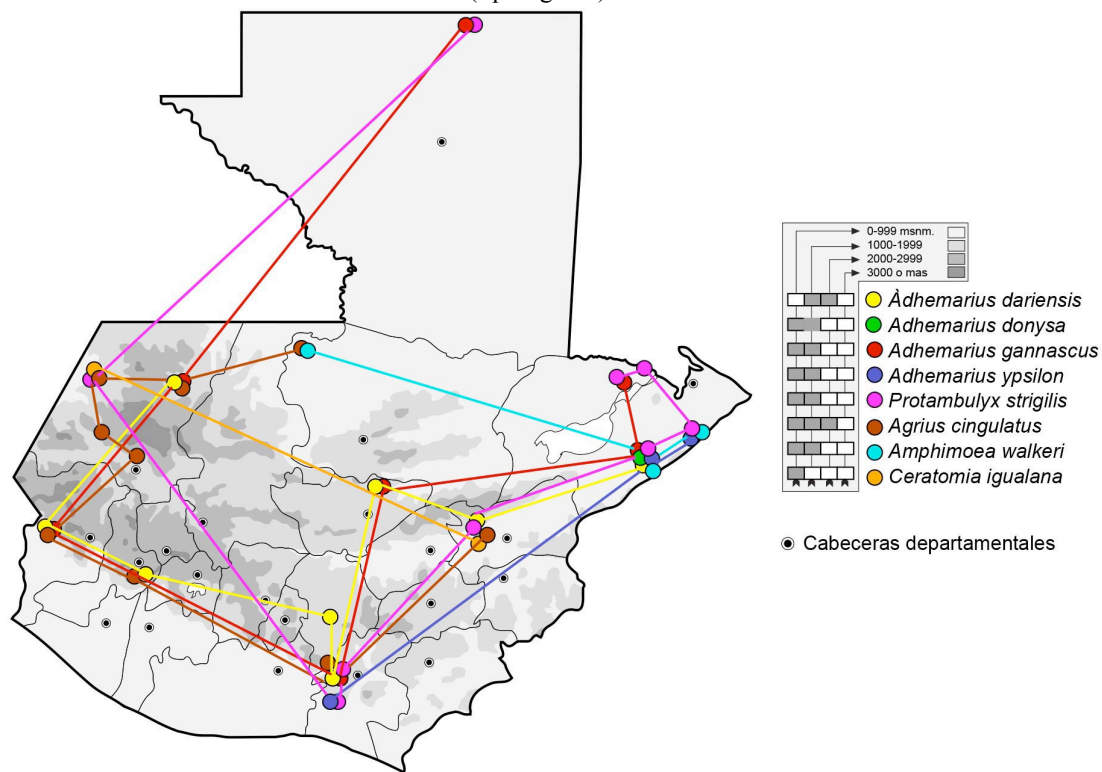
Mapa 20. Distribución del género *Xylophanes* (Sphingidae) en Guatemala



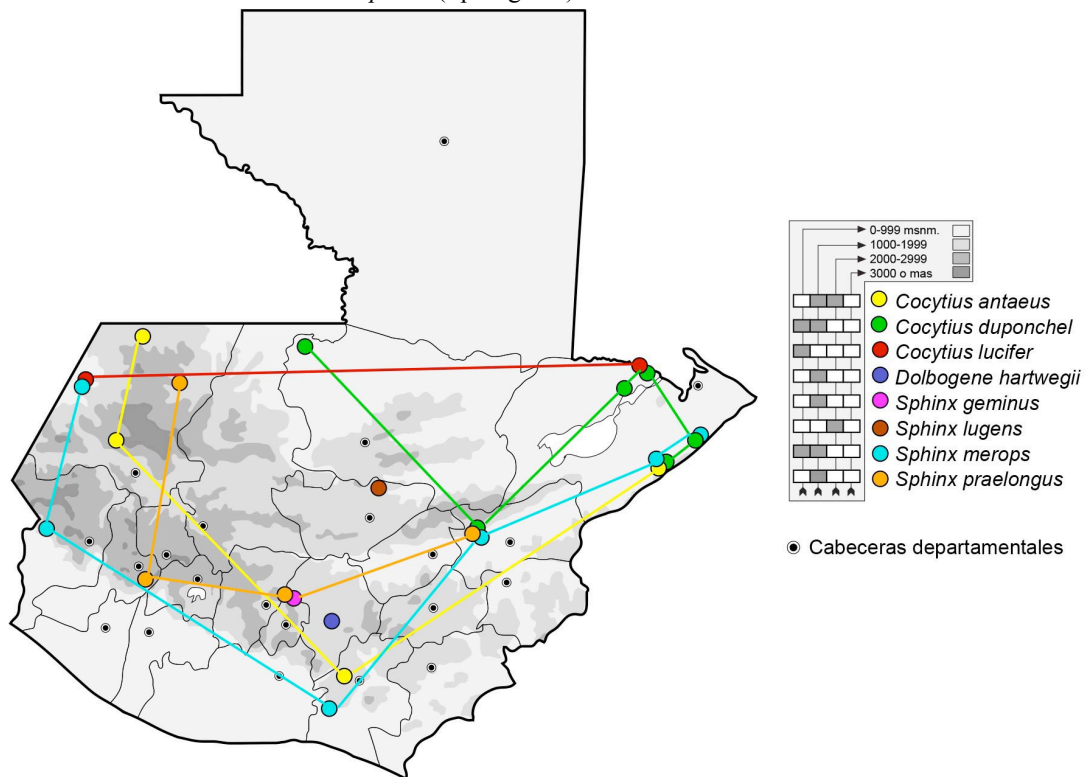
Mapa 21. Distribución de los géneros *Xylophanes* y *Neococytius* (Sphingidae) en Guatemala



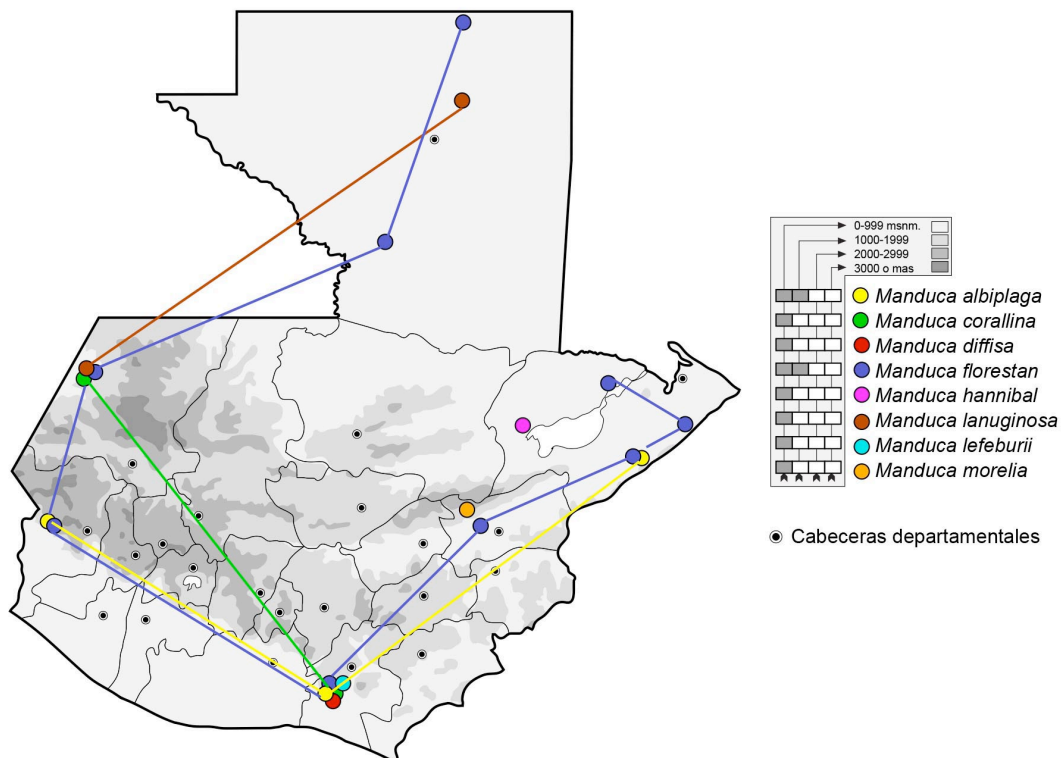
Mapa 22. Distribución de los géneros *Adhemarius*, *Protambulyx*, *Agrius*, *Amphimoea* y *Ceratomia* (Sphingidae) en Guatemala



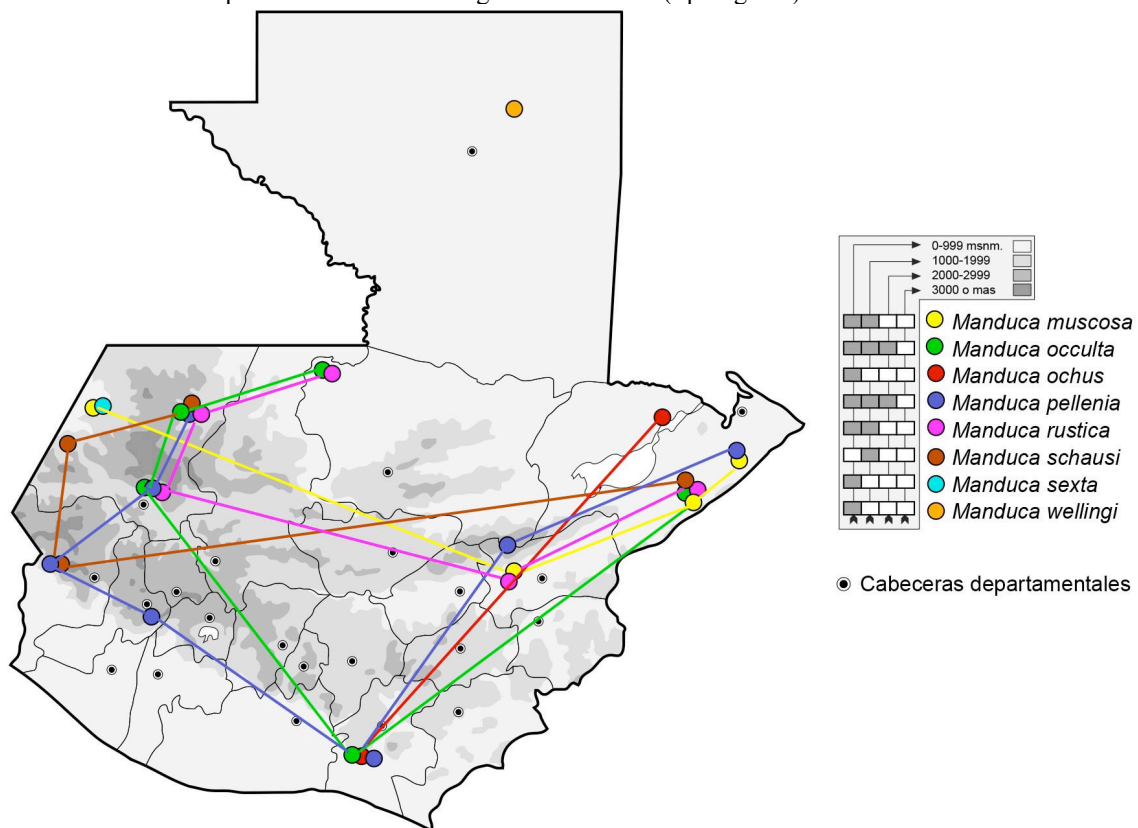
Mapa 23. Distribución de los géneros *Cocytius*, *Dolbogone* y *Sphinx* (Sphingidae) en Guatemala



Mapa 24. Distribución del género *Manduca* (Sphingidae) en Guatemala

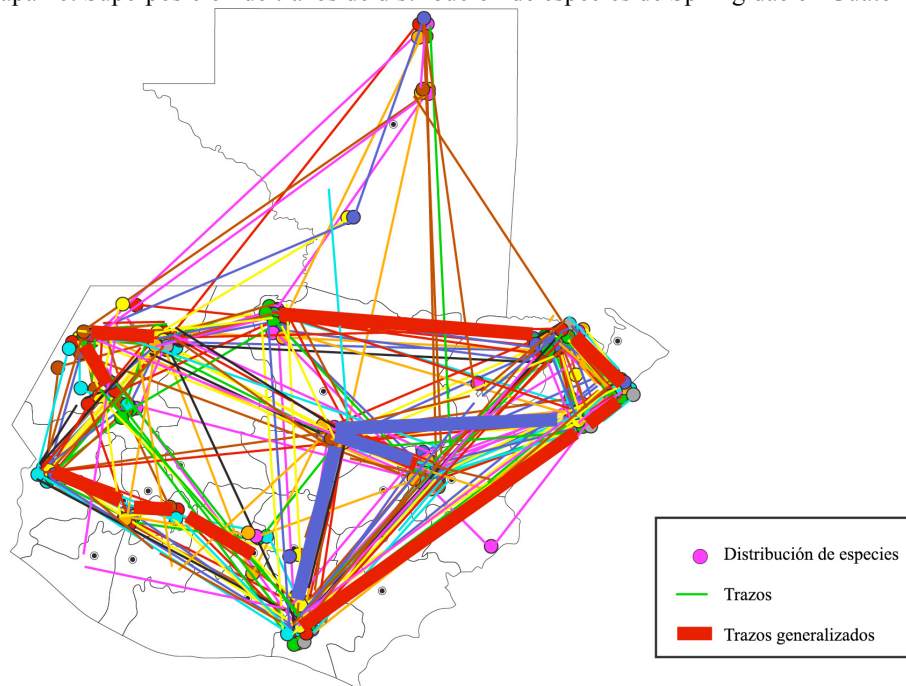


Mapa 25. Distribución del género *Manduca* (Sphingidae) en Guatemala

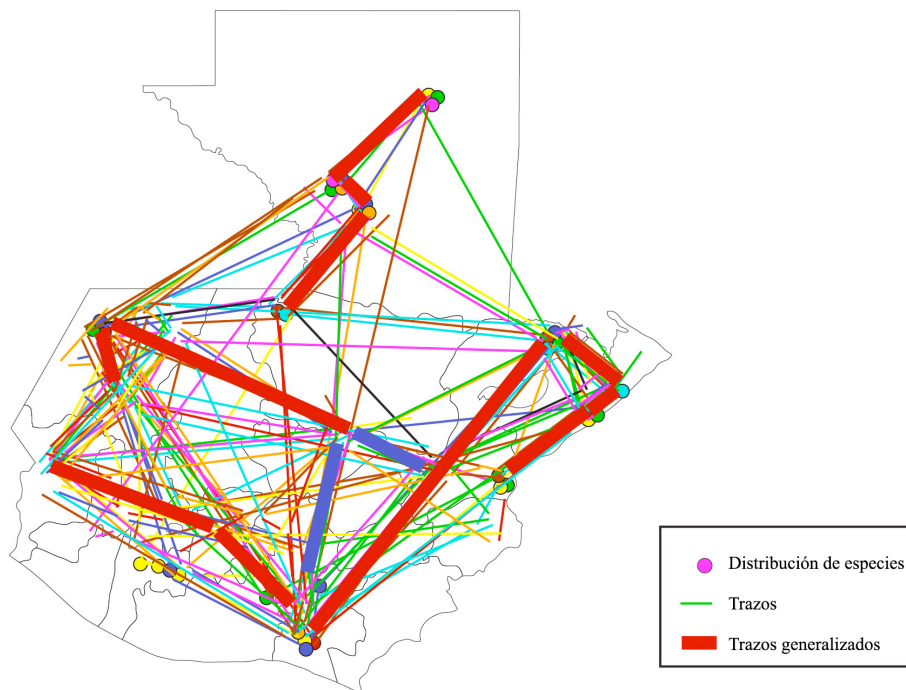


## ANEXO 4. MAPAS DE SUPERPOSICIÓN DE TRAZOS DE ESPECIES DE MARIPOSAS NOCTURNAS DE GUATEMALA

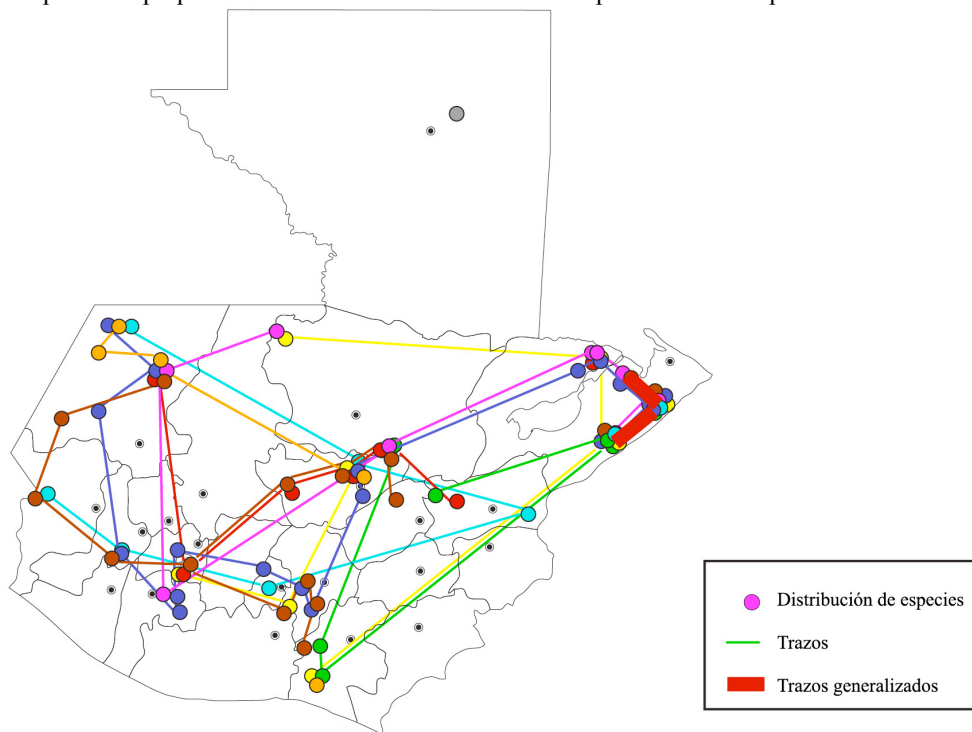
Mapa 26. Superposición de trazos de distribución de especies de Sphingidae en Guatemala



Mapa 27. Superposición de trazos de distribución de especies de Saturniidae en Guatemala



Mapa 28. Superposición de trazos de distribución de especies de Pericopinae en Guatemala

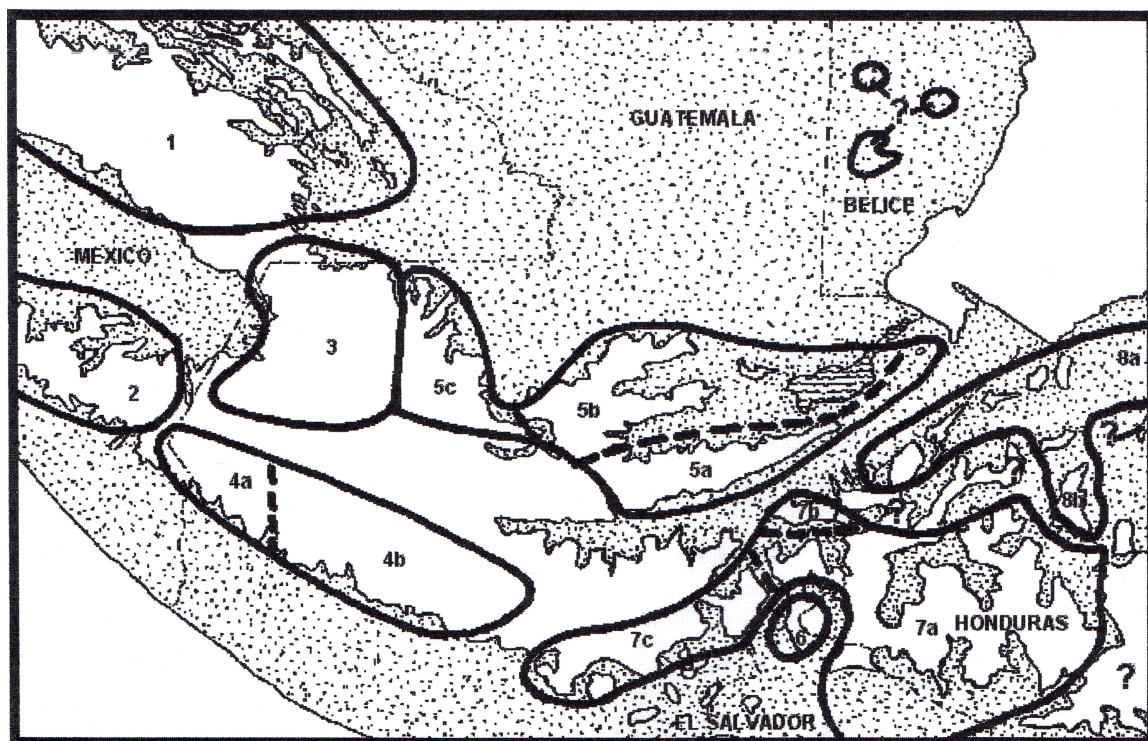


**ANEXO 5. ESPECIES CONOCIDAS SOLO DE UNA LOCALIDAD EN GUATEMALA, DE LAS FAMILIAS SATURNIIDAE, SPHINGIDAE Y PERICOPINAE EN GUATEMALA**

Familia	Especie	Departamento	Localidad	Altura m alt.
Saturniidae	<i>Rothschildia erycina</i>	Suchitepéquez	Santa Bárbara, finca Santa María	
	<i>Citheronia collaris</i>	Alta Verapáz	Santa Lucía Lachuá	175
	<i>Citheronia mexicana</i>	Petén	Aldea Socotzal, sur P.N. Tikal	300
	<i>Othorene purpurascens</i>	Izabal	Morales, sierra del Caral	600-1200
	<i>Automeris io</i>	Santa Rosa	Taxisco, finca Buenos Aires	500
	<i>Automeris montezuma</i>	Huehuetenango	Chiantla, Buenos Aires	2000
	<i>Automeris postalbida</i>	Izabal	Morales, sierra del Caral	1150
	<i>Automeris rubescens</i>	San Marcos	San Rafael Pie de la Cuesta	1600
	<i>Hylesia frigida</i>	Izabal	Livingston, Biotopo del Manatí	24
	<i>Hylesia gamelioides</i>	Baja Verapaz	Biotopo del Quetzal, Purulhá	1600
	<i>Hyperchiria nausica</i>	Izabal	Morales, sierra del Caral	600-1200
	<i>Paradirphia citrina</i>	Guatemala	Ciudad capital	1500
	<i>Paradirphia rectilineata</i>	Chiquimula	NE. Esquipulas, pueblo Cafetales	1500
	<i>Copaxa evelynae</i>	Zacapa	Norte La Unión	1300
Sphingidae	<i>Aellopos fadus</i>	Guatemala	Ciudad capital	1500
	<i>Aellopos titan</i>	Izabal	Santo Tomás de Castilla, San Gil	1000
	<i>Cautethia spuria</i>	Izabal	Santo Tomás de Castilla, San Gil	240
	<i>Enyo cavifer</i>	Izabal	Carboneras, estación biológica	400
	<i>Isognathus scyron</i>	Izabal	Livingston, Punta de Palma	10
	<i>Oryba achemenides</i>	Izabal	Morales, sierra del Caral	600
	<i>Oryba Kadeni</i>	Izabal	Livingston, Punta de Palma	10
	<i>Pachylia darceta</i>	Izabal	Morales, sierra del Caral	600
	<i>Pachylia syces</i>	Izabal	Morales, sierra del Caral	1150
	<i>Phryxus caicus</i>	Izabal	Livingston, Punta de Palma	10
	<i>Xylophanes falco</i>	Huehuetenango	Aguacatán	2000
	<i>Xylophanes loelia</i>	Izabal	Livingston, Biotopo del Manatí	24
	<i>Xylophanes zurcheri</i>	Izabal	Morales, sierra del Caral	600-1200
	<i>Adhemarius donysa</i>	Izabal	Morales, sierra del Caral	1150

Familia	Especie	Departamento	Localidad	Altura m alt.
Sphingidae	<i>Dolbogone hartwegii</i>	Guatemala	Ciudad capital	1500
	<i>Manduca diffusa</i>	Santa Rosa	Taxisco, finca Buenos Aires	500
	<i>Manduca hannibal</i>	Izabal	Fca. Semuc	500
	<i>Manduca lefeburii</i>	Santa Rosa	Taxisco, finca Buenos Aires	500
	<i>Manduca morelia</i>	Zacapa	Teculután, San Lorenzo	2000
	<i>Manduca sexta</i>	Huehuetenango	Nentón, río Lagartero	500
	<i>Manduca wellingi</i>	Petén	Aldea Socotzal, sur P. N. Tikal	300
	<i>Sphinx geminus</i>	Sacatepéquez	Cerro Alux	2100
	<i>Sphinx lugens</i>	Baja Verapaz	Biotopo del Quetzal, Purulhá	1600
Pericopinae	<i>Dysschema viuda</i>	Izabal	Morales, sierra del Caral	600-1150
	<i>Hyalurga sixola</i>	Izabal	Livingston, Biotopo del Manatí	24
	<i>Hypocrita escuintla</i>	Santa Rosa	Taxisco, finca Buenos Aires	1300
	<i>Sphaeromachia cubana</i>	Petén	sitio arqueológico Yaxhá	500

## ANEXO 6. MAPA DE ÁREAS DE ENDEMISMO DE MESOAMÉRICA NUCLEAR BASADO EN PASÁLIDOS



1- Meseta central de Chiapas, 2- Sierra Madre de Chiapas, 3- Occidente de la sierra de Los Cuchumatanes y montañas de Cuilco, 4a- Parte occidental de la Cadena Volcánica, 4b- parte central de la Cadena Volcánica, 5a- Sierra de Las Minas, 5b- Sierra de Santa Cruz y Chamá, 5c- Parte oriental de la sierra Los Cuchumatanes, 6- Trifinio (Cerro Montecristo), 7a- El Portillo, Honduras, 7b- La Unión, Zacapa, 7c- Volcán Tecuamburro y montañas del suroriente de Guatemala, 8- Sierra del Merendón.

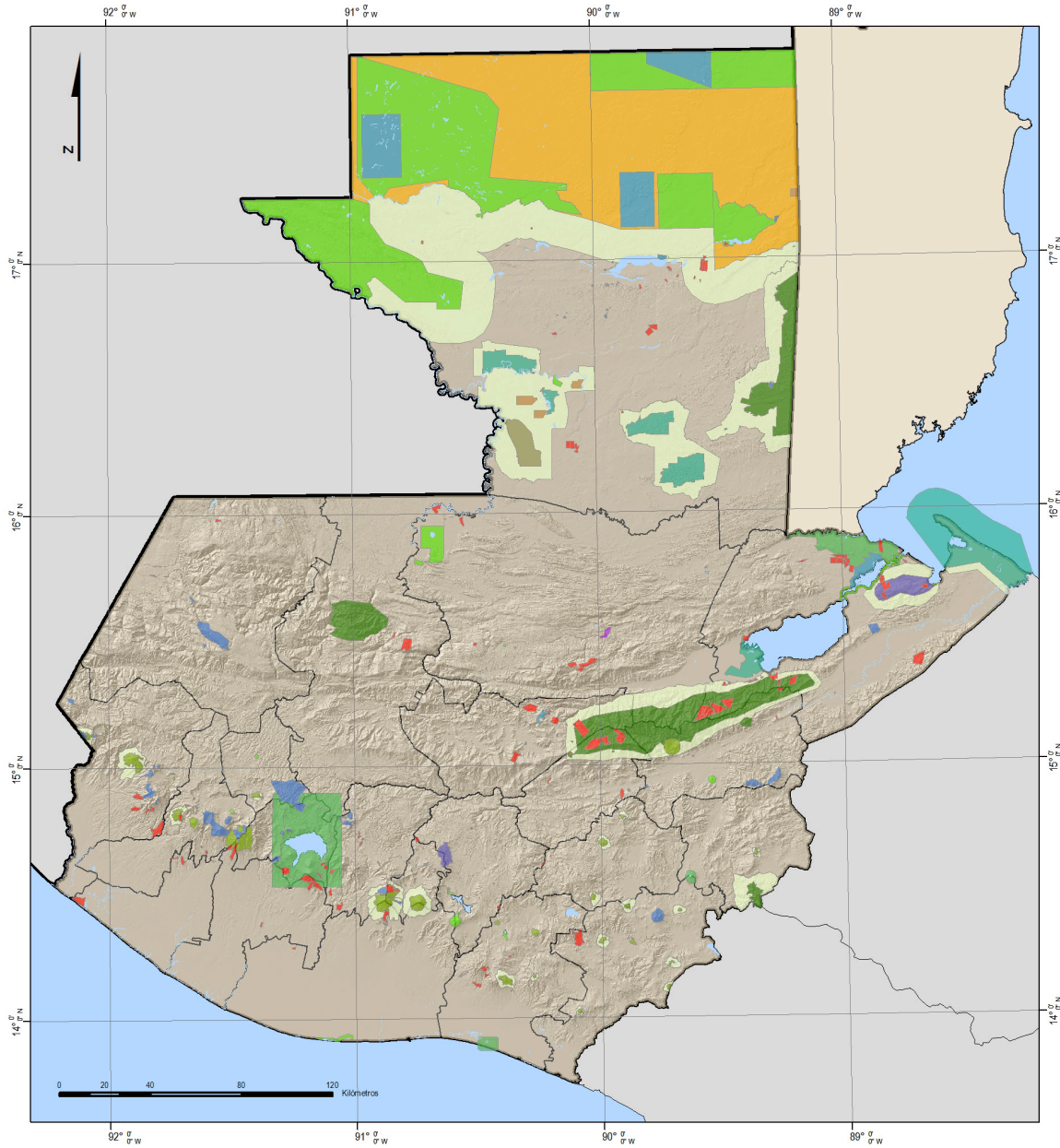
(Schuster *et al.* 2000)

ANEXO 7. ESPECIES DE MARIPOSAS (SATURNIIDAE,  
SPHINGIDAE Y PERICOPINAE) CON DISTRIBUCIONES  
PRÓXIMAS AL VALLE DEL MOTAGUA

ESPECIES QUE SE ENCUENTRAN A AMBOS LADOS DEL MOTAGUA	
<i>Hyalurga sixola</i>	<i>Madoryx plutonius</i>
<i>Hyalurga urioides</i>	<i>Erinnyis alope</i>
<i>Hypocrita albimacula</i>	<i>Erinnyis ello</i>
<i>Dysschema lycaste</i>	<i>Erinnyis oenotrus</i>
<i>Rothschildia lebeau</i>	<i>Eumorpha anchemolus</i>
<i>Adeloneivaia irrorata</i>	<i>Eumorpha phorbis</i>
<i>Adeloneivaia jason</i>	<i>Eumorpha satellitia</i>
<i>Rhescyntis hippodamia</i>	<i>Eumorpha triangulum</i>
<i>Arsenura armida</i>	<i>Nyceryx eximia</i>
<i>Titaea tamerlan</i>	<i>Nyceryx riscus</i>
<i>Caio championi</i>	<i>Pachylia ficus</i>
<i>Citheronia bellavista</i>	<i>Pachylioides resumens</i>
<i>Eacles imperialis</i>	<i>Perigonia lusca</i>
<i>Eacles masoni</i>	<i>Perigonia pallida</i>
<i>Eacles ormondei</i>	<i>Perigonia stulta</i>
<i>Syssphinx molina</i>	<i>Xylophanes anubus</i>
<i>Automeris macphaili</i>	<i>Xylophanes belti</i>
<i>Automeris metzii</i>	<i>Xylophanes ceratomioides</i>
<i>Automeris phrynon</i>	<i>Xylophanes cyrene</i>
<i>Automeris tridens</i>	<i>Xylophanes libya</i>
<i>Automeris banus</i>	<i>Xylophanes neoptolemus</i>
<i>Automeris belti</i>	<i>Xylophanes pluto</i>
<i>Automeris zozine</i>	<i>Xylophanes parcus</i>
<i>Gamelia septentrionalis</i>	<i>Xylophanes thyelia</i>
<i>Copaxa mazaorum</i>	<i>Xylophanes tyndarus</i>
<i>Copaxa rufinans</i>	<i>Neococytius cluentius</i>
<i>Callionima innus</i>	<i>Adhemarius gannascus</i>
<i>Callionima parce</i>	<i>Protambulyx strigilis</i>
<i>Hemeroplanes triptolemus</i>	<i>Cocytius duponchel</i>
<i>Enyo gorgon</i>	<i>Manduca florestan</i>
<i>Enyo ocypete</i>	

ESPECIES CON DISTRIBUCIÓN DE UN SOLO LADO DEL MOTAGUA		
Sierra del Caral, Izabal	<i>Pachylia syces</i>	<i>Chetone angulosa</i>
	<i>Pachylia darceta</i>	<i>Dysschema gaumeri</i>
	<i>Stolidoptera tachasara</i>	<i>Dysschema viuda</i>
	<i>Xylophanes germen</i>	<i>Othorene purpurascens</i>
	<i>Xylophanes psitacina</i>	<i>Syssphinx colla</i>
	<i>Xylophanes staudingeri</i>	<i>Automeris postalbida</i>
	<i>Xylophanes tersa</i>	<i>Automeris escalantei</i>
	<i>Xylophanes titana</i>	<i>Hyperchiria nausica</i>
	<i>Xylophanes zurcheri</i>	<i>Leucanella acutissima</i>
	<i>Adhemarius dariensis</i>	<i>Periphoba arcae</i>
	<i>Adhemarius donysa</i>	<i>Callionima denticulata</i>
	<i>Adhemarius ypsilon</i>	<i>Callionima nomius</i>
	<i>Amphimoea walkeri</i>	<i>Enyo taedium</i>
	<i>Cocytius antaeus</i>	<i>Eumorpha labruscae</i>
	<i>Sphinx merops</i>	<i>Eumorpha vitis</i>
	<i>Manduca albiplaga</i>	<i>Nyceryx caffaeae</i>
	<i>Manduca occulta</i>	<i>Nyceryx ericea</i>
	<i>Manduca pellenia</i>	<i>Nyceryx tacita</i>
<i>Manduca muscosa</i>	<i>oryba achemenides</i>	
<i>Manduca rustica</i>	<i>Manduca schausi</i>	
<i>Enyo cavifer</i>	<i>Cautethia spuria</i>	
Cerro San Gil, Santo Tomás, Izabal	<i>Perigonia ilus</i>	<i>Leucanella contempta</i>
	<i>Enyo lugubris</i>	
Biotopo del Manatí, Livingston Izabal	<i>Eumorpha obliqua</i>	<i>Lonomia electra</i>
	<i>Xylophanes chiron</i>	<i>Hylesia frigida</i>
	<i>Xylophanes loelia</i>	<i>Molippa nibasa</i>
	<i>Manduca ochaus</i>	
Punta de Palma Livingston Izabal	<i>Phryxus caicus</i>	<i>Dysschema magdala</i>
	<i>Pseudosphinx tetrio</i>	<i>Isognathus scyron</i>
	<i>Cocytius lucifer</i>	
	<i>Oryba kadeni</i>	

# ANEXO 8. MAPA DE ÁREAS PROTEGIDAS DE GUATEMALA



<p><b>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR DE GUATEMALA</b>                  Vicerrectoría de Investigación y Proyección                  Instituto de investigación y proyección sobre ambiente natural y sociedad (IARNA)</p>	<p><b>Mapa del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas - SIGAP -</b></p> <p><b>Leyenda</b></p> <table border="0"> <tr> <td> Cuerpo de agua</td> <td> Área de Uso Múltiple</td> <td> Parque Regional Municipal</td> <td> Reserva de Biosfera</td> </tr> <tr> <td> Límite departamental</td> <td> Biotopo Protegido</td> <td> Refugio de Vida Silvestre</td> <td> Zona de Amortiguamiento</td> </tr> <tr> <td></td> <td> Monumento Cultural</td> <td> Reserva Biológica</td> <td> Zona de Uso Múltiple</td> </tr> <tr> <td></td> <td> Monumento Natural</td> <td> Reserva Forestal Municipal</td> <td> Zona de Vida Definitiva</td> </tr> <tr> <td></td> <td> Parque Nacional</td> <td> Reserva Natural Privada</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td> Parque Recreativo Natural Municipal</td> <td> Reserva Protectora de Manantiales</td> <td></td> </tr> </table>	Cuerpo de agua	Área de Uso Múltiple	Parque Regional Municipal	Reserva de Biosfera	Límite departamental	Biotopo Protegido	Refugio de Vida Silvestre	Zona de Amortiguamiento		Monumento Cultural	Reserva Biológica	Zona de Uso Múltiple		Monumento Natural	Reserva Forestal Municipal	Zona de Vida Definitiva		Parque Nacional	Reserva Natural Privada			Parque Recreativo Natural Municipal	Reserva Protectora de Manantiales	
Cuerpo de agua	Área de Uso Múltiple	Parque Regional Municipal	Reserva de Biosfera																						
Límite departamental	Biotopo Protegido	Refugio de Vida Silvestre	Zona de Amortiguamiento																						
	Monumento Cultural	Reserva Biológica	Zona de Uso Múltiple																						
	Monumento Natural	Reserva Forestal Municipal	Zona de Vida Definitiva																						
	Parque Nacional	Reserva Natural Privada																							
	Parque Recreativo Natural Municipal	Reserva Protectora de Manantiales																							
<p>Proyección del mapa digital: UTM, DATUM NAD 27.                  Proyección del mapa impreso: Coordenadas Geográficas, Esferoide de Clarke 1866.</p>																									
<p> <b>Universidad Rafael Landívar</b>                  Instituto de investigación y proyección sobre ambiente natural y sociedad</p>	<p>Fuente: Conap, 2013                  Elaborado por: Laboratorio SIG IARNA                  Guatemala, enero de 2015</p>																								
<p> Instituto de investigación y proyección sobre ambiente natural y sociedad</p>																									





