



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL, UNIDAD OAXACA**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE  
RECURSOS NATURALES (BIODIVERSIDAD DEL NEOTRÓPICO)**

**EMPLEO DE ESPECIES SOMBRILLA EN LA  
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA  
CHINANTLA, OAXACA.**

---

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS**

**P R E S E N T A:**

**BIOL. NALLELY MARTÍNEZ SÁNCHEZ**

**DIRECTORES:**

Dr. Gabriel Ramos Fernández  
M en C. José Antonio Santos Moreno

**Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México**

**Noviembre 2007**

---



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO**

SIP-14

*ACTA DE REVISION DE TESIS*

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 30 del mes de Octubre del 2007 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: **"Empleo de especies sombrilla en la conservación de la biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca"**.

Presentada por la alumna:

**Martínez**  
Apellido paterno

**Sánchez**  
materno

**Nallely**  
nombre(s)

Con registro: 


B	0	5	1	3	1	7
---	---	---	---	---	---	---

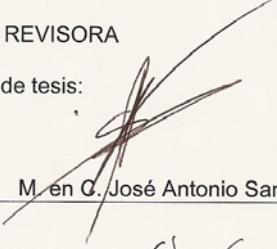
aspirante al grado de: **MAESTRO EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**


Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

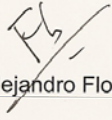
LA COMISION REVISORA


Directores de tesis:

  
Dr. Gabriel Ramos Fernández


  
M. en C. José Antonio Santos Moreno

  
Dr. Rafael Felipe del Castillo Sánchez

  
M. en C. Alejandro Flores Martínez

  
M. en C. Graciela Eugenia González Pérez

LA PRESIDENTA DEL COLEGIO

  
Dra. María del Rosario Arnaud Viñas



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*CARTA CESION DE DERECHOS*

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 30 del mes Octubre del año 2007, el (la) que suscribe **MARTÍNEZ SÁNCHEZ NALLELY** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **B051317**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Gabriel Ramos Fernández y el M en C. José Antonio Santos Moreno y cede los derechos del trabajo titulado: **“Empleo de especies sombrilla en la conservación de la biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: **posgradoax@ipn.mx** ó **naxhely\_m@hotmail.com**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

**MARTÍNEZ SÁNCHEZ NALLELY**



INSTITUTO POLITÉCNICO  
NACIONAL  
CIDELUNIDAD OAXACA

## RESUMEN

El concepto de especie sombrilla aún no ha sido plenamente sustentado dentro de la biología de la conservación. Por lo anterior, en este trabajo se intentó evaluar, a través del método propuesto por Fleishman *et al.* (2000), si las especies sombrilla pueden servir para proteger zonas de alta riqueza específica de fauna en la zona de selvas altas de la Chinantla, en Oaxaca, México. Para esto se consideró a dos taxa que históricamente han sido considerados especies sombrilla: lepidópteros y mamíferos (considerando únicamente mamíferos medianos y grandes). Se realizó un muestreo de ambos grupos en tres localidades de la Chinantla, por un periodo de 12 días en cada una y se estimó la riqueza específica de cada grupo. También se revisaron modelos de predicción bioclimática de los mamíferos de Oaxaca (Illoldi-Rangel, 2004), con el fin de completar el listado potencial de mamíferos presentes en las tres localidades. A través de la metodología propuesta por Fleishman *et al.* (2000), se identificaron especies sombrillas potenciales, tomando en cuenta factores como su grado intermedio de rareza, el porcentaje de co-ocurrencia con otras especies y su sensibilidad a disturbios humanos. Finalmente, se evaluó si existe una relación entre la riqueza encontrada en cada zona y la presencia de las especies sombrilla. Se encontró que 2 especies de mamíferos registrados, *Dasyprocta mexicana* y *Mazama americana*, y 19 especies de mariposas pueden ser especies sombrilla. Estas especies deberían ayudar para priorizar fragmentos de bosque tropical perennifolio que se deseen proteger dentro de la zona de la Chinantla, además de que pueden ayudar al monitoreo de las áreas de bosque ya protegidas.

Palabras clave: Especies sombrilla, bosque tropical perennifolio, Chinantla, Oaxaca, mamíferos, mariposas, *Dasyprocta mexicana*, *Mazama americana*.

## ABSTRACT

The umbrella species concept has not been thoroughly validated by conservation biologists. Therefore, in this work we attempted to evaluate, using the methodology proposed by Fleishman *et al.* (2000), whether a number of umbrella species can protect high fauna species richness zones in the region of Chinantla's rainforest, Oaxaca, Mexico. For this, we considered two taxa that historically have been used as umbrella species: lepidoptera and mammals (only medium and large). We sampled the two groups in three localities of the Chinantla, for twelve days each one and estimated the species richness. We also reviewed the bioclimatic prediction models for Oaxaca's mammals (Illoldi-Rangel, 2004) to complete the potential list of mammal species present in the three localities. Through the method proposed by Fleishman *et al.* (2000), we identified potential umbrella species by considering such factors as intermediate degree of rarity, the co-occurrence with other species and their sensitivity to human-induced disturbances. Finally, we evaluated if there exists a relation between the richness found in each locality and the presence of the umbrella species. We find that two species of mammals, *Dasyprocta mexicana* and *Mazama Americana*, and nineteen species of lepidoptera may have an umbrella species function. These species should help to prioritize the areas of tropical rainforest that need to be protected within the Chinantla region and can help to monitor the forest areas currently under protection.

Key Words: Umbrella species, rainforest, Chinantla, Oaxaca, mammals, butterflies, *Dasyprocta mexicana*, *Mazama americana*.

*Está en nosotros, los seres humanos,  
el brindar la solución a la problemática ambiental  
que hemos originado. Estudiar e investigar, son los  
primeros pasos para lograrlo.*

*Nallely Martínez Sánchez*

## **DEDICATORIAS**

A Sadoth- Gracias por compartir conmigo esta experiencia, en la que juntos hemos crecido profesional y personalmente. Gracias por tus consejos, ayuda, comprensión y paciencia.

A mi mamá- Gracias por haberme apoyado a iniciar esta aventura lejos de casa, sin tus consejos tal vez no lo habría hecho. Recuerda siempre que gracias a ti soy lo que soy y lo que espero ser en el futuro. Te quiero mucho.

A mi papá- Muchas gracias por el apoyo que me brindaste cuando lo necesite. Valió la pena, no crees?

A Yunuen, Pedro, Tarebth, Naxhinanda y Yurini- Recuerden que siempre hay muchos caminos que nos llevan a alcanzar nuestras metas, y depende de cada uno elegir el mejor. Sean perseverantes y lograrán cualquier cosa que se propongan.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias al Instituto Politécnico Nacional, que me ha permitido formar parte de su vida académica desde una etapa temprana de mi vida. Igualmente agradezco al CIIDIR U. Oaxaca, que me abrió las puertas para estudiar este postgrado que ha enriquecido mucho mis conocimientos.

Agradezco profundamente a las comunidades en las que se realizó este trabajo por su apoyo y tiempo, sé que no es fácil confiar en gente foránea y sin embargo, ellos lo hicieron conmigo y con mi equipo de trabajo. No tengo manera de agradecerles lo mucho que me ayudaron. Gracias. En especial quiero agradecer a las personas que me acompañaron durante los recorridos en campo. A Miguel Martín, Seferino Juan Valderrama e Isauro Juan Eligio, guías de San Rafael Agua Pescadito, y a los Srs. Pedro Miguel Vicente y Federico Manuel por su amabilidad y hospitalidad. En Nuevo San José Río Manso a Ubaldo y Cenobio por acompañarnos en campo, y al Sr. Félix Martínez y a su familia por hacernos sentir como en casa. Finalmente en Benito Juárez quiero agradecer al Sr. Simitrio Acuca, el cual dejó en varias ocasiones sus ocupaciones para poder acompañarnos al campo e igualmente quiero agradecerle a su familia la ayuda y hospitalidad que nos brindaron.

Agradezco a Methodus, organización que me ayudó a contactar a las autoridades de San Rafael Agua Pescadito, y me proporcionó información valiosa para la realización de este trabajo.

Agradezco a los estudiantes de servicio social, Braulio Pinacho Guendulaín, Oracio Dionisio Gómez y David Ramírez Velasco, que me ayudaron invaluablemente en el trabajo en campo.

De la misma forma quiero agradecer a mis compañeros y amigos de la maestría, Adrián Pérez Crespo, José Luis García García y Sadoth Vázquez Mendoza, por ayudarme a completar el trabajo en campo, así como a Tere, Reme y Zaneli por enseñarme que hay otras maneras de ver las cosas, pero sobretodo por su valiosa amistad.

Al resto de mis compañeros de generación, Jeannette, Arisbe, Ana Laura, Ernesto y Eugenio, por haberme brindado su amistad cuando recién llegué. Creo que hicimos un buen grupo todos.



Al Dr. Gabriel Ramos por darme libertad de acción en la realización de este trabajo, y por los comentarios que sin duda ayudaron a enriquecerlo. Gracias por su confianza.

Al M en C. José Antonio Santos Moreno, por brindarme el espacio en el cual pude desarrollar mis actividades, por los muchos consejos que me dio, por todas sus enseñanzas y los comentarios que me ayudaron a presentar un mejor trabajo. Fue toda una experiencia trabajar con usted, gracias.

Al Dr. Rafael del Castillo, a la M en C. Graciela González y el M en C. Alejandro Martínez, por las aportaciones hechas al trabajo.

Agradezco también el apoyo financiero brindado por CONACyT, para poder estudiar este postgrado.

# EMPLEO DE ESPECIES SOMBRILLA EN LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA CHINANTLA, OAXACA.

ÍNDICE	Página
Capítulo I. Introducción	
1.1 Introducción	9
1.2 Antecedentes	12
1.3 Justificación	16
1.4 Objetivos	17
1.5 Hipótesis	18
Capítulo II. Material y Métodos	
2.1 Área de estudio	19
2.2 Revisión del modelo de predicción bioclimática	21
2.3 Trabajo en campo	23
2.3.1 Muestreo de Mamíferos	24
2.3.2 Muestreo de Mariposas	25
2.4 Modelo de Acumulación de Especies	26
2.5 Similitud en la Composición de Especies	27
2.6 Índice de Especies Sombrilla (UI)	28
2.6.1. Grado intermedio de rareza (Qj)	28
2.6.2. Sensibilidad a disturbios humanos (DSI)	29
2.6.3. Porcentaje de co-ocurrencia (PCS)	32
2.6.4. Cálculo del índice de especie sombrilla	32
2.7 Análisis Estadísticos	32
2.7.1 Correlación entre Qj, DSI y PCS	33
2.7.2 Correlación entre la riqueza específica y las especies sombrilla	33
2.7.3 Correlación entre las distancias geográficas entre localidades y la composición de riqueza de especies y las especies sombrilla	33
Capítulo III. Resultados	
3.1 Revisión del modelo de predicción bioclimática	35
3.2 Trabajo en campo	36
3.2.1 Muestreo de Mamíferos	36
3.2.2 Muestreo de Mariposas	37

3.3 Modelo de Acumulación de Especies	38
3.3.1 Mamíferos	38
3.3.2 Mariposas	39
3.4 Similitud en la composición de especies	39
3.4.1 Mamíferos	39
3.4.2 Mariposas	40
3.5 Índice de Especies Sombrilla (UI)	40
3.5.1 Mamíferos	40
3.5.2 Mariposas	41
3.6 Análisis Estadísticos	42
3.6.1 Correlación entre Qj, DSI y PCS	42
3.6.2 Correlación entre la riqueza específica y las especies sombrilla	42
3.6.2.1 Mamíferos	42
3.6.2.2 Mariposas	43
3.6.3 Correlación entre las distancias geográficas entre localidades y la composición de riqueza de especies y las especies sombrilla	44
 Capítulo IV. Discusión	
4.1. Modelos de distribución potencial	45
4.2. Listados obtenidos en campo	46
4.2.1. Mamíferos	46
4.2.2. Mariposas	48
4.3. Especies sombrilla	49
4.3.1. Mamíferos	49
4.3.2. Mariposas	52
4.4. Correlación entre Qj, DSI y PCS	54
4.4.1. Mamíferos	54
4.4.2. Mariposas	55
4.5. Correlación entre las distancias geográficas entre localidades y la composición de riqueza de especies y las especies sombrilla	55
 Capítulo V. Conclusión	57
 Literatura Citada	58

Apéndice I. Cuadros (1-32)

66

Apéndice II. Figuras (1-17)

115

ÍNDICE DE CUADROS	Página
Cuadro 1. Esfuerzo de colecta aplicado al muestreo de mamíferos.	67
Cuadro 2. Esfuerzo de colecta aplicado al muestreo de mariposas.	67
Cuadro 3. Matriz modelo $X$ de las distancias geográficas entre las localidades de estudio.	67
Cuadro 4. Matriz de respuesta $Y_1$ de las distancias euclidianas sobre las especies de mamíferos compartidas entre localidades.	67
Cuadro 5. Matriz de respuesta $Y_2$ de las distancias euclidianas sobre las especies de mariposas compartidas entre localidades.	68
Cuadro 6. Matriz de respuesta $Y_3$ de las distancias euclidianas sobre las especies sombrilla de mamíferos compartidas entre localidades.	68
Cuadro 7. Matriz de respuesta $Y_4$ de las distancias euclidianas sobre las especies sombrilla de mariposas compartidas entre localidades.	68
Cuadro 8. Listado de especies de mamíferos predichas con 13 o más modelos predictivos bioclimáticos (Illoldi-Rangel, 2004).	69
Cuadro 9. Clasificación taxonómica de los mamíferos registrados en campo de acuerdo con Ceballos y Oliva (2005).	71
Cuadro 10. Listado de los mamíferos registrados en las 3 localidades de estudio.	73
Cuadro 11. Listado de los mamíferos registrados en cada tipo de vegetación.	74
Cuadro 12. Clasificación taxonómica de las mariposas registradas en campo de acuerdo con De la Maza (1987).	75
Cuadro 13. Listado de las mariposas registradas en cada localidad de estudio.	78
Cuadro 14. Listado de las mariposas registradas en cada tipo de vegetación.	81

Cuadro 15. Especies totales observadas de mamíferos y mariposas, y las especies predichas por el modelo de acumulación de especies de Clench.	85
Cuadro 16. Similitud de especies de mamíferos y mariposas entre las 3 localidades de estudio.	85
Cuadro 17. Características evaluadas para obtener la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) de los mamíferos muestreados.	86
Cuadro 18. Valores asignados a las características de la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) de los mamíferos colectados.	89
Cuadro 19. Cálculo del índice de especies sombrilla (UI) para las especies de mamíferos.	90
Cuadro 20 .Especies sombrilla de mamíferos encontrados en las localidades de estudio.	91
Cuadro 21. Características evaluadas para obtener la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) de las mariposas colectadas.	92
Cuadro 22. Valores asignados a las características de la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) de las mariposas colectadas.	100
Cuadro 23. Cálculo del índice de especies sombrilla (UI) para las especies de mariposas.	105
Cuadro 24. Especies sombrilla de mariposas encontradas en las localidades de estudio.	109
Cuadro 25. Correlación de Spearman (R) entre Qj, PCS y DSI.	110
Cuadro 26. Riqueza total de las especies de mamíferos y las especies sombrilla de mamíferos encontradas por transecto y localidad.	110
Cuadro 27. Riqueza de las especies de mamíferos y las especies sombrilla de mamíferos encontradas por tipos de vegetación en cada transecto y localidad.	111

- Cuadro 28. Correlación entre la riqueza de especies de mamíferos y especies sombrilla entre tipos de vegetación, entre localidades y sin distinciones. 111
- Cuadro 29. Riqueza total de las especies de mariposas y las especies sombrilla de mariposas encontradas por transecto y localidad. 112
- Cuadro 30. Riqueza de las especies de mariposas y las especies sombrilla de mariposas encontradas por tipos de vegetación en cada transecto y localidad. 113
- Cuadro 31. Correlación entre la riqueza de especies de mariposas y especies sombrilla entre tipos de vegetación, entre localidades y sin distinciones. 113
- Cuadro 32. Correlación entre las distancias geográficas entre localidades y la composición de riqueza de especies y las especies sombrilla tanto de mamíferos y mariposas. 114

ÍNDICE DE FIGURAS	Página
Figura 1. Localización geográfica de las localidades de estudio.	116
Figura 2. Trampa para atrapar mariposas.	117
Figura 3. Número de modelos que predicen a los mamíferos en la zona de estudio.	117
Figura 4. Modelo de acumulación de especies de mamíferos obtenida en Benito Juárez.	118
Figura 5. Modelo de acumulación de especies de mamíferos obtenida en San Rafael Agua Pescadito.	118
Figura 6. Modelo de acumulación de especies de mamíferos obtenida en Nuevo San José Río Manso.	119
Figura 7. Modelo de acumulación de especies de mariposas obtenida en Benito Juárez.	119
Figura 8. Modelo de acumulación de especies de mariposas obtenida en San Rafael Agua Pescadito.	120
Figura 9. Modelo de acumulación de especies de mariposas obtenida en Nuevo San José Río Manso.	120
Figura 10. Huella e imagen de <i>Dasyprocta mexicana</i> (cerete).	121
Figura 11. Huella e imagen de <i>Mazama americana</i> (temazate o mazate).	121
Figura 12. Vista dorsal y ventral de <i>Eryphanis aesacus</i> .	122
Figura 13. Vista dorsal y ventral de <i>Opsiphanes tamarindi sikyon</i> .	122
Figura 14. Vista dorsal y ventral de <i>Opsiphanes quiteria quirinus</i> .	122
Figura 15. <i>Consul electra</i> alimentándose del cebo (fruta fermentada).	123



Figura 16. Vista dorsal <i>Fountainea eurypile confusa</i> .	123
Figura 17. Vista dorsal y ventral <i>Fountainea rayoensis</i> .	123
Figura 18. Vista dorsal y ventral <i>Greta morgane</i> .	124
Figura 19. Vista dorsal y ventral <i>Colobura dirce</i> .	124
Figura 20. Vista dorsal y ventral <i>Diaethria anna</i> .	124
Figura 21. Vista dorsal y ventral <i>Diaethria astala</i> .	125
Figura 22. Vista dorsal <i>Epiphile hermosa</i> .	125
Figura 23. Vista dorsal y ventral de <i>Hamadryas amphinome</i> .	125
Figura 24. Vista dorsal y ventral de <i>Hamadryas glauconome</i> .	126
Figura 25. Vista dorsal y ventral de <i>Hamadryas guatemalena</i> .	126
Figura 26. Vista dorsal de <i>Hamadryas iphthime</i> .	126
Figura 27. Vista dorsal y ventral <i>Hamadryas laodamia</i> .	127
Figura 28. Vista dorsal y ventral de <i>Nessaea aglaura</i> .	127
Figura 29. <i>Pyrrhogyra hypsensor</i> , vista dorsal y ventral.	127
Figura 30. Vista dorsal y ventral de <i>Smyrna blomfieldia datis</i> .	128

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población humana, la contaminación ambiental, la sobreexplotación de los recursos naturales y el tráfico de especies, son algunas de las causas que ocasionan que los ecosistemas en todo el mundo se vean amenazados, los hábitat de numerosas especies se vean perdidos y por ende su permanencia también se vea amenazada (Millenium Ecosystem Assessment, 2007). Los cambios en el hábitat de las especies inducidos por cambios en el uso de suelo, la modificación física de ríos y cuerpos de agua, la pérdida de arrecifes de coral y daño a los sedimentos marinos, el cambio climático, la invasión de especies, la sobreexplotación de los recursos y la contaminación, son señalados como las causas principales de las extinciones (Audesirk *et al.*, 2004; Millenium Ecosystem Assessment, 2007).

Se estima que más del 90% de las especies que han existido ya desaparecieron (Cuello y Tola, 1995), y aunque muchas de ellas lo hicieron por procesos naturales, es innegable que las actividades humanas contribuyen a acelerar este proceso.

Los cambios en la biodiversidad producto de las actividades humanas han sido mucho más rápidos en los últimos 50 años que en cualquier otro periodo de la historia humana (Gregory *et al.*, 2005; Millenium Ecosystem Assessment, 2007). Algunas estimaciones señalan que se pierden entre 50 y 100 especies diariamente alrededor del mundo, lo que equivale a una pérdida 400 veces más rápida que la natural, y de seguir con ese ritmo, a finales del siglo XXI más de la mitad de las especies desaparecerá (Cuello y Tola, 1995). Sin embargo, lo que realmente causa una mayor preocupación, son las actividades que ocasionan la transformación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad, pues no parecen estar disminuyendo, si no más bien incrementándose (Millenium Ecosystem Assessment, 2007).

A nivel mundial se han implementado medidas como la instauración de legislaciones ambientales, de sanciones para los delitos ambientales, así como la creación de parques nacionales y reservas naturales (Cuello y Tola, 1995) cuyo fin es disminuir la pérdida de la biodiversidad. Sin embargo, existe una escasez de conocimiento, tiempo y recursos financieros, para tomar decisiones precisas y eficientes en materia de conservación, por lo que a menudo es necesario implementar métodos rápidos para la protección de la biodiversidad (Roberge y Angelstam, 2004).

Las especies sustitutas constituyen una herramienta rápida y económica para alcanzar las metas de la biología de la conservación (Caro, 2000). El uso de e asegurar la protección de un grupo grande de biota en un lugar dado a partir de una sola o un grupo pequeño de las mismas (Andelman y Fagan, 2000; Caro *et al.*, 2004; Favreau *et al.*, 2006). En esencia, se definen tres tipos de especies sustitutas: indicadoras, bandera y sombrilla. Estas últimas han tenido una gran importancia a la hora de determinar el tamaño mínimo de las áreas a conservar y de seleccionar nuevos sitios a incluir en estas reservas (Roberge y Angelstam, 2004).

El concepto de especies sustitutas no carece de problemas y su aplicación ha sido muy polémica con los años. Aún así, existen evidencias de que estas especies constituyen una herramienta eficiente para la conservación en regiones donde hay una carencia importante de información y donde a menudo no se puede esperar hasta que se obtenga toda la información necesaria para la toma de decisiones (Lambeck, 1997; Poiani *et al.*, 2001; Broker, 2002; Lambeck, 2002).

### ***Especies Indicadoras***

Un indicador es un organismo asociado con condiciones ambientales particulares (Patton, 1987). En la biología de la conservación se habla de al menos 3 tipos de especies indicadoras. Las primeras son las especies indicadoras de calidad ambiental, las cuales son usadas para evaluar los impactos que sufren los ecosistemas a causa de las actividades antropogénicas. Otro tipo de especie indicadora es aquella que sirve para monitorear la densidad poblacional, la dispersión, el éxito reproductivo y otros parámetros poblacionales en otras especies, como puede ser el caso de depredadores. El tercer tipo de especies indicadoras se refiere a aquellas que están asociadas a una gran riqueza específica, como es el caso de las aves (Garson *et al.*, 2002) y algunos insectos como los coleópteros (Carroll y Pearson, 1998). Estas últimas son las llamadas indicadoras de biodiversidad (Landres *et al.*, 1988; Caro y O'Doherty, 1999; Favreau *et al.*, 2006).

### ***Especies Bandera***

Las especies bandera son organismos cuyo atractivo permite crear una conciencia pública en temas de conservación y recaudar fondos para la protección de sus hábitat (Caro *et al.*, 2004; Favreau *et al.*, 2006), pues pueden ser emblemáticas de ciertos ecosistemas. Tal es el caso del jaguar (*Panthera onca*) de una bosque

tropical perennifolio, o el quetzal (*Pharomachrus mocinno*) en un bosque mesófilo; aunque también algunas plantas pueden cubrir esta función, como los cactáceas en el desierto y las orquídeas en bosque tropical perennifolio o bosques mesófilos.

### ***Especies Sombrilla***

Las especies sombrilla o paraguas, son aquellas cuya conservación confiere protección a un número grande de especies con las que co-habitan naturalmente (Fleishman *et al.*, 2000). Su uso más frecuente es para delimitar el tipo de hábitat o tamaño de un área para protección (Simberloff, 1998; Caro y O'Doherty, 1999; Caro *et al.*, 2004; Favreau *et al.*, 2006), aunque también se les usa para priorizar las acciones de conservación en hábitats fragmentados (Fleishman *et al.*, 2000), e incluso pueden ayudar a detectar y monitorear cambios en el ecosistema.

Mientras que algunos autores como Dufrêne y Legendre (1997) y Freitag *et al.* (1997) señalan que la riqueza total de especies o la riqueza de especies de importancia son los factores que suelen ser considerados para seleccionar áreas para conservar y así minimizar la pérdida de especies en todo el paisaje. Es importante hacer notar que esta estrategia requiere de una gran cantidad de información biológica que muchas veces no está disponible, sobretodo en áreas poco estudiadas y exploradas, además de que se necesita una gran inversión para llevar a cabo esos estudios. La identificación de especies sombrilla puede reducir el esfuerzo de muestreo necesario para priorizar las áreas a conservar, ya que es más rápido y barato enfocar el esfuerzo en un subgrupo de organismos dentro de un grupo taxonómico dado, como puede ser una clase u orden (Scott, 1998 citado en Fleishman *et al.*, 2000).

En el caso de especies grandes y carismáticas, con requerimientos de hábitat proporcionales a su tamaño (Simberloff, 1998; Caro y O'Doherty, 1999), normalmente se da por hecho que su protección se extenderá a otros taxa con tamaño corporal más pequeño o menos carismáticos (Western, 1987; Leader-Williams y Dublín, 2000). Debido a esta característica, en algunos casos una especie bandera puede llegar a tener un efecto sombrilla (Favreau *et al.*, 2006).

Las especies sustitutas han tenido un papel importante para la selección de áreas a conservar en regiones de gran biodiversidad como África, donde muchos mamíferos grandes han sido utilizados como especies sustitutas. Elefantes y rinocerontes han cumplido muchas veces el papel de especies bandera (Western, 1987), y en el caso de rinocerontes también han tenido el papel de especies sombrilla en parques

nacionales como los de Namibia para la protección de otros herbívoros (Berger, 1997). En Australia se ha propuesto el uso de aves para la protección de remanentes de los bosques templados (Watson *et al.*, 2001).

En el caso del continente americano, se ha propuesto a varias especies de aves e incluso de lepidópteros como especies sombrilla para la conservación de arbustos y chaparrales costeros, e incluso de algunas zonas en cañones de montañas (Fleishman *et al.*, 2000; Fleishman *et al.*, 2001; Poiani *et al.*, 2001; Rubinoff, 2001).

En México las especies sombrilla no han sido utilizadas, a pesar de la gran biodiversidad que el país presenta. Por lo anterior este trabajo tiene la finalidad de evaluar el uso de especies sombrilla para la conservación de la biodiversidad en bosques tropicales perennifolios de la región de la Chinantla en el estado de Oaxaca.

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **Generalidades de las especies sustitutas**

Para acelerar los procesos de toma de decisiones en materia de conservación, sin necesidad de realizar largos estudios que retrasen las mismas, se ha propuesto el uso de las llamadas especies sustitutas, cuya función principal es lograr la protección de muchas otras que coexisten con ellas (Berger, 1997; Simberloff, 1998; Caro y O'Doherty, 1999; Andelman y Fagan, 2000; Fleishman *et al.*, 2000; Rubinoff, 2001; Caro *et al.*, 2004). Entre las especies sustitutas más usadas se encuentran las especies sombrilla, que son aquellas especies cuya necesidad mínima de espacio es mayor al resto de la comunidad y por lo tanto al protegerlas se protege a las demás especies (Caro y O'Doherty, 1999; Andelman y Fagan, 2000). Es importante enfatizar que las especies sombrilla surgen como una necesidad metodológica para implementar planes de conservación ante la carencia de información (Caro y O'Doherty, 1999; Caro *et al.*, 2004). Con su ayuda pueden delimitarse, normalmente a escalas pequeñas, las áreas que se desean proteger (Caro *et al.*, 2004) y también ayudan a priorizar fragmentos de ecosistemas que se desean proteger (Fleishman *et al.*, 2000).

## Especies sombrilla

Mucho se ha discutido sobre la utilidad de las especies sombrilla en la conservación de diversos ecosistemas en diferentes lugares del mundo, siendo una de las críticas más generalizadas el hecho de que no existe evidencia de que las especies sombrilla protejan adecuadamente las poblaciones de las especies acompañantes presentes en su área de distribución (Berger, 1997; Caro, 2003).

Robert y Angelstam (2004) y Favreau *et al.* (2006) revisaron los estudios que proponen el uso de especies sombrilla como herramientas en el contexto de la conservación. Ambos estudios encontraron que la utilidad de este tipo de especies es muy variable. Algunas de las limitantes que se mencionan de manera general son las siguientes: 1) no se protege de manera correcta a las especies en peligro de extinción, endémicas o raras; 2) en muchos casos existe una sobreposición insuficiente de hábitat con otras especies que cohabitan con la especie sustituta; 3) la falta de especificidad por su hábitat y de sensibilidad a los cambios ambientales de las especies señaladas como sombrilla; 4) las diferencias entre el comportamiento de los grupos acompañantes a los cuales se protege y el de las especies sombrilla; 5) las diferencias en una escala espacio-temporal (cambios ambientales a lo largo del año, tiempo en que se llevan a cabo los estudios y diferencias entre ecosistemas) que ocasionan que su uso no pueda ser generalizado (Ryti, 1992; Launer y Murphy, 1994; Berger, 1997; Favreau *et al.*, 2006; Rubinoff, 2001).

Por todo esto es necesario que cada estudio establezca claramente cuáles son sus metas de conservación, estableciendo explícitamente los criterios usados en la selección de las especies sustitutas (Caro y O'Doherty, 1999), con la finalidad de que sea muy claro que se desea proteger y con base en qué organismos propuestos como sombrillas. Por ejemplo, en una región de Namibia se había propuesto el uso de un rinoceronte como especie sombrilla para otros grupos de herbívoros. Sin embargo, se encontró que muchos de los herbívoros que se deseaba proteger son animales con hábitos migratorios, mientras que el rinoceronte no los tiene (Berger, 1997). En este caso, la especie sombrilla seleccionada no fue la correcta. Si la meta de conservación hubiera sido la protección de los herbívoros no migratorios, quizá la selección del rinoceronte hubiera sido más acertada.

Por otra parte, se ha demostrado que cuando las especies sustitutas tienen un alto grado de sobreposición con las áreas de otras especies, se les puede considerar (incluidas a las sombrilla) como útiles para la conservación (Favreau *et al.*, 2006).

En aquellos trabajos en los que se encontró que las especies sombrilla son efectivas, estas estaban emparentadas taxonómicamente con las especies que se requería proteger. Por ejemplo, las mariposas y aves han resultado ser grupos exitosos cuando hay que proteger a ambos grupos con unas pocas especies de cada uno (Fleishman *et al.*, 2000; Gregory *et al.*, 2005). De lo anterior puede concluirse que las especies sombrilla protegen más efectivamente a otras taxonómicamente emparentadas (Favreau *et al.*, 2006). Sin embargo, es necesario tener siempre en cuenta que aunque parezca que un grupo de fauna puede ser una medida sustituta de la diversidad, de la eficacia del manejo o de la integridad del ecosistema, estas hipótesis siempre deben ser evaluadas (Fleishman *et al.*, 2000).

Con el fin de mejorar el uso del concepto de especie sombrilla, se han incorporado nuevos elementos que permiten que la selección de este tipo de especies se realice a través de un método medible y replicable, en la medida de lo posible.

Para los propósitos de este trabajo, se utilizará el concepto de las especies sombrilla propuesto por Fleishman *et al.* (2000), quien las define como aquellas especies cuya protección confiere resguardo a un número grande de especies con las que co-habitan naturalmente y cuya utilidad práctica es la de priorizar fragmentos de hábitat para conservar.

Siguiendo esta propuesta una especie sombrilla debe presentar tres características básicas: 1) tener un grado intermedio de rareza, 2) ser sensible a los disturbios humanos y 3) tener co-ocurrencia con otras especies. Para que una especie sombrilla sea buena en el manejo de un paisaje no debe ser muy rara (las especies que ocupen menos del 5% del área a ser manejada no deben ser consideradas), ni ser ubicua, ya que las especies extremadamente raras pueden no encontrarse en todo el paisaje y por lo tanto no aseguran la viabilidad de las poblaciones de otras especies (Fleishman *et al.*, 2000). El que sean moderadamente sensibles a los disturbios humanos o que sean capaces de responder a algunos disturbios les permite proteger a otras especies que sean sensibles a disturbios similares y que puedan responder de la misma forma que la sombrilla. De esta manera pueden explotar ecosistemas modificados por el hombre sin desaparecer.

Por otra parte, se asume que donde la especie sombrilla esté presente debe haber presentes otras especies que estén emparentadas con ella taxonómicamente, lo cual se refiere al porcentaje de co-ocurrencia. Este porcentaje debe ser evaluado porque así se permite proteger a las especies a lo largo de su ámbito hogareño y a

la vez a aquellas especies que no son de distribuciones tan amplias (Fleishman *et al.*, 2000).

La evaluación de estos tres parámetros, la cual se logra con los registros obtenidos en campo y un poco del conocimiento biológico de las especie, lleva a encontrar a las especies sombrilla cuya protección asegurará la de otras especies. Fleishman *et al.* (2000) evaluaron estas características al aplicar su técnica con las mariposas de la Gran Cuenca del Oeste de Norte América, donde obtuvieron un grupo de mariposas sombrilla que pueden ayudar a proteger la diversidad de mariposas de esta zona. Además, sus resultados demuestran que un grupo dado de especies puede servir como sombrilla para la protección de fauna regional cuando se debe priorizar áreas para la conservación en un paisaje. Finalmente estos autores recomiendan el empleo de esta técnica de índice de especie sombrilla, para otros taxa diferente de los lepidópteros, por lo que en este trabajo se seleccionó un conjunto de especies que pudieran tomar el papel de sombrilla, y que corresponden a 2 taxa, mamíferos: temazate (*Mazama americana*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), mico de noche (*Potos flavus*), cerete (*Dasyprocta punctata*), y algunos géneros de lepidópteros como *Heraclidas* sp., *Morpho* sp y *Hamadryas* sp. Estas especies suelen ser consideradas como especies importantes en bosque tropical perennifolio (Ceballos y Oliva, 2005), y algunas de ellas se considera tienen importancia en la conservación de bosque tropical perennifolios, tal es el caso del género *Hamadryas* (Pozo, 1999 y Pozo, 2001).

Existen otros 2 conceptos similares a la especie sombrilla, que cabe mencionar debido a las similitudes que presentan con el mismo. Estos son las especies focales y las especies paisaje.

### **Especies focales**

Este concepto surge en Australia como una respuesta para la protección de los ecosistemas nativos ante la gran rapidez con que la apertura de tierras de cultivo ocurre en ese país (Lambeck, 1997). Las especies focales se utilizan para definir distintos atributos espaciales y de composición que deben estar presentes en un paisaje, así como sus requerimientos adecuados de manejo (Lambeck, 1997), de tal forma que existirán muchas otras especies que deban permanecer dentro de estos límites y por lo tanto su protección se verá garantizada. Caro y O'Doherty (1999) señalan que la aproximación de especies focales de Lambeck (1997) no es más que el uso de muchas especies sombrilla.



## **Especies paisaje**

Aparte de las especies focales, otro concepto relacionado con el de especie sombrilla es el de especies paisaje. Estas son especies que presentan características como la utilización de áreas grandes y ecológicamente diversas (es decir, que se distribuyen a escalas del paisaje), tienen impactos significativos sobre la estructura y función de los ecosistemas y sus requerimientos de hábitat en tiempo y espacio las hacen vulnerables a las actividades humanas. Como consecuencia de lo anterior, se propone que sus requerimientos ecológicos pueden orientar el diseño y manejo de grandes áreas para la conservación (WWF, 2002). El fundamento de este concepto se basa en que si se satisfacen las necesidades de hábitat y se eliminan las amenazas de las especies paisaje, entonces se garantiza la conservación de la biodiversidad y la integridad ecológica en un paisaje (WWF, 2002).

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Como se menciona anteriormente, la falta de recursos y de tiempo para crear planes de conservación en lugares donde la pérdida de biodiversidad es acelerada hace que el uso de especies sustitutas se vea como una opción adecuada para proteger a las especies. En México no hay evidencia de que este concepto haya sido aplicado para seleccionar las áreas naturales protegidas que existen, por lo que este trabajo tiene como finalidad evaluar esta técnica en los bosques tropicales perennifolios, ecosistema en el que no ha sido evaluada y que sin embargo presenta la mayor riqueza de especies en el país y a nivel mundial (Audesirk *et al.*, 2004). Además, se buscará a un grupo de especies sombrilla, en lugar de una sola especie como tradicionalmente se les consideraba, a fin de que esta técnica pueda ser utilizada para priorizar fragmentos de ecosistemas a conservar, e incluso utilizarlas para monitorear el estado de conservación de estos bosques.

También es importante señalar que la región de la Chinantla es una zona de interés para el Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), ya que es la tercera extensión de bosque tropical perennifolio más grande del país, y alberga una población que se interesa cada vez más por sus recursos naturales. El PNUD, con apoyo de organizaciones no gubernamentales (ONG), ha promovido en esta región de Oaxaca diversos proyectos cuya finalidad es la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos.

En este mismo contexto, en dos de las localidades donde se trabajó existen 2 áreas comunales protegidas, es decir, áreas que los pobladores han designado para ser conservadas debido a la alta riqueza específica que presentan. Estos trabajos se han llevado a cabo con ayuda de algunas ONG como Methodus, una consultoría que trabaja en la zona cercana al municipio de Valle Nacional en la Chinantla, en el estado de Oaxaca.

Con ayuda de la presente investigación, se pretende proporcionar un método fácil que permita tomar decisiones de manera más rápida y confiable para extender los límites de las áreas ya propuestas, seleccionar nuevas áreas para proteger, e incluso para monitorear estas áreas. De manera adicional, con este trabajo se presenta un listado faunístico que ayudará a informar a las poblaciones de esta región acerca de los recursos que poseen y de la importancia de conservarlos, lo cual es un objetivo tanto de las ONG que laboran en la zona, como del PNUD.

#### **1.4 OBJETIVOS**

##### **Objetivo general:**

Determinar la utilidad de emplear especies sombrilla en la conservación de la biodiversidad en la Chinantla, Oaxaca-México.

##### **Objetivos específicos:**

1. Verificar la presencia de las siguientes especies en la zona de estudio: temazate (*Mazama americana*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), mico de noche (*Potos flavus*), cerete (*Dasyprocta punctata*) y algunos géneros de mariposas como *Heraclidas* sp., *Morpho* sp y *Hamadryas* sp, así como evaluar si pueden ser consideradas especies sombrilla.
2. Determinar la similitud en riqueza de especies entre las localidades de estudio.
3. Determinar si existe una correlación entre las especies sombrilla encontradas y la riqueza de especies registrada.

## 1.5 HIPÓTESIS

Puesto que una especie sombrilla debe presentar en esencia 3 características básicas, tener una rareza media, ser sensible a los disturbios humanos y tener un alto porcentaje de co-ocurrencia (Fleishman *et al.*, 2000), se esperaría que alguna de las especies propuestas como posibles especies sombrilla, el temazate (*Mazama americana*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), mico de noche (*Potos flavus*), cerete (*Dasyprocta punctata*) y los géneros de lepidópteros *Heraclidas*, *Morpho* y *Hamadryas*; presenten estas características, ya que se las ha mencionado como especies importantes para el mantenimiento y conservación de los bosques tropicales (Pozo, 1999; Pozo, 2001; Ceballos y Oliva, 2005).

Además, debido a que las especies sombrilla deben conferir un área de protección adecuada a muchas otras especies, se pensaría que las áreas de distribución de las especies sombrillas están relacionadas con las áreas de mayor diversidad de especies. También se esperaría que las especies sombrilla se ubiquen en zonas de menor perturbación. De ser esto cierto, las especies sombrilla realmente servirían para salvaguardar la integridad del ecosistema que se desea proteger.

El usar especies sombrilla para la conservación del bosque tropical perennifolio en la Chinantla, Oaxaca, debería representar un ahorro en recursos financieros y en tiempo para tomar decisiones, además de que proporcionaría una herramienta a la población local para que ellos mismo monitoreen el estado de conservación de sus bosques.

Para evaluar estas hipótesis, se consideró a dos taxa que históricamente han sido considerados especies sombrilla: lepidópteros y mamíferos (considerando únicamente mamíferos medianos y grandes) (Berger, 1997; Fleishman *et al.*, 2000). Se estimó la riqueza específica de cada grupo en tres localidades de la Chinantla. Este listado se complementó con los listados generados por modelos de predicción bioclimática de los mamíferos de Oaxaca. De estas especies, se identificaron las que podrían tener una función como sombrillas potenciales, tomando en cuenta factores como su grado intermedio de rareza, el porcentaje de co-ocurrencia con otras especies y su sensibilidad a disturbios humanos. Finalmente, se evaluó si existe una relación entre la riqueza encontrada en cada zona y la presencia de las especies sombrilla.

## CAPÍTULO II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica dentro de la región de la Chinantla, en el norte del estado de Oaxaca, que más que a una división política, corresponde a la región donde se habla una lengua común, el chinanteco (CONANP, 2005).

La Chinantla ocupa parte de los macizos montañosos de la Sierra Norte y parte de la planicie costera de Tuxtepec, en la vertiente del Golfo de México. Está conformada por los municipios de San Juan Quiotepec, Santiago Comaltepec, San Pedro Yólox, que conforman la llamada Chinantla alta; Petlapa, San Juan Bautista Valle Nacional, San Felipe Usila, Sochiapam, Tlacoatzintepec, Jalapa de Díaz, que son parte de la Chinantla media; y finalmente San Juan Bautista Tuxtepec, Ojtlán, Chiltepec, Jacatepec, Lalana, Ayotzintepec, Jocotepec y Choapam, como la denominada Chinantla Baja. Dentro de la Chinantla Media y Baja se encuentran algunas de las extensiones de bosque tropical perennifolio mejor conservadas del país (García-Mendoza *et al.*, 2004), de hecho, son la tercera extensión más grande de estos ecosistemas después de la Bosque tropical perennifolio Lacandona en Chiapas, y Los Chimalapas en la porción noreste de Oaxaca (CONANP, 2005).

Debido a la importancia ecológica que tienen este tipo de bosques y a que son de los más transformados para otros usos de suelo, es necesario continuar con la protección de estos ecosistemas a través de programas de conservación fundamentados en trabajos científicos.

La zona de estudio comprende tres localidades situadas dentro de tres municipios de la Chinantla (Figura 1). Todas ellas tienen extensiones importantes de bosque tropical perennifolio donde predominan *Terminalia amazonia*, *Vochysia guatemalensis*, *Andira galeottiana* y *Acosmium panamense*, además de *Gutteria anomala*, *Talauma mexicana*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Brosimum alicastrum*, *Pouteria campechana*, *Licania platypus*, *Swietenia macrophylla*, *Manilkara zapota* y *Albizia leucocalyx* en el estrato superior, y *Blepharidium mexicanum*, *Ampelocera hottlei*, *Cymbopetalum baillonii*, *Simarouba glauca*, *Poulsenia armata*, *Pimenta dioica* y *Quararibea funebris* en el estrato medio (Pennington y Sarukhán, 2005).

La primera localidad corresponde a la agencia municipal San Rafael Agua Pescadito, perteneciente al municipio de San Juan Bautista Valle Nacional, parte de la Chinantla Media y es una localidad que presenta extensiones importantes de

bosque tropical perennifolio. Agua Pescadito se ubica en las coordenadas geográficas 17° 53' 29" N y 96° 19' 30.5" W a los 561 msnm.

Como parte de los esfuerzos de conservación que se han dado en esta población, se ha decretado un área comunal protegida de 1540 ha, libre de actividades humanas (Methodus, 2005). En esta comunidad también se observa que la agricultura se da en fragmentos dentro del mismo bosque, y lo que más se cultiva es café. Algunas milpas ya han sido abandonadas, por lo que hay también presencia de vegetación secundaria.

La segunda localidad es Benito Juárez o Ejido Sebastopol, como se le conoce en la zona y se encuentra en el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, en la Chinantla Baja en los 18° 01' 57.4" N y 96° 10' 21.4" W a los 32 msnm. Este lugar es el que se encuentra en un deterioro mayor debido tanto a su cercanía con una urbe grande (Cd. de Tuxtepec), como a la instalación de una fábrica de papel a los pies del cerro Sebastopol donde se extiende el bosque. La instalación de esta fábrica trajo consigo la necesidad de construir colonias para sus trabajadores, ocasionando que el bosque tropical perennifolio se perdiera en su mayoría y quedarán fragmentos aislados. En la actualidad, hay un convenio entre las autoridades del ejido y la papelera para no seguir talando, de tal forma que se pueda conservar el bosque tropical perennifolio restante.

Finalmente, la tercera localidad es La Piedad, Nuevo San José Río Manso ubicada en los 17° 42' 16.2" N y 95° 54' 2.4" W y a 82 msnm. Es una comunidad pequeña que es conocida como Cerro Chango por la presencia de mono araña (*Ateles geoffroyi*). Esta comunidad pertenece al municipio de Santiago Jocotepec, ubicado dentro de la Chinantla Baja, y es un ejemplo de cómo las áreas comunales protegidas pueden ser una solución para la pérdida de biodiversidad. La extensión de el área comunal de esta localidad es de 700 ha, y su principal objetivo es proteger la población de mono araña que ahí habita. Desafortunadamente el área comunal protegida esta en parte bordeada por áreas abiertas a la ganadería y a los cultivos, así como por vegetación perturbada (acahuales arbóreos; Jong, *et al.*, 2001), por lo que aún corre riesgo de ser alterada. Actualmente, dentro de la reserva el cambio de uso de suelo esta prohibido y la principal vegetación que se observa corresponde al bosque tropical perennifolio y pequeños fragmentos de acahuales arbóreos.

Las tres localidades están inmersas en la cuenca del río Papaloapan. El nacimiento de este río se da cerca de la comunidad de Benito Juárez, donde se unen el Río Santo Domingo y el Río Valle Nacional. A su vez, Nuevo San José Río Manso está

separado de las comunidades aledañas por el Río Manso, cuyo caudal también forma parte del río Papaloapan. Por último, la localidad de San Rafael Agua Pescadito se encuentra delimitada en su frontera norte, por la presa Cerro de Oro, uno de los principales cuerpos de agua de Oaxaca.

El clima predominante en las tres localidades de estudio es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, Am (w) (García, 1973). La temperatura media anual varía entre los 22° y los 28° C, y la temperatura media del mes más frío es de 18° C. La precipitación total anual va de los 1 500 mm a los 3 000 mm.

Finalmente es necesario recalcar que en las comunidades de San Rafael Agua Pescadito y de Nuevo San José Río Manso existe un esfuerzo y disposición por parte de las comunidades para conservar sus zonas de alta diversidad biológica, creando con ello áreas destinadas a la conservación. En estas, por estatuto de bienes comunales no se permite la cacería a gran escala, la extracción de flora y fauna, ni la contaminación.

## **2.2. REVISIÓN DEL MODELO DE PREDICCIÓN BIOCLIMÁTICA**

El modelaje de nicho ecológico es una herramienta computacional que utiliza los puntos de registro de un taxon de interés (lugar de colecta) y, con base en las condiciones ambientales en estos puntos, tales como la altitud, condiciones meteorológicas, tipo de suelo, vegetación, etc. hace una extrapolación de la distribución potencial del taxon de interés hacia aquellas áreas en las que, aunque no se ha registrado la presencia del taxon, existen condiciones ambientales similares (Illoldi-Rangel, 2004; Guisan y Thuiller, 2005).

Existen diversos algoritmos que permiten hacer este tipo de predicciones, entre los que se encuentra el GARP (*Genetic Algorithm for Rule-Set Prediction*), un algoritmo genético que elige, entre varias reglas posibles, aquella que prediga mejor un tipo de variable de respuesta y selecciona la mejor aproximación estadística (Guisan y Zimmermann, 2000 citado en Illoldi-Rangel, 2004). El GARP al final genera una distribución potencial del taxon extrapolando los puntos conocidos, a aquellos puntos con características ecológicas y físicas similares a los puntos de colecta iniciales. Esta información queda disponible en un formato que al desplegarlo como un mapa puede mostrar claramente la distribución geográfica del taxon, y puede ser manipulado en sistemas de información geográfica (Illoldi-Rangel, 2004).

El factor crítico del modelo es la necesidad de contar con una buena base de datos en la que apoyarse para hacer las predicciones, y en México éstas bases se siguen construyendo. Sin embargo, se ha observado una eficiencia del programa de aproximadamente 75%, es decir, las especies están donde se predijo que estarían 75 veces de 100. La eficiencia con la que se predice la presencia de las especies parece ser mayor en grupos como los murciélagos (Illoldi-Rangel *et al.*, 2004).

Para este trabajo, se hizo una revisión de los modelos de predicción bioclimáticos de biodiversidad de mamíferos, que se obtuvo para el estado de Oaxaca por Illoldi-Rangel, (2004). Los mapas generados se encuentran en formato raster, es decir, en píxeles o celdas. Los puntos de colecta se tomaron de las colecciones científicas de México y del extranjero, y la información ambiental que se utilizó fue el tipo de vegetación, y aspectos meteorológicos como precipitación media anual, promedio diario de precipitación temperatura máxima y mínima diaria, y promedio anual de temperatura (Illoldi-Rangel *et al.*, 2004).

De las 185 especies de mamíferos que contaban con una predicción de distribución en el Estado, se identificaron 119 que estaban presentes en la zona de estudio. La presencia de estas especies fue predicha por un número diferente de modelos predictivos, que van de 1 hasta 38, por lo que se tomó como presencia altamente probable a aquellas cuyo número de modelos que las predicen fuera igual o mayor a 13. Siguiendo una modelación empírica, el punto de corte se obtuvo a través de la mediana más una desviación estándar. Esto fue debido a que la distribución del número de modelos no es normal, según las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling, Kolmogorov-Smirnov, D'Agostino Kurtosis y Ómnibus realizadas mediante el programa NCSS (Hintze, 2004). La modelación empírica tiene una semejanza teórica con la distribución normal, ya que mientras que en una distribución normal alrededor del 68% de los datos caerán dentro de una desviación estándar de la media (Freund y Simon, 1992), en esta modelación empírica el 50% de los datos corresponde a la mediana y el 18% restante es el equivalente a una desviación estándar en una distribución normal.

Los mapas fueron reclasificados con 2 valores: 0, para aquellas especies cuyos modelos predictivos oscilaron entre 0 y 12, por lo que es poco probable que se encuentren en la zona de estudio, y con 1, que corresponde a las especies cuya presencia fue predicha por 13 o más modelos, lo cual hace más probable que la especie se encuentre. Posteriormente se procedió a sumar los mapas para así estimar la riqueza de mamíferos predicha en las localidades de estudio.

### 2.3. TRABAJO EN CAMPO

Se trabajó un total de 12 días en cada localidad de estudio completando un total de 36 días muestreados. Se realizaron 9 salidas, 3 para cada comunidad cuya duración fue de 4 días aproximadamente.

Se trazaron 4 transectos, de 2km cada uno para los mamíferos y de 1 km para las mariposas. Los transectos están separados entre sí al menos 1.5 km. Dos de estos transectos se ubicaron dentro del bosque tropical perennifolio en buen estado de conservación, y los dos restantes en zonas con algún grado de perturbación. En Benito Juárez se usaron sólo 2 transectos para cada tipo de vegetación, del doble de longitud debido a las condiciones físicas del lugar.

El estado de conservación del bosque tropical perennifolio se evalúa por medio de 5 parámetros básicos (Del Castillo-Sánchez, *com. pers.*):

- 1) La presencia de especies indicadoras (*Astrocaryum mexicanum* es indicadora de un bosque en buen estado; Mendoza *et al.*, 1987, mientras que el género *Cecropia* es característico de vegetación secundaria; Álvarez-Buylla, 1990).
- 2) El grado de matorralización
- 3) La frecuencia de veredas
- 4) Altura de los árboles (igual o mayor a 30 m; Pennington y Sarukhán, 2005)
- 5) Evidencia de animales domésticos

En su conjunto, estos puntos permiten tener una medida comparativa que permite evaluar la calidad de un área de bosque tropical con respecto a otra.

Los transectos de bosque tropical perennifolio en las tres localidades de estudio se evaluaron bajo estos parámetros, salvo la presencia de las especies indicadoras, y se consideró que sí coincidían en el buen estado del bosque tropical perennifolio, ya que en los lugares donde se trabajó no existe más que una sola vereda, no se detectó la presencia de animales domésticos, la altura de los árboles era en promedio de 30 m, y tampoco hubo señales de matorralización.

Ahora bien, los transectos con vegetación perturbada se definieron de acuerdo a la presencia de acahuales arbustivos (altura de 10 a 15m) y arbóreos (altura mayor a 15m) (Jong, *et al.*, 2001), entendiendo como acahuales a la vegetación forestal que surge de manera espontánea en terrenos que estuvieron bajo un uso agrícola o pecuario en zonas tropicales (Ecoportal, 2007). Siendo así, en Agua Pescadito y Nuevo San José Río Manso los transectos perturbados estuvieron representados por



ambos tipos de acahual, mientras que en Benito Juárez sólo hubo presencia de acahuales arbustivos. Cabe mencionar que los acahuales en todas las localidades de estudio, están funcionando como una zona de amortiguamiento entre los terrenos de uso agropecuario y el bosque tropical perennifolio.

Además de la presencia de acahuales, los transectos con vegetación perturbada también se caracterizaron por la presencia ocasional de animales domésticos detectada por los rastros (heces y huellas) que deja el ganado vacuno, esto en Agua Pescadito y Nuevo Río Manso, y la presencia de matorrales en Benito Juárez.

### **2.3.1. Muestreo de mamíferos**

Para el muestreo de mamíferos se utilizaron trampas de arena o estaciones olfativas, así como la búsqueda de huellas, excretas y otros rastros como los senderos dejados por los animales, todos ellos conocidos como métodos indirectos de muestreo (Lozano *et al.*, 2002; Sánchez *et al.*, 2004).

Las trampas de arena o estaciones olfativas han sido empleadas principalmente con mamíferos de zonas templadas para detectar su presencia en un área, estimar sus movimientos, analizar su uso de hábitat y obtener índices de abundancia, aunque ha sido poco explorada como alternativa para obtener inventarios de mamíferos neotropicales (Sánchez *et al.*, 2004). Sin embargo, parece existir una mayor eficiencia al utilizar este método que al usar puntos de observación y recorridos (Sánchez *et al.*, 2004).

Entre las ventajas de usar las trampas de arena están en que el registro del animal no depende de su detectabilidad o capturabilidad y pueden registrarse especies huidizas o nocturnas, no se afecta la salud de los animales, se reduce la posibilidad de transmisión de enfermedades al no existir contacto con el animal, es una técnica fácil de aplicar en campo, y es una alternativa económica para estudiar medianos y grandes mamíferos (Drennan *et al.* 1998; Sánchez *et al.*, 2004). En contra parte, el uso de esta técnica puede llegar a dificultar la identificación de los rastros, debido a la similitud entre huellas en algunas especies (Sánchez *et al.*, 2004). Otras desventajas que presenta el método, y que se pudieron observar durante la realización del trabajo, es que se dificulta mucho el limpiar los terrenos donde se pondrán las trampas debido a que el suelo presenta muchas raíces y los terrenos son muy accidentados, además de que las lluvias lavaban las trampas impidiendo la imprenta de huellas.

Las trampas se ubicaron cada 500 m a lo largo del transecto de 2 km, y se construyeron de la siguiente manera. Primero se limpió un área de 1 mx1 m donde se ubicó la trampa con ayuda de una pala, de tal forma que las raíces, hojarasca y demás material no impidieran la impronta de la huella (Sánchez *et al.*, 2004). Posteriormente, con ayuda de una bolsa de malla, se tamizó arena o tierra para crear las camas; al centro de cada trampa se colocó el cebo, para que la huella quede plasmada no importa de donde venga el animal, y se revisó al siguiente día para ver si hubo huellas. En los casos donde se observaron huellas, se les tomó fotografías y se procedió a la identificación de los organismos mediante las guías de Aranda (2000) y Alcérreca y Robles (2005).

Se utilizó sardina y fruta como el mamey, el chayote, el chicozapote, los elotes y la yuca (UNAM, 1985), para dar oportunidad a que toda clase de mamíferos medianos y grandes se vieran atraídos hacia la trampa. La sardina es un cebo de uso frecuente cuya finalidad es atraer animales carnívoros u omnívoros (Lozano *et al.*, 2002; Cruz-Lara *et al.*, 2004), mientras que la fruta atrae al resto de los animales. El cebo se acomodó de manera alternada en las trampas de arena. Los mamíferos observados se clasificaron de acuerdo a la propuesta de Ceballos y Oliva (2005).

Durante los recorridos, se trabajó con gente de las comunidades las cuales tienen un conocimiento empírico de los animales que habitan en el bosque, y que son capaces de reconocer los rastros que dejan, debido a que es una habilidad necesaria que utilizan para cazar. En cada salida por lo general, se trabajó sólo con un guía en cada comunidad, más el equipo de trabajo que consta de 4 personas.

En el muestreo de mamíferos se recorrieron un total de 48 km durante los días de salidas en cada localidad de estudio, 24 km en el transecto con algún grado de perturbación y otro tanto para el transecto de bosque tropical perennifolio. Además, se colocaron un total de 288 trampas de arena entre las 3 localidades de estudio por 36 días de trabajo, 12 días en cada comunidad (Cuadro 1).

### **2.3.2. Muestreo de mariposas**

Para el muestreo de mariposas, se diseñó una nueva trampa con base en el diseño tradicional de una trampa de mariposas (Figura 2). Esta trampa consiste de un canasto de forma cúbica con red y aros metálicos que le dan forma, de aprox. 60 cm. de largo y 25 cm. de ancho. En la base se les adaptó un plato de plástico sostenido con velero por las asas de los canastos a una distancia aproximada de 8 cm. También se utilizó una red entomológica para mariposas con el fin de

capturarlas al vuelo y durante los recorridos de los 2km de los transectos trazados para mamíferos. Esto se hizo con el fin de completar el listado de mariposas, ya que muchas de ellas no entran a las trampas ni son atraídas por los cebos utilizados.

Se colocaron 17 trampas cada 59 m a lo largo de un kilómetro en cada uno de los transectos trazados. Las trampas se colocan de 1m a 1 ½ m del suelo (Puja-Batra, 1994), y se revisan por la mañana. El cebo utilizado para atraer a las mariposas consiste en fruta en estado de fermentación inicial. La fruta utilizada fue sandía, plátano (tabasco y dominico), y en ocasiones manzana, mango y gerber de frutas, todo en trozos y revuelto.

En total se colocaron 204 trampas para cada tipo de transecto por 12 días de trabajo, haciendo un total de 1224 trampas para las 3 localidades de estudio en 36 días de salidas a campo (Cuadro 2). Como una medida adicional, se muestreo aquellas mariposas que se encontraron durante el recorrido de los 2 transectos trazados para mamíferos (2km de bosque tropical perennifolio, y otro con bosque perturbado), que fueron 48 km por cada localidad de estudio, haciendo un total de 144 km en los 36 días de trabajo en campo.

A las mariposas capturadas se les tomó fotos y se procedió a su identificación con ayuda de las guías de campo de De la Maza (1987) y Garwood y Lehman (2005). Sin embargo, no todas pudieron ser identificadas en campo, por lo fueron colectadas con permiso de la autoridad de la localidad y se terminaron de identificar en el laboratorio de Ecología Animal con ayuda de otra bibliografía (Landman, 2001 y Luis Martínez *et al.*, 2003) y de páginas WEB especializadas en mariposas (Neotropical butterflies, 2007; Northern Prairie Wildlife Research Center, 2007; Poole, 2007; Warren *et al.*, 2007). Estas mariposas se incluyeron en la colección entomológica del CIIDIR Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional. Se colectaron un total de 20 ejemplares. Todas las mariposas se clasificaron taxonómicamente de acuerdo a De la Maza (1987).

#### **2.4. MODELO DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES**

Para poder determinar si las especies sombrilla están protegiendo un área con una alta riqueza de especies, es decir, que es biodiversa, es necesario determinar la riqueza de cada localidad de estudio a través del trabajo en campo.

Para evaluar si la muestra de la riqueza obtenida mediante el muestreo contiene a la mayoría de las especies presentes en cada localidad, se construyó el modelo de acumulación de especies de Clench (Moreno, 2001). Este modelo asume que conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, aumenta la probabilidad de adicionar nuevas especies a la muestra. Se recomienda utilizarlo en áreas grandes, o en taxa donde la probabilidad de adicionar especies es mayor conforme más tiempo se pase en campo (Moreno, 2001).

Los datos con los que se construyó el modelo corresponden a los listados obtenidos en campo para las mariposas y los mamíferos. Estos listados representan la presencia/ausencia de las especies registradas para cada localidad, y fue necesario realizar una aleatorización (100 veces, con el programa Estimates8; Colwell, 2006), para que la forma en que los datos fueron tomados no influyera en la curva resultante. El esfuerzo de muestreo se midió por días que se trabajó en campo. Una vez obtenido el listado aleatorizado, se procedió a calcular el modelo de Clench con el programa *Statistica* (StatSoft, 1996).

Su expresión matemática es:

$$S(t)=at/(1+bt) \quad a/b=\text{asíntota}$$

Donde:

S(t)-como cambia la riqueza específica conforme al esfuerzo de colecta

t- Es el esfuerzo de colecta

a- es la ordenada al origen o intercepción en Y. Representa la tasa de incremento de la lista al inicio de la colecta.

b- representa la acumulación de especies o bien, la pendiente de la curva que se origina.

La asíntota indica que aunque el esfuerzo de muestreo se incremente, el número de especies colectadas ya no cambiará, pues se ha muestreado a todas las especies presentes en un lugar dado (Moreno, 2001).

## 2.5. SIMILITUD EN LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES

Los índices de similitud/disimilitud expresan el grado en que 2 lugares son semejantes con base en las especies que en ellos habitan. Estos índices pueden

calcularse a partir de datos cualitativos y cuantitativos, o bien a través de métodos de ordenación (Moreno, 2001).

Se calculó el coeficiente de Sorensen para medir la similitud en la composición de especies entre las localidades de estudio. Este coeficiente utiliza un sistema binario de presencia/ausencia y es una medida de similitud pareada (Krebs, 1999).

El coeficiente de Sorensen ( $S_s$ ) se calculó con la expresión:

$$S_s = 2a / (2a + b + c)$$

Donde:

- a- Número de especies presentes en las localidades a y b (co-ocurrencias).
- b- Número de especies presentes en la localidad b pero no en a.
- c- Número de especies presentes en la localidad a pero no en b.

Es importante señalar que el coeficiente de Sorensen se recomienda cuando muchas especies están presentes en una comunidad, pero no lo están en una submuestra de esa comunidad (Krebs, 1999).

## 2.6. ÍNDICE DE ESPECIE SOMBRILLA (UI)

Como se ha mencionado con anterioridad, Fleishman *et al.* (2000) señalan que una especie sombrilla debe presentar tres características básicas: 1) tener un grado intermedio de rareza, 2) ser sensible a los disturbios humanos y 3) tener co-ocurrencia con otras especies. A partir de estos datos, los autores proponen un método que permite evaluar el potencial de cada especie como especies sombrilla en el contexto de una biota regional. Aunque los autores probaron este método utilizando mariposas, recomiendan realizar estudios para otros taxa (Fleishman *et al.* 2000).

### 2.6.1. Grado intermedio de rareza (Qj)

La característica 1 de una especie sombrilla, que es el grado intermedio de rareza (Qj), se calculó mediante la ocurrencia proporcional de la especie (Pj) en cada zona de estudio (n), es decir  $P_j = j/n$  donde j es la especie a evaluar y n es el número de sitios donde fue observada.

Esta es la ecuación de Baz (1991) modificada por Fleishman *et al.* (2000):

$$Q_j = 1 - P_j$$

Se dividieron los valores posibles de  $Q_j$  en tres rangos: entre 0 y 0.333, se consideró que la especie era muy común, si  $Q_j$  era entre 0.333 a 0.666 se consideró como una especie de rareza intermedia y si  $Q_j$  se aproxima a 1, la especie se consideró como rara.

### 2.6.2. Sensibilidad a disturbios humanos (DSI)

La segunda característica de una especie sombrilla, que implica la sensibilidad a disturbios humanos (DSI), se evaluó con ayuda del método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER; NOM-059-ECOL-2001), empleado por las autoridades ambientales nacionales para categorizar a las especies que son incluidas en la NOM-059-ECOL-2001. Para calcular un único valor de DSI para cada especie, se consideraron los siguientes factores: la amplitud de su distribución, el estado de su hábitat, su vulnerabilidad intrínseca y el impacto de las actividades humanas sobre sus poblaciones. Cada uno de estos factores se estimó de acuerdo con la información disponible para cada especie y en el caso de la calidad del hábitat, de acuerdo con lo que se observó en campo, de tal forma que cada valor asignado fuera lo más objetivo posible.

1) Amplitud del taxon en México.- Se refiere al porcentaje del territorio nacional en el que se encuentra la especie a evaluar. Este porcentaje se calculó utilizando la distribución registrada para cada especie y se clasificó de la siguiente manera:

- Muy restringida (< a 5% del territorio nacional)=4
- Restringida (entre el 5 y 15% del territorio nacional)=3
- Medianamente restringida (entre 15 y el 40% del territorio nacional)=2
- Ampliamente distribuida (>40 % del territorio nacional)=1

Las áreas de distribución de las mariposas y mamíferos se tomaron de De la Maza (1987) y Ceballos y Oliva (2005), respectivamente. Es importante mencionar que para muchas especies la distribución está registrada a nivel de presencia/ausencia por Estado de la República, por lo que los porcentajes mencionados se obtuvieron mediante el área de territorio que un estado representa a nivel nacional. Las áreas de los estados se obtuvieron con ayuda de cartografía obtenida de la página de CONABIO (CONABIO, 2007).

2) Estado del hábitat.- Cada organismo requiere de ciertas condiciones físicas y biológicas para desarrollarse normalmente, por lo que para garantizar su permanencia en un área dada, es necesario evaluar la calidad del hábitat existente. Esta evaluación se llevó a cabo con respecto a las características de cada localidad de estudio.

Los valores que se asignaron a este punto son:

- Hostil o muy limitante=3
- Intermedio o limitante=2
- Propicio o poco limitante=1

Se consideró a las zonas con vegetación perturbada (refiriéndose principalmente a los acahuales arbóreos) y al bosque tropical perennifolio como un hábitat limitante, ya que las zonas donde se trabajó corresponden a fragmentos de este tipo de ecosistemas que están inmersos en zonas de cultivo. Estas áreas no están bajo protección, por lo que en la medida en que persista la necesidad de abrir nuevos terrenos a la agricultura o ganadería, pueden perderse y con ellos la biota que esté presente, tal y como sucede en áreas muy cercanas a las zonas estudiadas y en otras partes de la República. Ahora bien, se decidió juntar este tipo de vegetación perturbada con el bosque tropical perennifolio debido a que corresponde a un proceso de sucesión ecológica que permitiría, si permanece sin ser nuevamente perturbado, el surgimiento de una nueva área de bosque tropical.

A aquellas especies que se encontraron preferentemente en zonas de cultivo o cercanas a los potreros y zonas con vegetación perturbada con vegetación arbustiva se les consideró que habitan en un hábitat propicio, ya que son especies que aprovechan estos lugares para alimentarse con mayor facilidad. En el caso de los mamíferos que se encontraron en este tipo de hábitat, son animales con hábitos omnívoros y que suelen adaptarse rápido a los cambios que sufre el ambiente.

3) Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxon.- Este punto corresponde al conjunto de factores relacionados con la historia o forma de vida propios del taxon, que lo hacen vulnerable. Ante la carencia de datos respecto a este punto, sobre todo en el caso de las mariposas, este parámetro se evaluó a través de la biología reproductiva y con la siguiente puntuación:

- Vulnerabilidad alta=3
- Vulnerabilidad media=2

- Vulnerabilidad baja=1

Los mamíferos se evaluaron de acuerdo al número de crías que tienen al año. Se obtuvo un promedio de las mismas, y con base en los valores obtenidos se calificó de la siguiente manera: si tiene de 1 a 2 crías, tiene una vulnerabilidad alta; si tiene entre 3 y 5 crías, tienen vulnerabilidad media, y si tienen de 6 a más crías su vulnerabilidad es baja. Esto se consideró así debido a que una especie que sólo tiene de 1 a 2 crías al año, tardará más en recuperar su población que una que se reproduce constantemente durante un año y tiene varias crías.

En el caso de las mariposas, se tomaron los meses en los que se puede observar el estadio adulto de los organismos, y que corresponde a la etapa reproductiva (De la Maza, 1987). Si la mariposa se encontró solo durante 4 meses al año, tuvo una vulnerabilidad alta; si permanece durante 8 meses, fue una vulnerabilidad media; y finalmente si se encuentra durante todo el año, la vulnerabilidad fue baja.

4) Impacto de la actividad humana sobre la especie.- Existen diversas actividades humanas que de manera directa o indirecta, tienen un efecto sobre el desarrollo de la especie. El impacto de estas actividades en la especie, se evaluó de la siguiente manera:

- Alto impacto=4
- Impacto medio=3
- Bajo impacto=2

Para los mamíferos se evaluó si son organismos que suelen tener alguna importancia para los pobladores, por ejemplo, que los utilicen como alimento o aprovechen sus pieles, en cuyo caso se consideró como especies que sufren un impacto medio. Además, si estas especies se encontraban enlistadas en la NOM-059, en la CITES o en la UICN se les asignó como de impacto alto.

En el caso de las mariposas este dato fue excluido, ya que ninguna de las especies colectadas se encuentra afectada por las actividades que se realizan en las localidades de estudio.

Una vez estimados cada uno de los cuatro factores responsables de la sensibilidad a disturbios humanos de acuerdo al método descrito, se procedió a sumarlos y a dividir cada valor entre el valor más grande calculado. Así, las especies con un alto grado de sensibilidad a disturbios humanos obtuvieron un valor de DSI de 0.666 a



1, los de sensibilidad media tuvieron valores de 0.333 a 0.666, y los de más baja sensibilidad son aquellos de 0 a 0.333.

### 2.6.3. Porcentaje de co-ocurrencia con otras especies (PCS)

Finalmente, la tercera característica de una especie sombrilla es el porcentaje de co-ocurrencia (PCS) con otras especies. Este se calculó mediante la relación entre el promedio del número de especies totales para cada sitio donde la especie de interés fue detectada, menos uno ( $n-1$ ), y el número máximo de posibles co-ocurrencias ( $n_{\max}-1$ ). Cuando el PCS fue de 0 a 0.333, se consideró que había pocas co-ocurrencias, de 0.333 a 0.666 co-ocurrencia media y de 0.666 a 1 alta co-ocurrencia.

### 2.6.4. Cálculo del índice de especie sombrilla (UI)

El índice de especie sombrilla (UI), se calculó mediante la suma de la rareza media ( $1-|0.5-Q_j|$ ), la sensibilidad a los disturbios y el promedio de porcentaje de co-ocurrencia:

$$(1-|0.5-Q_j|)+DSI+PCS$$

En el caso de los mamíferos se consideró que una especie tenía potencial como sombrilla si su valor de UI era mayor o igual a la media más una desviación estándar (Fleishman *et al.*, 2000). En el caso de las mariposas no fue posible determinar su potencial como especies sombrillas de esta manera, debido a que los datos de UI para todas las especies de mariposas no seguían una distribución normal. Por lo anterior, se consideró que una especie tenía potencial como sombrilla si su valor de UI era mayor que la mediana más 18% de los datos, que es un equivalente de la media más una desviación estándar.

## 2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para realizar los análisis estadísticos, se recurrió a la estadística no paramétrica, la cual se recomienda cuando se cuenta con un grupo pequeño de datos para el análisis, o bien, cuando estos no siguen una distribución normal (Scheffler, 1981).

### **2.7.1. Correlación entre Qj, DSI y PCS**

Se decidió evaluar con el estadístico de Spearman,  $\rho$  (rho), si los valores calculados de las 3 características básicas de las especies sombrillas (Qj, PCS y DSI) están relacionadas. Este método es utilizado cuando los datos no siguen una distribución normal o bien, si existe la suposición de que los datos derivan de un sistema de rangos (Scheffler, 1981). Tal es el caso de la sensibilidad a disturbios humanos DSI.

El coeficiente de Spearman oscila entre -1 y +1, indicando asociaciones negativas o positivas, respectivamente. Si la  $p < 0.05$ , entonces la correlación es significativa. El cero significa que no existe una correlación (Hammer y Harper, 2006).

### **2.7.2. Correlación entre la riqueza específica y las especies sombrilla**

Para averiguar si existe una relación entre la riqueza específica total y la riqueza de especies sombrilla, se recurrió al estadístico de Kendall. Este estadístico se define como el número de pares concordantes menos el número de pares discordantes, normalizados en el intervalo de -1 a +1. Si la  $p < 0.05$ , entonces la correlación es significativa (Hammer y Harper, 2006).

Este análisis se realizó para cada localidad, para los 2 tipos de transecto (perturbado y de bosque tropical perennifolio), y para todo el conjunto de datos.

### **2.7.3. Correlación entre las distancias geográficas entre localidades y la composición de riqueza de especies y las especies sombrilla**

Con el fin de incluir el espacio geográfico como variable que influye en la composición de especies, se recurrió a la correlación de Mantel ( $Z_m$ ). Esta prueba estima el grado de correlación existente entre una matriz modelo,  $X$  y una matriz de respuesta,  $Y$ . La hipótesis nula ( $H_0$ ) de esta prueba postula que las distancias/similitudes entre las variables de  $Y$  no están linealmente correlacionados con las correspondientes distancias/similitudes en  $X$ . Por lo tanto se trata de evaluar si la asociación (positiva o negativa) es mejor de lo que cabría esperar por puro azar (López de Luzuriaga y Olano, 2006).

La matriz modelo  $X$ , se construyó como una matriz de 3 columnas por 3 filas cuyos valores corresponden a la distancia entre las 3 localidades de estudio (Cuadro 3). Se construyeron 4 matrices de respuesta  $Y$ . Las dos primeras fueron con respecto a la distancia euclidiana en composición de especies compartidas tanto para

mamíferos y mariposas entre las localidades de estudio (Cuadros 4 y 5), las otras dos se construyeron con respecto a la distancia euclidiana en composición de especies sombrilla para los mismos taxa (Cuadros 6 y 7). La correlación entre matrices se realizó con un macro habilitado de Excell, el XLSTAT 2007 (Addinsoft, 2007).

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 REVISIÓN DEL MODELO DE PREDICCIÓN BIOCLIMÁTICA

Iloldi-Rangel (2005), presentó los mapas que obtuvo a través de la aplicación de los modelos de predicción bioclimáticos para 185 especies de mamíferos del estado de Oaxaca, pertenecientes a 10 ordenes y 27 familias. Dichos mapas sirvieron de base en este trabajo, para hacer una aproximación de cual es la riqueza específica de este taxon dentro del área de estudio. De las 185 especies, el modelo predijo la presencia de 119 en alguna de las 3 localidades de estudio. Sin embargo, una de las características del método empleado para predecir la distribución potencial en el trabajo de Iloldi-Rangel (2005), es que cada especie puede ser predicha por un número diferente de modelos. En este caso, este número variaba entre 1 y 38. Por esa razón, se procedió a establecer un número mínimo de modelos a partir del cual la predicción acerca de la presencia de la especie se tomaría como más certera; este número mínimo se obtuvo a partir de la mediana más una desviación estándar (13 iteraciones) Por lo tanto, las especies que eran predichas por 13 o más modelos se consideraron como presentes en el área de estudio. Esto incluyó un conjunto de 48 especies, ubicadas en 9 ordenes y 19 familias, de las cuales 15 corresponden a mamíferos de talla media y grande (Cuadro 8).

Los grupos más numerosos correspondieron al orden Chiroptera, particularmente a la familia Phyllostomidae, seguidos del orden Rodentia, siendo la familia Muridae la más numerosa. El orden Carnivora estuvo representado por un total de 6 especies, el orden Artiodactyla por 2 y el orden Primates por una. En Benito Juárez hubo un total potencial de 32 especies que pertenecen a 17 familias; San Rafael Agua Pescadito presentó una riqueza potencial de 27 especies pertenecientes a 13 familias, mientras que Nuevo San José Río Manso obtuvo un total potencial de 39 especies correspondientes a 17 familias (Cuadro 8).

En la Figura 3 se puede observar como se distribuye la riqueza específica potencial de los mamíferos a través de las 3 localidades de estudio, siendo Nuevo San José Río Manso la localidad potencialmente más rica respecto a este rubro y seguida de Benito Juárez.

Es importante señalar que algunos felinos que son reconocidos por los pobladores de San Rafael Agua Pescadito y Nuevo San José Río Manso, como es el caso del jaguar (*Panthera onca*) y la onza (*Herpailurus yagouaroundi*), no fueron especies que hayan sido predichas por los modelos bioclimáticos, y lo mismo sucede con una

especie de roedor, el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), que es incluso un alimento habitual para estas comunidades.

### 3.2 TRABAJO EN CAMPO

#### 3.2.1. Muestreo de mamíferos

Se identificaron un total de 16 especies de mamíferos correspondientes a 7 ordenes y 14 familias (Cuadro 9). Los ordenes identificados fueron Didelphimorphia, Xenarthra, Primates, Carnivora, Artiodactyla, Rodentia y Lagomorpha, donde el Orden Carnivora fue el más numeroso con 4 familias, Procyonidae, Felidae, Mephitidae y Canidae, que incluían a 6 especies. Los ordenes Didelphimorphia, Primates y Lagomorpha, solo presentaron una familia con una especie cada una. El orden Rodentia presentó 3 familias, Dasyproctidae, Cuniculidae y Sciuridae. Finalmente los ordenes Xenarthra y Artiodactyla tuvieron 2 familias cada uno que los representaron, Myrmecophagidae y Dasypodidae en Xenarthra, y Tayassuidae y Cervidae en Artiodactyla todos con una especie cada uno. De las especies registradas, la presencia de 6 fue predicha por el modelo de Illoldi-Rangel (2004).

Las especies se registraron de la siguiente manera: 4 en Benito Juárez, 12 en Agua Pescadito y 6 en Nuevo Río Manso. Como se puede observar en el Cuadro 10, no hay especies que se presenten en las 3 las localidades de estudio, aunque hay 6 especies que sí se comparten en 2 de las mismas. *Sciurus deppai* (ardilla) y *Herpailurus yagouaroundi* (onza) que se localizan en Benito Juárez y Agua Pescadito, mientras que *Dasyprocta mexicana* (cerete), *Cuniculus paca* (tepezcuintle), *Tayassu tajacu* (pecarí de collar) y *Potos flavus* (martucha) se encuentran en Agua Pescadito y Nuevo Río Manso.

En cuanto al tipo de transecto en el cual se encontró a los mamíferos, se observaron 14 especies de mamíferos en las zonas de bosque tropical perennifolio y 13 en vegetación perturbada, lo cual no parece ser una diferencia significativa entre ambos transectos (Cuadro 11).

San Rafael Agua Pescadito fue la localidad donde se registró el mayor número de especies de mamíferos, y la mayoría de ellas pueden encontrarse en ambos tipos de transectos, 12 en bosque tropical perennifolio y 11 en transectos con vegetación con algún grado de perturbación. La diferencia entre estos dos transectos, la dio la presencia del *Herpailurus yagouaroundi* (onza), que se observó en un transecto de bosque tropical perennifolio (Cuadro 11).

En Nuevo San José Río Manso se observaron las huellas de 5 especies de mamíferos en bosque tropical perennifolio, y de 3 en los transectos con algún grado de perturbación y cerca de zonas abiertas. Esta localidad fue la única en donde se observó al mono araña (*Ateles geoffroyi*) en los transectos de bosque tropical, además que este mono es una especie incluida en NOM-059-ECOL-2001 como especie en peligro de extinción y por CITES en su apéndice I. En esta localidad también se detectaron rastros de zorrillo (*Conepatus leuconotus*) en un transecto de bosque perturbado. El zorrillo sólo fue registrado en esta localidad, a pesar de ser una especie con distribución amplia (Ceballos y Oliva, 2005). En Benito Juárez se detectó la presencia de 4 especies. *Nasua narica* (coatí) y *Herpailurus yagouaroundi* (onza) en bosque tropical perennifolio, y *Sciurus deppei* (ardilla) y *Canis latrans* (coyote) en transectos perturbados. *Nasua narica* y *Canis latrans* solo se encontraron en esta localidad (Cuadro 11).

En el Cuadro 11 se puede observar que en el bosque tropical perennifolio se encontraron 5 especies compartidas entre 2 de las localidades, *Potos flavus* (martucha), *Dasyprocta mexicana* (cerete), *Cuniculus paca* (tepezcuintle), *Tayassu tajacu* (pecarí de collar) y *Herpailurus yagouaroundi* (onza); mientras que en el bosque con algún tipo de perturbación fueron sólo 3, nuevamente *D. mexicana* y *C. paca*, además de *Sciurus deppei* (ardilla).

### 3.2.2. Muestreo de mariposas

Se colectó un total de 92 especies de lepidópteros correspondientes a 13 familias (Cuadro 12). De las familias encontradas, hubo 2 que solo incluyen una especie. Una es la familia Ithomidae con *Greta morgane* y la otra corresponde a la familia Morphidae con la especie *Morpho helenor moctezuma*, mariposa a la que se conoce comúnmente como morfo azul, la familia más numerosa fue Nymphalidae que esta representada por 33 especies. La familia Pieridae fue la segunda más numerosa con 8 especies, y después siguieron las familias Charaxidae y Brassolidae con 7 y 6 especies respectivamente. El resto de las familias presentaron entre 3 y 4 especies.

En Benito Juárez se encontraron 60 especies, 56 en Agua Pescadito y 40 en Nuevo San José Río Manso (Cuadro 13). En todas, la familia mejor representada fue Nymphalidae. Es importante señalar que la mayoría de las especies registradas corresponden a aquellas que se encontraron en transectos con vegetación perturbada, y son en su mayoría especies que se colectaron por medio de una red entomológica y no por medio de las trampas de mariposas.

De las 92 especies totales de mariposas registradas, hay 22 especies que solo se comparten entre las 3 localidades de estudio, y 20 que se comparten entre solo 2 de ellas. Entre Benito Juárez y Agua Pescadito hay 31 especies que se comparten; en Agua Pescadito y Nuevo Río Manso son 26, y 28 entre Benito Juárez y Nuevo Río Manso (Cuadro 13).

En los transectos de bosque tropical perennifolio se encontró una riqueza de 40 especies, 20 en Benito Juárez, 24 en Agua Pescadito y 13 en Nuevo Río Manso (Cuadro 14). *Caligo memnon*, *Archaeoprepona demophon*, *Morpho helenor moctezuma*, *Catonephele mexicana* y *Myscelia cyaniris*, se encuentran en las 3 localidades, mientras que *Consul fabius cecrops*, *Biblis hyperia*, *Hamadryas amphinome*, *H. feronia* y *H. guatemalena* sólo se encontró en Agua Pescadito y Benito Juárez, y *H. februa* y *Paraeuptychia ocirrhoe* se encontraron en esta última y en Nuevo Río Manso. No se encontró a ninguna especie que compartan Nuevo Río Manso y Pescadito.

Las zonas de vegetación perturbada presentaron 86 especies en total, el doble que para las zonas de bosque tropical perennifolio (Cuadro 14). De estas, 18 se encontraron en las 3 localidades muestreadas, mientras que 20 se encontraron en 2 de ellas. *Opsiphanes invirae*, *Dynamine glauce*, *Hamadryas amphinome*, *H. iphthime*, *Myscelia cyaniris*, *Nessaea aglaura*, *Nica flavilla*, *Smyrna blomfieldia datis* y *Paraeuptychia ocirrhoe* son especies que se encontraron tanto en Benito Juárez como en Agua Pescadito. *Archaeoprepona demophon*, *Euptoieta hegesia* y *Heraclides cresphontes*, solo se encontraron en Agua Pescadito y Nuevo Río Manso. Finalmente hubo 7 especies que compartieron Benito Juárez y Nuevo Río Manso, *Danaus gilippus*, *Agraulis vanillae*, *Heliconius erato*, *Anartia jatrophae*, *Mimoides phaon*, *Eurema daira* y *Taygetis thamyra*.

### 3. 3. MODELO DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

#### 3.3.1. Mamíferos

El modelo de Clench mostró que en las tres localidades de estudio se encontró a más del 50% de las especies esperadas (Cuadro 15). En Benito Juárez hicieron falta 2 especies para alcanzar la asíntota, lo que señala que el 66.66% de las especies que el modelo predice se registraron (Figura 4). Las otras 2 comunidades tuvieron entre el 80% y el 86% de las especies esperadas, y de acuerdo a la asíntota calculada en ambos casos, solo hicieron falta 3 especies en San Rafael Agua

Pescadito, y una en Nuevo Río Manso para alcanzar el total predicho por el modelo (Figuras 5 y 6 respectivamente).

### 3.3.2. Mariposas

El modelo de acumulación de especies construida para las mariposas con el modelo de Clench, señala que aún falta muestrear para alcanzar la asíntota en las 3 localidades de colecta. Nuevo San José Río Manso fue la localidad en la que se encontró 82% de las especies esperadas (Figura 7), es decir, faltaron de registrar 9 especies para alcanzar la asíntota. En Benito Juárez y Agua Pescadito se registró a entre el 78% y 79% de las especies esperadas por el modelo (Figuras 8 y 9 respectivamente). En ambos casos hacen falta aproximadamente 20 especies para alcanzar la asíntota. En el Cuadro 15 se observan los valores de las asíntotas contempladas por el modelo de Clench, así como los resultados observados en campo.

## 3.4. SIMILITUD EN LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES

### 3.4.1. Mamíferos

El índice de Sorensen mostró que la similitud en especies de mamíferos entre localidades es menor al 44%. Incluso, en el caso de la comparación entre Benito Juárez y Nuevo San José Río Manso, La similitud es nula ya que no compartieron ninguna de las especies de mamíferos encontradas en este estudio ( $S_s = 0$ , Cuadro 16).

La similitud más grande entre comunidades, se dio entre Río Manso y Agua Pescadito, al compartir poco menos de la mitad de las especies observadas en campo ( $S_s = 0.44$ , Cuadro 16), siendo el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), el cerete (*Dasyprocta mexicana*), el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*) y la martucha (*Potos flavus*) las especies compartidas.

La similitud de especies entre Agua Pescadito y Benito Juárez es de apenas 25% ( $S_s = 0.25$ ), ya que sólo hubo 2 especies que comparten ambas. Estas especies son la onza (*Herpailurus yagouaroundi*) y la ardilla (*Sciurus deppei*).



### 3.4.2. Mariposas

El índice de similitud de especies de Sorensen mostró que las 3 localidades de estudio son semejantes al menos en el 50% de las especies de mariposas que se colectaron, la mayoría de ellas pertenecieron a las familias Nymphalidae, Morphidae, Charaxidae, Heliconiidae y Pieridae (Ver Cuadro 16). Entre Benito Juárez y Nuevo Río Manso hubo una similitud de poco más de la mitad de las 72 especies que se encontraron en ambos sitios ( $S_s=0.56$ ). Estas localidades compartieron 28 especies y 44 son únicas. En Agua Pescadito y Benito Juárez el índice de Sorensen fue 0.5517, donde 32 especies fueron compartidas, y 52 más estuvieron en alguna de estas localidades. Las especies compartidas provienen la mayoría de la familia Nymphalidae.

Finalmente entre Agua Pescadito y Nuevo Río Manso el índice de Sorensen fue de 0.54166, comunidades en donde se encontró un total de 84 especies, de las cuales 26 se comparten y 44 son únicas. Nymphalidae sigue siendo la familia que más especies compartió.

### 3.5. ÍNDICE DE ESPECIES SOMBRILLA (UI)

#### 3.5.1. Mamíferos

Para evaluar la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) en los mamíferos, se recurrió a los criterios del Método de Evaluación de Especies en Riesgo (MER) descrita en la sección de métodos. Los valores del estado del hábitat y del estado de conservación, corresponden a las apreciaciones que se hicieron en campo, por lo que su valor es diferente entre localidades. El Cuadro 17 muestra para cada especie las características evaluadas, y el valor asignado se muestra en el Cuadro 18. La suma de las características del MER más alta fue la de *Dasyprocta mexicana* (sumatoria MER=15), por lo que fue este valor sobre el cual se dividió la sumatoria del resto de las especies.

Finalmente el Cuadro 19 muestra los valores obtenidos en el porcentaje de co-ocurrencia y en la rareza media, así como el porcentaje de disturbios humanos. Con estos valores se procedió a evaluar el Índice de especie sombrilla UI. Para ser considerada una especie sombrilla, un mamífero debió presentar un UI mayor o igual a 2.280 (este es el valor obtenido de la media de los datos más una desviación estándar). Hubo 2 especies de mamíferos cuyos valores de UI permitieron considerarlas especies sombrilla, *Dasyprocta mexicana* (cerete) y

*Mazama americana* (temazate) (Cuadro 20 y Figuras 10 y 11), las cuales al inicio de este trabajo se consideró podrían cumplir esa función. Es importante señalar que el temazate solo fue visto en Agua Pescadito.

Las otras especies que al inicio del trabajo se consideraba podrían llegar a ser especies sombrilla son la martucha (*Potos flavus*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*). Sin embargo, los valores de UI estuvieron por debajo del estándar (UI= 2.033 para ambas especies; Cuadro 19), debido sobretodo a que presentan un valor bajo en la co-ocurrencia (PCS<0.5).

### 3.5.2. Mariposas

El Cuadro 21 muestra las características que fueron tomadas en cuenta para asignar el valor a la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) a cada especie de mariposa colectada en este trabajo. Debido a que las mariposas presentan una carencia importante de datos con respecto a los mamíferos, en este caso sólo se tomó en cuenta el estado del hábitat, la distribución en México y la biología reproductiva de la especie para evaluar el DSI. Es importante señalar que se encontraron muchas especies para las que no existen todos los datos aquí evaluados, por lo que los cálculos se realizaron únicamente con la información disponible. El Cuadro 22 muestra los valores evaluados, donde *Thecla minya* y *Temenis laothoe*, la primera de la familia Lycaenidae y la segunda de la familia Nymphalidae, son las que presentaron la sumatoria más alta (suma=8), por lo que fue con este valor con el que se dividió a los demás. El que estas especies presentaran un valor de DSI tan alto, se debe entre otras cosas, a que tienen una distribución muy restringida, y su biología reproductiva según los valores asignados son de vulnerabilidad alta, pues el estado adulto sólo se encuentra durante 4 meses al año. El DSI obtenido para cada especie se muestra en el mismo Cuadro 22.

Los valores obtenidos en el porcentaje de co-ocurrencia y en la rareza media, así como el porcentaje de disturbios humanos, se muestran en el Cuadro 23. Para ser considerada una especie sombrilla, una mariposa debía presentar un UI mayor o igual a 1.997 (obtenido de la mediana de los datos más una desviación estándar). Aplicando este criterio a las 92 especies de mariposas encontradas, 34 resultaron ser especies sombrilla. Estas especies pertenecieron a las familias Brassolidae, Charaxidae, Heliconiidae, Hesperidae, Ithomiidae, Lycaenidae, Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae. Esta última es la familia que contiene más especies sombrilla, con 17 (Cuadro 23).

De las 34 especies sombrillas encontradas destacan 5 especies del género *Hamadryas*, cuyas especies se consideraban desde un principio era posible que pudieran tener esta función. Agua Pescadito presenta el mayor número de especies sombrilla con 21, 15 en vegetación perturbada y 14 en no perturbados. Le sigue Benito Juárez con 17, de las cuales 16 corresponden a zonas con vegetación perturbada y 7 a bosque tropical perennifolio. Nuevo Río Manso presentó 2 especies sombrilla, únicas para vegetación con algún grado de perturbación (Cuadro 24).

### **3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

#### **3.6.1. Correlación entre Qj, DSI y PCS**

La correlación de Spearman ( $\rho$ ) permitió establecer si existe alguna relación entre las 3 características básicas de las especies sombrillas (Qj, PCS y DSI) y en qué grado se presenta esta. En el análisis realizado parece no existir ningún tipo de relación en la mayoría de los casos, salvo en el análisis realizado entre la Qj y DSI obtenida en mariposas ( $\rho=0.45$ ,  $P=0.27$ ; Cuadro 25).

La correlación entre DSI y PCS no fue significativa ( $\rho=0.12$ ,  $P=0.65$  en mamíferos y  $\rho=0.13$ ,  $P=0.27$  en mariposas), por lo que la alta o baja sensibilidad a los disturbios humanos no está influyendo en el porcentaje de co-ocurrencia que se obtuvo con otras especies en ninguno de los 2 taxa evaluados.

La correlación entre Qj y DSI tampoco fue estadísticamente significativa ( $\rho=0.17$ ,  $P=0.52$  en mamíferos y  $\rho=-0.06$ ,  $P=0.57$  en mariposas), ni en el caso entre Qj y PCS obtenidos para mamíferos ( $\rho=-0.42$ ,  $P=0.10$ ).

#### **3.6.2. Correlación entre la riqueza específica y las especies sombrilla**

##### **3.6.2.1. Mamíferos**

La correlación de Kendall permitió establecer la relación existente entre la riqueza específica total y la riqueza de especies sombrilla, con base en las especies colectadas por localidad (Cuadro 26), y tipo de vegetación, es decir, las especies encontradas tanto en el bosque tropical perennifolio como en la vegetación perturbada (Cuadro 27).

La correlación de Kendall mostró también una correlación significativa ( $p<0.05$ ) entre la riqueza de especies y las especies sombrilla encontradas en Nuevo San

José Río Manso ( $\text{Tau}=0.3330$ ,  $P<0.05$ ) en primer lugar. En segundo lugar entre la riqueza de especies y las especies sombrilla en el transecto con algún grado de perturbación igualmente en Nuevo San José Río Manso ( $\text{Tau}=0.5773$ ,  $P<0.01$ ). Otra correlación significativa se dio entre la riqueza de especies y las especies sombrilla encontradas en los transectos con algún grado de perturbación en las 3 localidades de estudio ( $\text{Tau}=0.4464$ ,  $P<0.001$ ), y la última correlación se dio al analizar la riqueza de especies y las especies sombrilla en transectos tanto de bosque tropical perennifolio como con algún grado de perturbación en los 3 sitios de estudio ( $\text{Tau}=0.3126$ ,  $P=0.0001$ ) (Cuadro 28).

No existe una correlación entre la riqueza de especies hallada en los 24 transectos trazados en Agua Pescadito y las especies sombrilla evaluadas, lo que sugiere que ambas variables son independientes (Cuadro 28). En el caso de Benito Juárez, al no existir mamíferos considerados sombrilla, este cálculo no se pudo llevar a cabo.

### 3.6.2.2. Mariposas

En lo que respecta a mariposas, los análisis obtenidos para cada localidad, tipo de vegetación y sin distinguir entre estos, mostraron que existe una correlación positiva entre las 2 variables.

Los Cuadros 29 y 30 muestran la riqueza de especies y de sombrillas obtenida por transectos en cada localidad de estudio, así como por tipo de vegetación. De acuerdo con este análisis, existe una correlación positiva entre la riqueza de especies y las especies sombrilla en las 3 localidades de estudio. Agua Pescadito fue la que tuvo una mayor correlación ( $\text{Tau}=0.6178$ ,  $P<0.00001$ ), y a continuación fue Benito Juárez ( $\text{Tau}=0.6178$ ,  $P<0.00001$ ). En ambas existe una riqueza específica grande, al igual que de especies sombrilla. En el caso de Nuevo Río Manso la correlación fue de poco menos de 0.5 ( $\text{Tau}=0.4923$ ,  $P<0.001$ ; Cuadro 31).

También existe una correlación a nivel del tipo de vegetación entre localidades. Por ejemplo, en los transectos de bosque tropical perennifolio, Agua Pescadito presenta la correlación más alta ( $\text{Tau}=0.8576$ ,  $P=0.0001$ ) y nuevamente Benito Juárez la sigue en 2º lugar ( $\text{Tau}=0.6270$ ,  $P<0.01$ ). En Nuevo Río Manso no se pudo realizar el análisis, ya que no hubo especies sombrilla en este tipo de vegetación (Cuadro 31). En los transectos con vegetación perturbada, Benito Juárez presentó la correlación más alta ( $\text{Tau}=0.7604$ ,  $P<0.001$ ), seguida por Agua Pescadito y Nuevo San José Río Manso ( $\text{Tau}=0.7071$ ,  $P<0.001$  y  $\text{Tau}=0.6550$ ,  $P<0.01$ , respectivamente).

Cuando se tomó a los tipos de vegetación para el análisis, sin hacer distinciones entre localidades, la correlación también existió, siendo más alta cuando se trataba de la vegetación perturbada ( $Tau=0.7387$ ,  $P< 0.0001$ ) (Cuadro 31). El análisis sin distinguir entre localidades, ni tipo de vegetación, mostró que existe una correlación estadística significativa, aunque no tan alta ( $Tau=0.4057$ ,  $P<0.0001$ ).

### **3.6.3. Correlación entre las distancias geográficas entre localidades y la composición de riqueza de especies y las especies sombrilla**

El análisis hecho a partir de la distancia geográfica y las distancias euclidianas en especies compartidas y especies sombrilla (Cuadros 3, 4, 5, 6 y 7), señaló que existe una relación significativa estadísticamente entre los cuadros, y que esta es de tipo negativo en todos los casos. La correlación entre las distancias geográficas y las especies de mamíferos compartidas fue estadísticamente significativa y de tipo negativo ( $Z_m= -0.973$ ,  $p<0.0001$ ), al igual que la correlación existente entre las distancias geográficas y las especies sombrilla de mamíferos compartidas y las especies de mariposas compartidas ( $Z_m= -0.96$ ,  $p<0.0001$  en ambos casos). Las especies sombrillas en mariposas también tuvo una correlación significativa y negativa con las distancias geográficas entre localidades de estudio ( $Z_m= -0.929$ ,  $p<0.0001$ ; Cuadro 32).

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

### 4.1. MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Mientras que los modelos de predicción bioclimática de Illoldi-Rangel (2005) predicen 48 especies para la zona de estudio, de las cuales 15 corresponden a mamíferos medianos y grandes, con el trabajo en campo se encontraron 16 especies. Visto de esta manera, no parece haber diferencias entre lo encontrado en campo y lo predicho por estos modelos. Sin embargo, 12 de las especies de mamíferos medianos y grandes que predice el modelo son diferentes a lo observado en campo, y la mayoría de esas diferencias se presentan en el orden Carnivora, donde *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris), *Leopardus pardalis* (ocelote), *Leopardus wiedii* (tigrillo), *Eira barbara* (viejo de monte) y *Bassariscus sumichrasti* (cacomixtle) son especies que no se pudieron observar en campo, aunque algunas de ellas como el caso de *Eira barbara* y *Leopardus wiedii*, son señaladas por los pobladores de las localidades de estudio como parte de la fauna local. Además de estas diferencias, los modelos de Illoldi-Rangel (2005) no predijeron la presencia de *Herpailurus yaguarundi* ni de *Cuniculus paca* dentro de las localidades de estudio. Sin embargo, durante las salidas a campo se comprobó la presencia de ambas especies.

Las diferencias entre lo encontrado en el modelo, y lo observado en campo, pueden deberse a varios factores tales como que el esfuerzo de colecta realizado no fue suficiente, los cebos propuestos no hayan sido los adecuados, o simplemente a que sean especies muy difíciles de observar como ocurre en el caso de *Eira barbara* (Ceballos y Oliva, 2005), además de los problemas inherentes al uso de modelos de predicción bioclimática (Guisan y Thuiller, 2005; Soberón y Peterson, 2005), los cuales se mencionan a continuación.

Las predicciones de los modelos bioclimáticos pueden ser erróneas debido a que los datos con los que se alimenta el programa presentan problemas importantes. Por ejemplo, los puntos de colecta que se utilizan para la predicción de distribución de los taxa, estos suelen tener una carencia importante de información, debido a que muchas de las bases que se utilizan contienen datos históricos que pocas veces son actualizadas (Guisan y Thuiller, 2005; Soberón y Peterson, 2005). En el caso del trabajo de Illoldi-Rangel (2005), los datos que se usaron para generar estos modelos, provienen de las bases históricas y actuales de varias colecciones mexicanas, por lo que no están exentas de estos problemas.

Por otra parte, existen muchas cartas climatológicas cuyos datos son resultados de extrapolaciones entre sitios, debido a que no todas las estaciones climatológicas que hay en el país funcionan de manera adecuada, por lo que los datos pierden veracidad. Las cartas usadas por Illoldi-Rangel *et al.* (2004) provienen de la cartografía de la CONABIO, y datan de 1998. Otra cosa que se debe tomar en cuenta es que las cartas están a escalas grandes que no siempre reflejan los microclimas, y esto puede influir en que los animales no se encuentren aunque el modelo prediga que si están. De la misma forma, la escala de la cartografía que se utilizó para poder hacer este modelaje, y que es la que generalmente se maneja para estos programas, suele ser de 1:250, 000, lo que es en realidad una escala muy grande comparado con la manera puntual en que deberían presentarse esos datos, por lo que la incompatibilidad de escalas presenta otro problema (Guisan y Thuiller, 2005; Soberón y Peterson, 2005).

## **4.2. LISTADOS OBTENIDOS EN CAMPO**

### **4.2.1. Mamíferos**

Como se ha mencionado, se registraron entre las 3 localidades de estudio un total de 16 especies de mamíferos medianos y grandes. En la localidad de Agua Pescadito se encontraron 12 especies, mientras que en Nuevo Río Manso y Benito Juárez fueron solo 6 y 4 especies respectivamente. De acuerdo con el modelo de Clench, parece que se registraron a la mayoría de los mamíferos medianos y grandes que están en cada localidad conforme al esfuerzo de muestreo realizado, y sin embargo hacen falta más especies de acuerdo con el listado que produjeron los modelos bioclimáticos de Illoldi-Rangel (2005). Lo que es más, la gente de las localidades señaló la presencia de más mamíferos en las áreas de bosque tropical. Aunado a esto, García-Mendoza *et al.* (2004), mencionan la presencia de aproximadamente 52 especies de mamíferos medianos y grandes para el estado de Oaxaca.

Se debe recordar que para el modelo de Clench, la probabilidad de adicionar una nueva especie aumentará, conforme más tiempo dure el muestreo en campo (Moreno, 2001), por lo que las estimaciones de riqueza de especies están fuertemente influidas por el esfuerzo de colecta realizado. Es altamente probable que el esfuerzo de colecta haya sido insuficiente en la zona de estudio, sobretodo en Benito Juárez y Nuevo Río Manso, donde se obtuvo el menor registro de mamíferos.

Con respecto a las diferencias en la composición de mamíferos entre sitios, esta fue muy variable. Por ejemplo, la similitud más alta ocurrió entre Nuevo Río Manso y Agua Benito Juárez (44%), mientras que entre esta última y Benito Juárez la similitud fue muy baja (25%), debido en parte a que en Benito Juárez se encontraron sólo 4 especies.

Estas diferencias en cuanto a la riqueza de mamíferos está ligada a las particularidades ambientales que presenta cada zona de estudio. Por ejemplo, Agua Pescadito es la zona con una mayor cobertura vegetal en buen estado de conservación, lo cual implica que los animales tienen las condiciones adecuadas para poder subsistir. En cambio, Benito Juárez es una comunidad que ha explotado en mayor medida los bosques tropicales, y la fauna que ahí subsistía cada vez es menos o se encuentra en densidades muy bajas. Esto pudo haber provocado que el esfuerzo de muestreo haya sido insuficiente para poder registrarlas. Así parecen sugerirlo los resultados del modelo de Clench para los mamíferos en Benito Juárez, donde la riqueza de especies se encuentra más lejos de la asíntota comparada con los otros dos sitios.

Dentro de este contexto, existen especies como *Mazama americana*, *Cuniculus paca* y *Dasyprocta mexicana*, que se dicen son exclusivas de bosque tropical perennifolio (Gallina, 2005, Ortega-R. y Arita, 2005; Arita, 2005), y que fueron registradas también en zonas con vegetación perturbada. A pesar de esto, no se puede concluir que los animales prefieran estar en zonas perturbadas que en el bosque tropical perennifolio, si no más bien hay que considerar 2 alternativas: en primer lugar puede ocurrir que en el bosque tropical no estén obteniendo el suficiente alimento por lo que tienen que buscar alternativas en su alimentación, y en segundo lugar es posible que en las zonas perturbadas tal vez tengan la oportunidad de conseguir alimento más fácilmente y en mayor abundancia en alguna época del año, que coincidió con las salidas realizadas. En el caso de *Dasyprocta mexicana*, Arita (2005) menciona que esta especie es muy perseguida por las personas debido a que este animal daña los cultivos de maíz. Durante los recorridos en campo, se observó recurrentemente las huellas de *Dasyprocta mexicana*, *Cuniculus paca* y *Mazama americana*, cerca de las zonas de cultivo de yuca. En otras plantas como la hierbabuena que crece en estas zonas, también se vieron los rastros que dejaron estos animales. Sin embargo, con la información obtenida no se puede distinguir entre las 2 opciones planteadas, por lo que se sugiere realizar estudios de densidad poblacional.



Ante esta situación, parece que no basta con proteger las zonas de bosque tropical perennifolio, sino igualmente se debe proteger las zonas de amortiguamiento entre las parcelas y el bosque en buen estado.

#### 4.2.2. Mariposas

Conforme al trabajo realizado en campo, se encontraron 92 especies de mariposas en la zona de estudio, siendo la familia Nymphalidae la que tiene un mayor número de especies (33 especies). La localidad en la que se registró la mayor cantidad de especies fue Benito Juárez con 66 especies, seguida por Agua Pescadito con 56 especies y al final Nuevo San José Río Manso con 40 especies; entre todas las localidades existe una similitud de más del 50% en composición de especies. El tipo de vegetación que más especies registró fue la vegetación perturbada con 86 contra 40 registradas en el bosque tropical perennifolio. De acuerdo al modelo de acumulación de especies, en todas las localidades hubo un déficit entre las mariposas esperadas y las observadas, lo que sugiere que el esfuerzo de colecta debe aumentarse. Sin embargo, del total de especies de mariposas colectadas, 34 pueden ser consideradas sombrillas conforme al índice de especies sombrilla (ver más adelante, sección 4.3.2.).

La comparación de los resultados de este trabajo con otros listados de especies de lepidópteros cercanos a la zona de estudio también sugiere que el esfuerzo de colecta debe aumentarse. Por ejemplo, De la Maza (1987) presenta un total de 121 especies para el municipio de Jacatepec, que es un área vecina al municipio de Valle Nacional donde se encuentra Agua Pescadito, así como de Tuxtepec, que es donde se encuentra Benito Juárez. En este trabajo, se encontró un total de 56 y 60 especies respectivamente, prácticamente la mitad de lo registrado por De la Maza (1987).

Así mismo, Martínez *et al.* (2004), presentan un número aún mayor de especies de lepidópteros en regiones muy cercanas a Tuxtepec y Valle Nacional. Tal es el caso de Cerro Armadillo con 197 especies y que es una localidad vecina a San Rafael Agua Pescadito. Para los municipios de Chiltepec, Jacatepec y Tuxtepec, estos mismos autores citan una riqueza específica de mariposas de 334, 133 y 149 especies, muy superior a lo encontrado en campo. Estas diferencias tan grandes en registros de mariposas pueden deberse a varios factores. Por una parte, los lepidópteros son organismos altamente estacionales, es decir, pueden surgir durante varias épocas al año, además de que los lugares en los que aparecen

pueden diferir aún entre sitios muy cercanos, en respuesta al microclima y la topografía (New, 1997).

Por otro lado, algunos registros como los de De la Maza (1987), no son recientes, y tal vez incluyan especies que ya estén extintas a nivel local desde entonces. Otro factor que debe considerarse es la duración del trabajo en campo, el cual parece ser mayor en los estudios antes referidos, además de que existieron condiciones climatológicas poco favorables durante los meses que duró el trabajo en campo, y que parece ser un factor muy importante para registrar las mariposas. Por ejemplo, varias veces hubo lluvias durante los recorridos y la colocación de las trampas. El agua ocasiona que el olor del cebo se diluya y por lo tanto se atrapen menos mariposas, además de que las mariposas no salen cuando llueve y está nublado. También hubo días de mucho viento que no permiten una estabilidad en las trampas y estas se voltean o el cebo se pierde, lo cual origina que se tengan menos registros de este taxon. Pero de manera general se puede decir que las mariposas parecen no salir de sus refugios cuando las condiciones climatológicas no son las adecuadas. Ante estos inconvenientes, y dado que estas condiciones son las predominantes en esta región, se recomienda que el esfuerzo de muestreo se incremente y sea llevado a cabo todo el año.

La observación anterior es aún más pertinente dada la cantidad mayor de especies de mariposas que parecen existir en la vegetación perturbada (86 especies) que en el bosque tropical perennifolio (40 especies), pues es en ese tipo de vegetación donde existen los claros que parecen ser los favoritos de muchas mariposas por la cantidad de luz solar que se percibe, mientras que las zonas de bosque tropical son más oscuras y frías.

### **4.3. ESPECIES SOMBRILLA**

#### **4.3.1. Mamíferos**

*Dasyprocta mexicana* y *Mazama americana* son las 2 especies de mamíferos que el análisis mostró como especies sombrilla. Ambas especies viven tanto en el bosque tropical perennifolio como en los transectos con vegetación perturbada. En este caso, y solo para estas especies, es importante señalar que la vegetación perturbada en las que se encontraron sus rastros, corresponden al acahual arbóreo. Además, ambas especies podrían ser consideradas especies clave para el funcionamiento del ecosistema. Por ejemplo, dentro de la conducta alimenticia de *Dasyprocta mexicana* se encuentra el enterrar las semillas de los frutos que come,

y que no siempre recuerda donde enterró (Gómez, 1986), de tal forma que contribuye de manera importante a la dispersión de las semillas, a su vez que el mismo es una fuente de alimento de depredadores grandes (Gómez, 1986). De la misma forma, *Mazama americana* es considerado un importante dispersor de semillas dentro del bosque tropical y por lo tanto puede tener un papel importante en el mantenimiento de la estructura del mismo (Gallina, 2005). Caro y O'Doherthy (1999), señalan que si una especie sombrilla es además una especie clave, entonces la integridad de otras especies está garantizada. A pesar de esto, debe considerarse que no todas las especies sombrilla pueden ser consideradas clave para los ecosistemas, ya que no siempre las sombrilla son las más sensibles a los cambios en las condiciones del hábitat (Caro y O'Doherthy, 1999). Lo que es más, aquellas especies que puedan ajustarse rápidamente a los condiciones ambientales, no pueden ser consideradas buenas especies sombrilla (Osaka *et al.*, 2006).

Algunas de las características que tienen estas especies para ser consideradas sombrilla son entre otras, el valor tan alto de DSI que obtuvo *Dasyprocta mexicana*, el cual se debió a que es una especie endémica de México, con una distribución a nivel nacional muy restringida, además de que es una especie que suele ser cazada en la zona de estudio como alimento. *Mazama americana* también obtuvo un valor alto de DSI, ya que a pesar de tener una distribución amplia, los hábitats que ocupan deben estar en buen estado de conservación para que puedan sobrevivir, son especies muy apreciadas comercialmente en la zona, y todo en conjunto ocasiona una fuerte presión sobre ellas. Además de esto, *D. mexicana* es una especie ubicua pero tiene una alta sensibilidad a los disturbios humanos, y tiene una co-ocurrencia media con otras especies. Por su parte *M. americana* es una especie con una rareza media, es sensible a los disturbios humanos, y tiene una co-ocurrencia alta con otras especies. Es importante señalar que esta especie solo se encontró en Agua Pescadito, que fue la localidad con un mayor número de especies, por esta razón la co-ocurrencia fue alta.

*Dasyprocta mexicana* se encuentra en 2 de las localidades (Agua Pescadito y Nuevo Río Manso) a diferencia de *Mazama americana*, que solo se registró en Agua Pescadito. No obstante, esta última es una especie que los pobladores de Benito Juárez y Nuevo Río Manso mencionaron como parte de la fauna local, y el que no haya sido registrada puede deberse a que su abundancia local este disminuyendo en las zonas de trabajo. Algunos registros sobre la densidad poblacional de este mamífero, señalan que varía de entre un individuo/km<sup>2</sup> hasta 8.5 individuos/km<sup>2</sup> (Gallina, 2005). En zonas muy bien conservadas la densidad de esta especie parece

umentar; lo que si es innegable, es que se trata de un animal sumamente tímido que es difícil de ver (Gallina, 2005).

Con respecto al análisis de correlación realizado entre la riqueza de especies y las especies sombrilla por localidades, tipos de vegetación y sin ninguna distinción, mostró que solo existe una correlación entre la riqueza de especies y las especies sombrilla encontradas en vegetación perturbada en Nuevo Río Manso, y sin distinción entre tipos de vegetación. Esto puede deberse a que es en la vegetación perturbada donde se encontró el mayor número de especies, además de que la presencia del cerete (*D. mexicana*), que es la única de las 2 especies sombrilla que sí se encontró en este lugar, fue consistente con esos valores.

A su vez, el análisis de correlación realizado entre la riqueza de especies y las especies sombrilla encontradas en cada localidad de estudio, y por tipos de vegetación, así como tomando las variables en su totalidad, sin distinciones, mostró que no existe correlación entre las variables analizadas, salvo en un pocos casos que se señalan a continuación. En todos los transectos con vegetación perturbada, mostró que existe una correlación entre ambas variables. En este caso, los valores de ambas variables son muy parecidos y coinciden la mayoría de las veces, mientras que en la zona de bosque tropical perennifolio, los valores de riqueza específica son mayores a los de la especie sombrilla en Agua Pescadito, y en Nuevo Río Manso solo coinciden una vez. Al tomar ambos transectos como uno solo, es decir juntando los valores de las 3 localidades en una sola matriz sin distinguir entre tipos de vegetación, la correlación obtenida fue estadísticamente significativa. Este resultado sugiere que los valores del bosque tropical perennifolio, influyen en gran medida en el análisis mencionado anteriormente, en el que para sitios por separado no había ninguna correlación significativa. Otros factores que seguramente están influyendo, son la carencia de datos que se tiene en la mayoría de los transectos, así como la desigualdad de riqueza de especies entre localidades.

A pesar de que *Dasyprocta mexicana* y *Mazama americana* no siempre tienen una co-ocurrencia con otras especies, esto no quiere decir que sean malas especies sombrilla. Siendo así, estas especies pueden ser consideradas especies sombrilla para la protección de los bosques tropicales perennifolios asociados a lo largo de su distribución geográfica, aunque sería necesario considerar las características propias de las microregiones, en especial lo referente a los disturbios humanos.

Las otras especies que se consideraba en los antecedentes que podrían llegar a ser especies sombrilla son *Potos flavus* y *Ateles geoffroyi*. Sin embargo, sus valores de

UI no indicaron lo mismo (UI= 2.033). Los valores de Qj y PCS obtenidos para ambas especies varía, siendo *P. flavus* una especie ubicua y con una co-ocurrencia media, mientras que *A. geoffroyi* tiene una rareza media y presenta una baja co-ocurrencia con otras especies. A pesar de eso, estas especies son sensibles a los disturbios humanos.

#### 4.3.2. Mariposas

De las especies totales registradas, hubo 34 con el índice de especie sombrilla que la metodología considera apropiado. De estas especies 15 se presentaron únicamente en vegetación perturbada, por lo que no se puede considerar que podrían prestar protección al bosque tropical perennifolio. Siendo así, existen 19 especies que se ubicaron tanto en transectos del bosque tropical perennifolio, como con vegetación perturbada, las cuáles se consideró pueden prestar una protección más efectiva. Estas especies son *Eryphanis aesacus*, *Opsiphanes tamarindi sikyon*, *O. quiteria quirinus*, *Consul electra*, *Fountainea eurypyle confusa*, *F. rayoensis*, *Greta morgane*, *Colobura dirce*, *Diaethria anna*, *D. astala*, *Epiphile hermosa*, *Hamadryas amphinome*, *H. glauconome*, *H. guatemalena*, *H. iphthime*, *H. laodamia*, *Nessaea aglaura*, *Pyrrhogyra hypsensors* y *Smyrna blomfieldia datis*. Las vistas dorsales y ventrales de estas especies se muestran en las Figuras 12 a la 30. Con respecto a los géneros de mariposas que se consideró en un inicio podrían servir como especies sombrilla, solo el género *Hamadryas* obtuvo las características necesarias para serlo. El género *Morpho* no alcanzó el puntaje requerido de UI para ser considerada especie sombrilla, mientras que el género *Heraclides* no se registró durante las colectas.

Ahora bien, el análisis de correlación realizado entre la riqueza de especies y especies sombrilla por localidad y tipo de vegetación mostró que hay una correlación positiva entre estas variables, es decir, la riqueza de especies sí está relacionada con la presencia de especies sombrilla. Sin embargo, se esto no podemos concluir que lo que se debe proteger son las zonas perturbadas, o con áreas abiertas que restan la continuidad al bosque tropical perennifolio. Una mayor riqueza de especies en zonas perturbadas puede deberse a varios factores que son intrínsecos a cada especie (New, 1997). Como ya se ha señalado anteriormente, este tipo de vegetación propicia condiciones ambientales adecuadas para que las mariposas estén presentes. Siendo así, entonces es necesario proteger tanto el bosque tropical en buen estado de conservación, como algunas zonas con vegetación perturbada aledañas, sobre todo aquellas que corresponden a las zonas

de transición entre el bosque tropical y otro tipo de vegetación, de tal forma que se pueda salvaguardar a la mayor cantidad de especies.

Con respecto a ese punto, se ha demostrado que las mariposas están íntimamente ligadas a los bosques, sobre todo a la diversidad que presentan los mismos dependiendo de su estructura en vegetación (si esta en fase de sucesión ecológica o en clímax; New, 1997), es decir, habrá un mayor número de especies especialistas conforme aumenta la edad sucesional de un bosque (New, 1997).

De acuerdo con New (1997), las especies sombrilla pueden ser consideradas para detectar y monitorear cambios en el ecosistema, sobretodo las mariposas, las cuales son menos sensibles al tamaño del hábitat (con respecto a los vertebrados), son mejores indicadores de comunidades de plantas y hábitats, además de que tienen un ciclo de vida corto que ayuda a generar información en poco tiempo que a su vez permite evaluar los cambios del hábitat. Este mismo autor señala que las palomillas o mariposas nocturnas resultan mejores indicadoras de riqueza florísticas, por lo que se recomienda evaluarlas como especies sombrilla.

Werner *et al.* (2002), señala que siempre que las especies sombrilla estén relacionadas con las zonas de biodiversidad, entonces estarán ejerciendo una protección adecuada. En el presente trabajo, las mariposas siempre estuvieron asociadas a zonas de alta riqueza de lepidópteros, por lo que están cumpliendo bien su papel de sombrillas. Siendo así, en este trabajo se recomienda emplear las 20 especies sombrilla de mariposas para proteger los bosques tropicales perennifolios del país, teniendo cuidado en tomar en cuenta las presiones antropogénicas que se presentan en cada uno, y que pueden variar con respecto a lo que ocurre en la Chinantla.

Una observación que resulta de este trabajo, tanto para los mamíferos y las mariposas, y que confirman lo evaluado por Fleishman *et al.* (2000), es que la utilización, por separado, de la rareza media, la sensibilidad a disturbios humanos y el porcentaje de co-ocurrencia, no es la mejor manera de seleccionar especies que a su vez ayuden a los planes de una conservación efectiva. Más bien, es tomando en conjunto a estos parámetros, cuando se logra una mejor selección de aquellas especies que ayudarán a alcanzar los objetivos de la conservación, sobre todo cuando existen datos que no están completos o simplemente la información no existe tal y como sucedió con las mariposas colectadas. Además, al evaluar las características de la especie sombrilla (rareza media, porcentaje de co-ocurrencia y la sensibilidad a disturbios humanos), resulta claro que no existe un perfil biológico

único, ni para mamíferos ni para mariposas, de cómo debería ser una especie sombrilla, ya que los valores de cada uno de estos puntos no tienen que coincidir para que el UI las señale como especies sombrilla (ver abajo, sección 4.4).

Aparte de las mariposas, este método de selección de especies sombrillas también ha sido aplicado en odonatos (libélulas) y plantas vasculares (Bried *et al.*, 2007), para seleccionar especies sombrilla en zonas pantanosas del Río Mississippi. Ambos grupos presentaron una serie de especies que pueden ser consideradas sombrillas, 7 en plantas y 6 en libélulas, además que estuvieron presentes en lugares con muchas especies co-habitantes. Estas especies ayudarán a priorizar fragmentos de pantanos para conservar. Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que las especies sombrilla encontradas pueden ser usadas de la misma forma.

#### **4.4. CORRELACIÓN ENTRE Qj, DSI y PCS**

##### **4.4.1. Mamíferos**

El análisis de correlación entre los parámetros de rareza media (Qj), la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) y el porcentaje de co-ocurrencia (PCS), mostró que ninguno de estos parámetros están correlacionados de manera estadísticamente significativa. Esto quiere decir que al menos en los mamíferos evaluados, la rareza media de una especie no está relacionada con su sensibilidad a los disturbios, es decir, que las especies consideradas raras o relativamente raras, y aquellas que son ubicuas, son igualmente susceptibles a los disturbios humanos. Cada especie presenta una manera individual de hacer frente a estos cambios, ya sea a través de cambios genéticos seleccionados naturalmente a lo largo del tiempo e incluso a más corto plazo a través de adaptaciones fenotípicas. También existe la posibilidad de que los disturbios humanos que operan en la zona de estudio, no sean lo suficientemente graves como para que los mamíferos no puedan seguir existiendo en las comunidades de estudio, a pesar de que algunos de ellos, como *Cuniculus paca*, *Dasyprocta mexicana* y *Tayassu tajacu*, están sujetas a caza.

En cuanto al porcentaje de co-ocurrencia, hay 6 especies que parecen presentar una alta co-ocurrencia con otras especies, sin embargo, ninguna es considerada una especie sombrilla en el análisis, lo cual confirma la sugerencia de Fleishman *et al.* (2000) de que no basta con esta sola característica para seleccionar a una sombrilla. Aunado a esto, no hubo una correlación significativa entre la rareza geográfica de la especie y el porcentaje de co-ocurrencia, lo cual indica sin importar que una especie sea rara o ubicua, no se asegura que tenga una alta co-ocurrencia

con otras especies. Esto refleja la composición de mamíferos tan particular que se dio en cada localidad de estudio, donde menos del 50% de las especies se compartió.

#### **4.4.2. Mariposas**

En el análisis de correlación aplicado a los parámetros que se evalúan de la especie sombrilla, sólo existe una correlación entre la rareza media (Qj) y el porcentaje de co-ocurrencia (PCS), algo similar a lo que encontró Fleishman *et al.* (2000). Este resultado sugiere, que las poblaciones de mariposas que se registraron en Benito Juárez, San Rafael Agua Pescadito y Nuevo San José Río Manso no presentan una distribución uniforme, si no más bien agrupada. En cuanto a la sensibilidad a disturbios humanos y la rareza media, no existió una correlación, lo cual indica que cada especie tiene la capacidad de responder de manera individual a los cambios en su hábitat, y esto no necesariamente tiene que estar relacionado con la distribución restringida que presenten. Además que los disturbios humanos que existen en las zonas de estudio no son tan importantes como para poner en peligro la permanencia de las mariposas. Una posibilidad extra, señalada por Fleishman *et al.*, (2000), es que las especies más sensibles se hayan extinto antes de que los listados se realizaran.

#### **4.5. CORRELACIÓN ENTRE LAS DISTANCIAS GEOGRÁFICAS ENTRE LOCALIDADES Y LA COMPOSICIÓN DE RIQUEZA DE ESPECIES Y LAS ESPECIES SOMBRILLA**

Como se ha comentado en secciones anteriores, pareciera que las especies sombrilla actúan de manera muy local, sobre todo las especies de mariposas, lo cual sugiere que la distancia geográfica pudiera estar influyendo tanto en la composición de las especies en general, como de las especies sombrilla. Cuando se realizó la correlación de Mantel para probar esta hipótesis, el análisis mostró que mientras más alejadas se encuentren las localidades, la riqueza de mamíferos y mariposas será diferente, o bien, las comunidades más cercanas tendrán una composición faunística similar. El caso entre Benito Juárez y Agua Pescadito refleja bien este hecho. Ambas comunidades parecen compartir un número importante de especies de mariposas y de sombrillas en este taxa, lo cual se puede explicar porque ambas zonas están muy cercanas una de la otra y se ubican dentro de la misma región de bosque tropical perennifolio, mientras que Nuevo Río Manso es una comunidad mucho más alejada, y por eso sus especies son diferentes.



Es muy posible que las diferencias entre composición de especies también se deban a otros parámetros geográficos como la altitud, tal y como lo señala New (1997) para el caso de las mariposas.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES**

En este trabajo, se encontraron 2 especies de mamíferos y 20 de mariposas que podrían cumplir una función de especies sombrilla. Esta selección fue realizada lo más rigurosamente posible dada la información disponible para ambas taxas y lo limitado del trabajo de campo. La utilización de estas especies en conjunto podría mejorar la selección de áreas comunales protegidas en el bosque tropical perennifolio, e incluso en otros bosques tropicales del país. Además, dadas sus características, estas especies también podrían conferir un medio efectivo por el cual se monitoree el estado del bosque tropical perennifolio.

Finalmente, se debe enfatizar el hecho de que las especies sombrilla son auxiliares para poder proponer áreas de conservación, y quizá puedan ayudar a monitorear esas áreas, más su función se limita a eso. Por eso se recomienda que una vez creadas estas áreas, se siga haciendo investigación y se incrementen los inventarios biológicos en todas las taxas.

## LITERATURA CITADA

- Addinsoft SARL. XLSTAT para WINDOWS 2007. París, Francia. [www.xlstat.com](http://www.xlstat.com). Agosto 2007.
- Alcérreca, C. and R. Robles. 2005. Mammals of the Yucatan Peninsula. Dante.79 pp.
- Álvarez-Buylla, E. R. and M. Martínez-Ramos. 1990. Seed bank versus seed rain in the regeneration of a tropical pioneer tree. *Oecologia* **84**:314-325.
- Andelman, S. J. and W. F. Fagan. 2000. Umbrellas and flagships: efficient conservation surrogates or expensive mistakes?. *Proceedings National Academy Science* **97**:5954–5959.
- Apéndices I, II y III de CITES. 2007. [www.cites.org](http://www.cites.org). Agosto 2007.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. 212 pp.
- Arita, H. T. 2005. *Dasyprocta mexicana* Saussure, 1860. 817-818. En: Ceballos, G. and G. Oliva (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica y CONABIO. 986 pp.
- Audesirk, T., G. Audesirk and B. Byers. 2004. *Biología, ciencia y naturaleza*. Pearson Prentice Hall. México. pp 227.
- Berger, J. 1997. Population constraints associated with the use of black rhinos as an umbrella species for desert herbivores. *Conservation Biology* **11**:69-78.
- Bried, J., B. Herman and G. Ervin. 2007. Umbrella potential of plants and dragonflies for wetland conservation: a quantitative case study using the umbrella index. *Journal of Applied Ecology* **44**:833-842.
- Brooker, L. 2002. The application of focal species knowledge to landscape design in agricultural lands using the ecological neighborhood as a template. *Landscape and Urban Planning* **60**:185-210.

- Caro, T. M. and G. O'Doherty. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* **13**:805-814.
- Caro, T. M. 2000. Focal species. *Conservation Biology* **14**:1569-1570.
- Caro, T. M. 2003. Umbrella species: critique and lessons from East Africa. *Animal Conservation* **6**:171-181.
- Caro, T. M., A. Engilis, E. Fitzherbert, and T. Gardner. 2004. Preliminary assessment of the flagship species concept at a small scale. *Animal Conservation* **7**:63-70.
- Carroll, S. and D. Pearson. 1998. Spatial modeling of butterfly species richness using tiger beetles (Cicindelidae) as a bioindicator taxon. *Ecological Applications* **8**:531-543.
- Ceballos, G. and G. Oliva (Coord.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica y CONABIO. 986 pp.
- Colwell, R. 2006. ESTIMATESWIN800. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. University of Connecticut, U.S.A.
- CONABIO. 2007. Cartografía en Línea. [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx). Agosto 2007.
- CONANP. 2005. Región prioritaria para la conservación de la Chinantla, Oaxaca. CONANP. México. 55 pp.
- Coppolillo, P., H. Gómez, F. Maisels and R. Wallace. 2004. Selection criteria for suites of landscape species as a basis for site-based conservation. *Biological Conservation* **115**:419-430.
- Cruz-Lara L., C. Lorenzo, L. Soto, E. Naranjo, and N. Ramírez-Marcial. 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* **20**:63-81.
- Cuello J. and J. Tola. (Eds.). 1995. Atlas mundial del medio ambiente. Preservación de la naturaleza. Cultural, S.A. pp 94-95.

Diario Oficial de la Federación. 2002. Protección ambiental-especies nativas de México flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Marzo 6, 2002.

De la Maza, R. 1987. Mariposas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. 302 pp.

Drennan, J., P. Beier and N. Dodd. 1998. Use of track stations index abundance of Sciurids. *Journal of Mammalogy* **79**:352-359.

Dufrêne, M. and P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* **67**:345-366.

Ecoportal. [www.ecoportal.net/glosario/](http://www.ecoportal.net/glosario/). Octubre 2007.

Favreau, J. M., C. A. Drew, G. R. Hess, M. J. Rubino, F. H. Koch, and K. A. Eschelbach. 2006. Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches. *Biodiversity and Conservation* **15**:3949-3969.

Fleishman, E., D. Murphy, and P. Brussard. 2000. A new method for selection of umbrella species for conservation planning. *Ecology Applications* **10**:569-579.

Fleishman, E., D. Murphy and R. Blair. 2001. Selecting Effective umbrella species. *Conservation in Practice* **2**:17-23.

Freitag, S., A. Van Jaarsveld and H. Biggs. 1997. Ranking priority biodiversity areas: an iterative conservation value-based approach. *Biological Conservation* **82**:263-272.

Freund, J. and G. Simon. 1992. Estadística elemental. 8ª Edic. Prentice Hall. México. pp 75-76 y 468-469.

Gallina, S. 2005. *Mazama americana* (Erxleben, 1777). 512-513. En: Ceballos, G. and G. Oliva (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica y CONABIO. 986 pp.

- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5ª Edic. Instituto de Geografía-UNAM. México. 90 pp.
- García-Mendoza, A. J., M. de J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Edits.). 2004. Introducción. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología-UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-WWF. 605 pp.
- Garson, J., A. Aggarwal, and S. Sarkar. 2002. Birds as surrogates for biodiversity: an analysis of a data set from southern Quebec. *Journal of Biosciences* **27**:347-360.
- Garwood, K. and R. Lehman. 2005. Butterflies of northeastern Mexico. 2a Edic. Secretaría de turismo de Nuevo León y CONABIO. Nuevo León, México. 192 pp.
- Gregory, R. D., Arco van Strien, P. Vorisek, A. W. G. Meyling, D. G. Noble, R. P. B. Foppen, and D. W. Gibbons. 2005. Developing indicators for european birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* **360**:269-288.
- Gómez, C. (Edit.). 1986. *Natura, Enciclopedia de los Animales*. Vol. III. Ediciones Orbis S.A. Barcelona, España. pp 701.
- Guisan, A. and W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* **8**:993-1009.
- Hammer, O. y D. Harper. 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell Publishing. U.S.A. pp 46-47.
- Hintze, J. 2004. *NCSS and PASS. Number cruncher statistical systems*. Kaysville. Utah. [www.NCSS.com](http://www.NCSS.com). Agosto 2007.
- Illoldi-Rangel, P. 2005. Análisis de los patrones de distribución geográfica de los mamíferos del estado de Oaxaca, México. Tesis de doctorado. Instituto de Ecología, UNAM. México. 121 pp.
- Illoldi-Rangel, P., V. Sánchez-Cordero and A. Townsend. 2004. Predicting distributions of mexican mammals using ecological niche modeling. *Journal of Mammalogy* **85**:658-662.

- Jong, B., M. Castillo, O. Maser y A. Flamenco. 2001. Dinámica de cambio de uso de suelo y emisiones de carbono en el trópico húmedo de México. Resultados finales del análisis de cambio de uso de suelo entre 1975 y 2000. Selva Lacandona y el Ocote. ECOSUR e Instituto de Ecología, UNAM. 33 pp.
- Krebs. 1999. *Ecological Methodology*. Harper& Row, Publishers. Nueva York, U.S.A. pp 294-295.
- Lambeck, R. J. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology* **11**:849-857.
- Lambeck, R. J. 2002. Focal species and restoration ecology: response to Lindenmayer *et al.* *Conservation Biology* **16**:549-551.
- Landman, W. 2001. *The complete encyclopedia of butterflies*. Hackberry Press. U.S.A. 271 pp.
- Landres, P., J. Verner and J. Thomas. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* **2**:316-392.
- Launer, A. E. and D. Murphy. 1994. Umbrella species and the conservation of habitat fragments: a case of a threatened butterfly and a vanishing grassland ecosystem. *Biology Conservation* **69**:145-153.
- Leader-Williams, N. and H. T. Dublin. 2000. Charismatic megafauna as 'flagship species". 53-81. *In*: A. Entwistle and N. Dunstone (Edit.). *Priorities for the conservation of mammalian diversity. Has the panda had its day?* Cambridge. Cambridge University Press.
- Lindemayer, D., A. Manning, P. Smith, P. Possingham, J. Fischer, I. Oliver and M. McCarthy. 2002. The focal-species approach and landscape restoration: a critique. *Conservation Biology* **16**:338-345.
- López de Luzúriaga, A. y J. Olano. 2006. Con los pies en el suelo: incluyendo la estructura espacial de los datos en los análisis multivariantes. *Ecosistemas*. 3 pp.
- Lozano, M., V. Monroy, D. Moore, P. Caballero, H. Lazcano, L. Diez, K. Masanori, V. Marquínez, M. Gómez, M. Ponce, G. Guerra, E. Pittí, A. Batista, C. Castillo, Á.

- Samudio, E. Atencio, Y. Atencio, V. Quintero, J. Jurado, A. Lee, T. Araúz, G. Vargas, K. Sicilia, E. Barrios, A. Núñez, R. González and D. González. 2002. Diversidad de mamíferos en el parque nacional Volcán Barú, El Respingo, Chiriquí, Panamá. *Natura* **10**: 99-104.
- Luis-Martínez, A., Llorente-Bousquets, J., Warren, A., Vargas-Fernández, I. 2004. Lepidópteros: papilionoideos y hesperioideos. 335-355. En: García-Mendoza, A., Ordóñez M., Briones-Salas, M (Edits.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología-UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-WWF. 605 pp.
- Mendoza, A., D. Pinero y J. Sarukhán. 1987. Effects of experimental defoliation on growth, reproduction and survival of *Astrocaryum mexicanum*. *The journal of Ecology* **75**(2):545-554.
- Methodus. 2005. Ordenamiento territorial de San Rafael Agua Pescadito, municipio de Valle Nacional, Oaxaca.
- Millenium Ecosystem Assessments. 2005. Ecosystems and Human Well-being. Biodiversity Synthesis. World Resources Institute. Washington, D.C. [www.milleniумassessments.org](http://www.milleniумassessments.org). Octubre 2007.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA Vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Neotropical butterflies. 2007. [www.neotropicalbutterflies.com](http://www.neotropicalbutterflies.com). Septiembre 2007.
- New, T. R. 1997. Are lepidoptera an effective 'umbrella group' for biodiversity conservation?. *Journal of Insect Conservation* 1:5-12.
- Northern Prairie Wildlife Research Center. 2007. [www.butterfliesandmoths.org](http://www.butterfliesandmoths.org). Septiembre 2007.
- Ortega-R., J., Arita, H. T. 2005. *Cuniculus paca* (Linnaeus, 1776). 815-816. En: Ceballos, G. and G. Oliva (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica y CONABIO. 986 pp.



- Ozaqui, K., M. Isono, T. Kawahara, S. Iida, T. Kudo and K. Fukuyama. A mechanistic approach to evaluation of umbrella species as conservation surrogates. *Conservation Biology* **20**:1507-1515.
- Pennington, T. D. and J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 3ª Edic. Fondo de Cultura Económica y UNAM. pp 20-36.
- Poiani, K. A., M. D. Merrill, and K. A. Chapman. 2001. Identifying conservation-priority areas in a fragmented Minnesota landscape based on the umbrella species concept and selection of large patches of natural vegetation. *Conservation Biology* **15**:513-522.
- Poole, R. W. 2007. [www.nearctica.com](http://www.nearctica.com). Septiembre 2007.
- Pozo, C. 1999. Monitoreo de Mariposas para la Región de Calakmul, México. 28-35. En: Monitoreo Biológico en la Selva Maya. US Man and the Biosphere Program/Tropical Ecosystem Directorate y Wildlife Conservation Society. 51 pp.
- Pozo, C. 2001. Inventario y Monitoreo de Anfibios, Reptiles y Mariposas en la Reserva de Calakmul, Campeche. ECOSUR. CONABIO. 79 pp.
- Puja-Batra. 1994. Butterfly Monitoring Protocol. Tropical ecology, assessment, and monitoring (team) initiative. Conservation International. 16 pp.
- Roberge, J. M. and P. Angelstam. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology* **18**: 76-85.
- Rubinoff, D. 2001. Evaluating the California gnatcatcher as an umbrella species for conservation of southern California coastal sage scrub. *Conservation Biology* **15**:1374-1383.
- Ryti, R. 1992. Effect of focal taxon on the selection of nature reserves. *Ecological Applications* **2**:404-410.
- Sánchez, F., P. Sánchez-Palomino and A. Cadena. 2004. Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes Centrales de Colombia. *Caldasia* **26**:291-300.
- Scheffler, W. 1981. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. México. 267 pp.

- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biological Conservation* **83**:247-257.
- Soberón, J. and A. T. Peterson. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics* **2**:1-10.
- StatSoft, Inc. 1996. STATISTICA for Windows. Tulsa, OK. [www.statsoftinc.com](http://www.statsoftinc.com). Agosto 2007.
- UNAM. 1985. Manual de recolección y preparación de animales. UNAM. México. pp 37-39.
- Warren, A. D., J. E. Llorente-Bousquets, A. Luis-Martínez and I. Vargas-Fernández. 2007. [www.mariposasmexicanas.com](http://www.mariposasmexicanas.com). Septiembre 2007.
- Watson, J., D. Freudenberger and D. Paull. 2001. An assessments of the focal-species approach for conserving birds in variegated landscapes in southeastern Australia. *Conservation Biology* **15**:1364-1373.
- Werner, S., R. F. Graf, R. Hess. 2002. Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and avian biodiversity: testing the umbrella-species concept. *Conservation Biology* **16**:778-788.
- Western, D. 1987. Africa's elephants and rhinos: flagships in crisis. *Trends in Ecology* **2**:343-346.
- Wildlife Conservation Society. 2002. Los papeles que cumplen las especies paisaje en la conservación basada en el sitio. *Paisajes vivientes* **3**: 1-4.

# **APÉNDICE I**

## **Cuadros (1-32)**

Cuadro 1. Esfuerzo de colecta aplicado al muestreo de mamíferos.

Tipo de transecto	Vegetación perturbada	Bosque tropical perennifolio
Localidades de estudio/ Esfuerzo de colecta	trampas/2 km /día	trampas/2 km/día
Benito Juárez	4	4
Agua Pescadito	4	4
Nuevo Río Manso	4	4
Esfuerzo de muestreo total	864 horas-trampa	
Kilómetros totales recorridos	144 km	

Cuadro 2. Esfuerzo de colecta aplicado al muestreo de mariposas.

Localidades	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
	V. P.	B.T.P.	V. P.	B.T.P.	V. P.	B.T.P.
Esfuerzo de colecta/ Vegetación						
Trampas/día	17	17	17	17	17	17
Km recorridos/día	2	2	2	2	2	2
Esfuerzo de muestreo total	9792 horas-trampas					
Kilómetros totales recorridos	144 km					

V.P.-Vegetación perturbada

B.T.P.-Bosque tropical perennifolio

Cuadro 3. Matriz modelo X de las distancias geográficas entre las localidades de estudio.

Distancias geográficas	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso
Benito Juárez	0	22.66	46.57
Agua Pescadito	22.66	0	49.18
Nuevo Río Manso	46.57	49.18	0

Cuadro 4. Matriz de respuesta Y<sub>1</sub> de las distancias euclidianas sobre las especies de mamíferos compartidas entre localidades.

Especies compartidas	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso
Benito Juárez	1E-35	45.56	40.09
Agua Pescadito	45.56	1E-35	37.46
Nuevo Río Manso	40.09	37.46	1E-35

Cuadro 5. Matriz de respuesta  $Y_2$  de las distancias euclidianas sobre las especies de mariposas compartidas entre localidades.

Especies compartidas	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso
Benito Juárez	1E-35	64.06	56.63
Agua Pescadito	64.06	1E-35	52.31
Nuevo Río Manso	56.63	52.30	1E-35

Cuadro 6. Matriz de respuesta  $Y_3$  de las distancias euclidianas sobre las especies sombrilla de mamíferos compartidas entre localidades.

Especies sombrilla	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso
Benito Juárez	1E-35	45.31	40.06
Agua Pescadito	45.31	1E-35	37.01
Nuevo Río Manso	40.06	37.01	1E-35

Cuadro 7. Matriz de respuesta  $Y_4$  de las distancias euclidianas sobre las especies sombrilla de mariposas compartidas entre localidades.

Especies sombrilla	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso
Benito Juárez	1E-35	11.48	8.48
Agua Pescadito	11.48	1E-35	6
Nuevo Río Manso	8.48	6	1E-35

Cuadro 8. Listado de especies de mamíferos predichas con 13 o más modelos predictivos bioclimáticos (Illoldi-Rangel, 2004). 1=especie predicha; 0=especie predicha por menos de 13 modelos o no predicha.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso
CARNIVORA	CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	0	1
	FELIDAE	<i>Leopardus pardales</i>	1	0	0
		<i>Leopardus wiedii</i>	1	1	1
	MUSTELIDAE	<i>Eira barbara</i>	1	0	1
	PROCYONIDAE	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	1	1	1
		<i>Nasua Larica</i>	0	1	1
PRIMATES	CEBIDAE	<i>Ateles geoffroyi</i>	1	0	1
ARTIODACTYLA	CERVIDAE	<i>Mazama americana</i>	0	1	0
		<i>Odocoileus virginianus</i>	1	1	1
XENARTHRA	MYRMECOPHAGIDAE	<i>Tamandua mexicana</i>	0	0	1
DIDELPHIMORPHIA	DIDELPHIDAE	<i>Didelphis virginiana</i>	1	1	1
		<i>Marmosa mexicana</i>	1	0	1
		<i>Philander opossum</i>	1	0	1
CHIROPTERA	EMBALLONURIDAE	<i>Balantiopteryx io</i>	1	1	1
		<i>Balantiopteryx plicata</i>	1	0	1
		<i>Peropteryx macrotis</i>	1	0	1
	MOLOSSIDAE	<i>Molossus ater</i>	1	0	1
		<i>Molossus molossus</i>	0	1	1
	MORMOOPIDAE	<i>Pteronotus Dhabí</i>	0	1	1
		<i>Pteronotus personatus</i>	1	1	1
		<i>Pteronotus parnellii</i>	1	0	0
	NATALIDAE	<i>Natalus stramineus</i>	0	1	0
	PHYLLOSTOMIDAE	<i>Glossophaga leachii</i>	1	1	0
		<i>Glossophaga soricina</i>	1	1	1
<i>Hylonycteris underwoodi</i>		0	0	1	

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

CHIROPTERA		<i>Leptonycteris curasoae</i>	1	0	1
		<i>Lonchorhina aurita</i>	0	0	1
		<i>Platyrrhinus helleri</i>	1	1	1
		<i>Sturnira ludovici</i>	0	1	1
		<i>Artibeus lituratus</i>	1	1	1
		<i>Dermanura phaeotis</i>	1	0	1
		<i>Dermanura tolteca</i>	0	1	0
		<i>Desmodus rotundus</i>	1	1	1
	VESPERTILIONIDAE	<i>Lasiurus blossevillii</i>	0	0	1
		<i>Lasiurus intermedius</i>	0	1	1
		<i>Myotis fortidens</i>	1	0	1
		<i>Myotis nigricans</i>	0	1	0
RODENTIA	DASYPROCTIDAE	<i>Dasyprocta mexicana</i>	1	0	0
	ERENTHIZONTIDAE	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	1	0	1
	MURIDAE	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	1	1	0
		<i>Oryzomys alfaroi</i>	1	1	1
		<i>Peromyscus levipes</i>	1	1	0
		<i>Peromyscus mexicanus</i>	1	1	1
		<i>Rattus rattus</i>	0	0	1
<i>Sigmodon hispidus</i>	1	1	1		
LAGOMORPHA	LEPORIDAE	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	0	0	1
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	1	1	1
INSECTÍVORA	SORICIDAE	<i>Cryptotis parva</i>	1	1	1
TOTAL ESPECIES			32	27	39

Cuadro 9. Clasificación taxonómica de los mamíferos registrados en campo de acuerdo con Ceballos y Oliva (2005).

CLASE MAMMALIA

ORDEN DIDELPHIMORPHIA

Familia Didelphidae

Subfamilia Didelphinae

*Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758

ORDEN XENARTHRA

Familia Dasypodidae

Subfamilia Dasypodinae

*Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758

Familia Myrmecophagidae

*Tamandua mexicana* (Saussure, 1860)

ORDEN PRIMATES

Familia Atelidae

Subfamilia Atelinae

*Ateles geoffroyi* Kuhl, 1820

ORDEN CARNIVORA

Familia Canidae

*Canis latrans* Say, 1823

Familia Felidae

Subfamilia Felinae

*Herpailurus yagouaroundi* (Lacépède, 1809)

Familia Mephitidae

*Conepatus leuconotus* (Lichtenstein, 1832)

Familia Procyonidae

Subfamilia Potosinae

*Potos flavus* (Schreber, 1774)

Subfamilia Procyoninae

*Nasua narica* (Linnaeus, 1766)

*Procyon lotor* (Linnaeus, 1758)

ORDEN ARTIODACTYLA

Familia Cervidae

Subfamilia Odocoileinae

*Mazama americana* (Erxleben, 1777)

Familia Tayassuidae

*Tayassu tajacu* (Linnaeus, 1758)



Cont.

ORDEN RODENTIA

Familia Sciuridae

Subfamilia Sciurinae

*Sciurus deppei* Peters, 1863

Familia Cuniculidae

*Cuniculus paca* (Linnaeus, 1776)

Familia Dasyproctidae

*Dasyprocta mexicana* Saussure, 1860

ORDEN LAGOMORPHA

Familia Leporidae

Subfamilia Leporinae

*Sylvilagus* sp.

Cuadro 10. Listado de los mamíferos registrados en las 3 localidades de estudio. 1=especie registrada; 0=especie no registrada.

Especie	Nombre común	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso
<i>Sylvilagus spp.</i>	conejo	0	1	0
<i>Dasyprocta mexicana</i>	cerete	0	1	1
<i>Cuniculus paca</i>	tepezcuintle	0	1	1
<i>Sciurus deppei</i>	ardilla	1	1	0
<i>Tamandua mexicana</i>	oso hormiguero	0	1	0
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	armadillo	0	1	0
<i>Tayassu tajacu</i>	pecarí de collar	0	1	1
<i>Mazama americana</i>	temazate	0	1	0
<i>Didelphis marsupialis</i>	tlacuache	0	1	0
<i>Procyon lotor</i>	mapache	0	1	0
<i>Potos flavus</i>	martucha	0	1	1
<i>Nasua narica</i>	coatí	1	0	0
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	onza	1	1	0
<i>Conepatus leuconotus</i>	zorrillo	0	0	1
<i>Canis latrans</i>	coyote	1	0	0
<i>Ateles geoffroyi</i>	mono araña	0	0	1
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>12</b>	<b>6</b>

Cuadro 11. Listado de los mamíferos registrados en cada tipo de vegetación. 1=especie registrada; 0=especie no registrada.

Especie	Nombre común	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
		V.P.	B.T.P.	V.P.	B.T.P.	V.P.	B.T.P.
<i>Sylvilagus spp.</i>	conejo	0	0	1	1	0	0
<i>Dasyprocta mexicana</i>	cerete	0	0	1	1	1	1
<i>Cuniculus paca</i>	tepezcuintle	0	0	1	1	1	1
<i>Sciurus deppei</i>	ardilla	1	0	1	1	0	0
<i>Tamandua mexicana</i>	oso hormiguero	0	0	1	1	0	0
<i>Dasypus novemcinctus</i>	armadillo	0	0	1	1	0	0
<i>Tayassu tajacu</i>	pecarí de collar	0	0	1	1	0	1
<i>Mazama americana</i>	temazate	0	0	1	1	0	0
<i>Didelphis marsupialis</i>	tlacuache	0	0	1	1	0	0
<i>Procyon lotor</i>	mapache	0	0	1	1	0	0
<i>Potos flavus</i>	martucha	0	0	1	1	0	1
<i>Nasua narica</i>	coatí	0	1	0	0	0	0
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	onza	0	1	0	1	0	0
<i>Conepatus leuconotus</i>	zorrito	0	0	0	0	1	0
<i>Canis latrans</i>	coyote	1	0	0	0	0	0
<i>Ateles geoffroyi</i>	mono araña	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>5</b>

V.P.-Vegetación perturbada

B.T.P.-Bosque tropical perennifolio

Cuadro 12. Clasificación taxonómica de las mariposas registradas en campo de acuerdo con De la Maza (1987).

CLASE INSECTA

ORDEN LEPIDOPTERA

Familia Brassolidae

*Caligo memnon*

*Caligo atreus*

*Eryphanis aesacus*

*Opsiphanes invirae*

*Opsiphanes tamarindi sikyon*

*Opsiphanes quiteria quirinus*

Familia Charaxidae

*Archaeoprepona demophon*

*Consul fabius cecrops*

*Consul electra*

*Fountainea eurypile confusa*

*Fountainea rayoensis*

*Memphis pithyusa*

*Memphis xenica*

Familia Danaidae

*Danaus plexippus*

*Danaus gilippus*

*Lycorea cleobaea*

Familia Heliconiidae

*Agraulis vanillae*

*Dryas julia*

*Heliconius charithonia vazquezae*

*Heliconius erato*

Familia Hesperidae

*Celaenorrhinus monartus*

*Celaenorrhinus sp.*

*Perichares philetas*

*Pyrgus oileus*

*Pyrgus philetas*

*Stahylus aff. azteca*

*Staphylus aff. mazans*

*Staphylus sp.*

*Urbanus procne*

Familia Ithomiidae

*Greta morgane*

Cont.

Familia Lycaenidae

*Cupido comyntas*  
*Panhiades bathildis*  
*Strephonota tephraeus*  
*Thecla minya*

Familia Morphidae

*Morpho helenor moctezuma*

Familia Nymphalidae

*Anartia fatima*  
*Anartia jatrophae*  
*Biblis hyperia*  
*Castilia myla*  
*Catonephele mexicana*  
*Chlosyne janais*  
*Cissia pompilia*  
*Colobura dirce*  
*Diaethria anna*  
*Diaethria astala*  
*Dynamine dyonis*  
*Dynamine glauce*  
*Dynamine postverta mexicana*  
*Epiphile hermosa*  
*Epiphile adrasta*  
*Eunica augusta agustae*  
*Euptoieta hegesia*  
*Hamadryas amphinome*  
*Hamadryas februa*  
*Hamadryas feronia*  
*Hamadryas glauconome*  
*Hamadryas guatemalena*  
*Hamadryas iphthime*  
*Hamadryas laodamia*  
*Hermeuptychia sosybius*  
*Mestra dorcas amymone*  
*Myscellia cyaniris*  
*Nessaea aglaura*  
*Nica flavilla*  
*Pyrrhogyra hypsenor*  
*Pyrrogyra otolais*  
*Siproeta stelenes*  
*Smyrna blomfieldia datis*  
*Tegosa aff. guatemalena*  
*Temenis laothoe*

Cont.

Familia Papilionidae

*Heraclides cresphontes*

*Mimoides phaon*

*Parides arcas*

*Protographium philolaus*

Familia Pieridae

*Ascia monuste*

*Eurema daira*

*Eurema xantochlora*

*Glutophrissa drusilla*

*Leptophobia aripa*

*Phoebis agarithe*

*Phoebis philea*

*Pyrisitia lisa*

Familia Riodinidae

*Calephelis perditalis*

*Calephelis rawsons*

*Calephelis sp.*

*Melanis pixe*

*Mesosemia lamachus*

Familia Satyridae

*Paraeuptychia ocirrhoe*

*Taygetis thamyra*

*Taygetis virgilia*

Cuadro 13. Listado de las mariposas registradas en cada localidad de estudio. 1=especie registrada; 0=especie no registrada.

Especie	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso
<i>Caligo memnon</i>	1	1	1
<i>Caligo atreus</i>	0	0	1
<i>Eryphanis aesacus</i>	1	1	0
<i>Opsiphanes invirae</i>	1	1	0
<i>Opsiphanes tamarindi sikyon</i>	0	1	0
<i>Opsiphanes quiteria quirinus</i>	0	1	0
<i>Archaeoprepona demophon</i>	1	1	1
<i>Consul fabius cecrops</i>	1	1	1
<i>Consul electra</i>	1	0	0
<i>Fountainea eurypyle confusa</i>	0	1	0
<i>Fountainea rayoensis</i>	1	0	0
<i>Memphis pithyusa</i>	1	0	0
<i>Memphis xenica</i>	0	1	0
<i>Danaus plexippus</i>	0	1	0
<i>Danaus gilippus</i>	1	0	1
<i>Lycorea cleobaea</i>	1	1	1
<i>Agraulis vanillae</i>	1	0	1
<i>Dryas julia</i>	1	1	1
<i>Heliconius charithonia vazquezae</i>	1	1	1
<i>Heliconius erato</i>	1	1	1
<i>Celaenorrhinus monartus</i>	0	0	1
<i>Celaenorrhinus sp.</i>	1	0	0
<i>Perichares philetas</i>	1	0	0
<i>Pyrgus oileus</i>	0	0	1
<i>Pyrgus philetas</i>	1	0	0
<i>Staphylus aff. azteca</i>	0	1	0
<i>Staphylus aff. mazans</i>	1	0	0
<i>Staphylus sp.</i>	1	0	0
<i>Urbanus procne</i>	1	0	0
<i>Greta morgane</i>	1	1	0
<i>Cupido comyntas</i>	0	0	1
<i>Panhiades bathildis</i>	0	0	1
<i>Strephonota tephraeus</i>	0	1	0
<i>Thecla minya</i>	0	1	0
<i>Morpho helenor moctezuma</i>	1	1	1
<i>Anartia fatima</i>	1	1	1
<i>Anartia jatrophae</i>	1	0	1
<i>Biblis hyperia</i>	1	1	1
<i>Castilia sp.</i>	0	1	0
<i>Catonephele mexicana</i>	1	1	1
<i>Chlosyne janais</i>	1	1	1
<i>Cissia pompilia</i>	1	1	1
<i>Colobura dirce</i>	0	1	0

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

<i>Diaethria anna</i>	0	1	0
<i>Diaethria astala</i>	0	1	0
<i>Dynamine dyonis</i>	1	0	0
<i>Dynamine glauca</i>	1	1	0
<i>Dynamine postverta mexicana</i>	1	1	1
<i>Epiphile hermosa</i>	0	1	0
<i>Epiphile adrasta</i>	0	1	0
<i>Eunica augusta augustae</i>	0	1	0
<i>Euptoieta hegesia</i>	0	1	1
<i>Hamadryas amphinome</i>	1	1	0
<i>Hamadryas februa</i>	1	1	1
<i>Hamadryas feronia</i>	1	1	1
<i>Hamadryas glaucinome</i>	1	0	0
<i>Hamadryas guatemalena</i>	1	1	0
<i>Hamadryas iphthime</i>	1	1	0
<i>Hamadryas laodamia</i>	0	1	0
<i>Hermeuptychia sosybius</i>	0	0	1
<i>Mestra dorcas amymone</i>	1	0	0
<i>Myscellia cyaniris</i>	1	1	1
<i>Nessaea aqlaura</i>	1	1	0
<i>Nica flavilla</i>	1	1	0
<i>Pyrrhogyra hypsenor</i>	1	0	0
<i>Pyrrogyra otolais</i>	0	0	1
<i>Siproeta stelenes</i>	1	0	0
<i>Smyrna blomfieldia datis</i>	1	1	0
<i>Tegosa sp.</i>	1	0	0
<i>Temenis laothoe</i>	1	0	0
<i>Heraclides cresphontes</i>	0	1	1
<i>Mimoides phaon</i>	1	0	1
<i>Parides arcas</i>	0	1	0
<i>Protographium philolaus</i>	0	0	1
<i>Ascia monuste</i>	1	1	1
<i>Eurema दौरa</i>	1	0	1
<i>Eurema xantochlora</i>	0	1	0
<i>Glutophrissa drusilla</i>	1	0	0
<i>Leptopobia aripa</i>	1	1	1
<i>Phoebis agarithe</i>	1	1	1
<i>Phoebis philea</i>	0	1	0
<i>Pyrisitia lisa</i>	1	1	1
<i>Calephelis perditalis</i>	1	0	0
<i>Calephelis rawsons</i>	1	0	0
<i>Calephelis sp.</i>	1	0	0
<i>Melanis pixe</i>	1	0	0
<i>Mesosemia lamachus</i>	0	1	1
<i>Paraeuptychia ocirrhoe</i>	1	1	1
<i>Taygetis thamyra</i>	1	0	1
<i>Taygetis virgilia</i>	0	1	1



Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Especie 1	1	0	0
Especie 2	0	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>56</b>	<b>40</b>

Cuadro 14. Listado de las mariposas registradas en cada tipo de vegetación. 1=especie registrada; 0=especie no registrada.

Familia	Especie	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
		V.P.	B.T.P.	V.P.	B.T.P.	V.P.	B.T.P.
Brassolidae	<i>Caligo memnon</i>	1	1	1	1	1	1
	<i>Caligo atreus</i>	0	0	0	0	0	1
	<i>Eryphanis aesacus</i>	1	0	0	1	0	0
	<i>Opsiphanes invirae</i>	1	1	1	0	0	0
	<i>Opsiphanes tamarindi sikyon</i>	0	0	0	1	0	0
	<i>Opsiphanes quiteria quirinus</i>	0	0	0	1	0	0
Charaxidae	<i>Archaeoprepona demophon</i>	0	1	1	1	1	1
	<i>Consul fabius cecrops</i>	1	1	1	1	1	0
	<i>Consul electra</i>	1	1	0	0	0	0
	<i>Fountainea eurypyle confusa</i>	0	0	1	1	0	0
	<i>Fountainea rayoensis</i>	1	1	0	0	0	0
	<i>Memphis pithyusa</i>	1	0	0	0	0	0
Danaiidae	<i>Memphis xenica</i>	0	0	1	0	0	0
	<i>Danaus plexippus</i>	0	0	1	0	0	0
	<i>Danaus gilippus</i>	1	0	0	0	1	0
Heliconiidae	<i>Lycorea cleobaea</i>	1	0	1	1	1	0
	<i>Agraulis vanillae</i>	1	0	0	0	1	0
	<i>Dryas julia</i>	1	1	1	0	1	0
	<i>Heliconius charithonia vazquezae</i>	1	0	1	0	1	1
Hesperiidae Hesperiidae	<i>Heliconius erato</i>	1	0	0	1	1	0
	<i>Celaenorrhinus monartus</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Celaenorrhinus sp.</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Perichares philetas</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Pyrgus oileus</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Pyrgus philetas</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Staphylus aff. azteca</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Staphylus aff. mazans</i>	1	0	0	0	0	0	

Familia	Especie	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
		V.P.	B.T.P.	V.P.	B.T.P.	V.P.	B.T.P.
	<i>Staphylus sp.</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Urbanus procne</i>	1	0	0	0	0	0
<b>Ithomiidae</b>	<i>Greta morgane</i>	1	0	1	1	0	0
<b>Lycaenidae</b>	<i>Cupido comyntas</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Panhiades bathildis</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Strephonota tephraeus</i>	0	0	1	0	0	0
	<i>Thecla minya</i>	0	0	1	0	0	0
<b>Morphidae</b>	<i>Morpho helenor moctezuma</i>	1	1	1	1	1	1
<b>Nymphalidae</b>	<i>Anartia fatima</i>	1	0	1	0	1	0
	<i>Anartia jatrophae</i>	1	0	0	0	1	0
	<i>Biblis hyperia</i>	1	1	1	1	1	0
	<i>Castilia sp.</i>	0	0	1	0	0	0
	<i>Catonephele mexicana</i>	1	1	1	1	1	1
	<i>Chlosyne janais</i>	1	0	1	0	1	0
	<i>Cissia pompilia</i>	1	0	1	0	1	0
	<i>Colobura dirce</i>	0	0	1	1	0	0
	<i>Diaethria anna</i>	0	0	1	1	0	0
	<i>Diaethria astala</i>	0	0	1	1	0	0
	<i>Dynamine dyonis</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Dynamine glauce</i>	1	0	1	0	0	0
	<i>Dynamine postverta mexicana</i>	1	0	1	0	1	1
	<i>Epiphile hermosa</i>	0	0	0	1	0	0
	<i>Epiphile adrasta</i>	0	0	1	0	0	0
	<i>Eunica augusta agustae</i>	0	0	1	0	0	0
	<b>Nymphalidae</b>	<i>Euptoieta hegesia</i>	0	0	1	0	1
<i>Hamadryas amphinome</i>		1	1	1	1	0	0
<i>Hamadryas februa</i>		1	1	1	0	1	1
<i>Hamadryas feronia</i>		1	1	1	1	1	0

Familia	Especie	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
		V.P.	B.T.P.	V.P.	B.T.P.	V.P.	B.T.P.
	<i>Hamadryas glauconome</i>	1	1	0	0	0	0
	<i>Hamadryas guatemalena</i>	0	1	0	1	0	0
	<i>Hamadryas iphthime</i>	1	0	1	1	0	0
	<i>Hamadryas laodamia</i>	0	0	0	1	0	0
	<i>Hermeuptychia sosybius</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Mestra dorcas amymone</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Myscelia cyaniris</i>	1	1	1	1	0	1
	<i>Nessaea aglaura</i>	1	0	1	1	0	0
	<i>Nica flavilla</i>	1	1	1	0	0	0
	<i>Pyrrhogyra hypsenor</i>	1	1	0	0	0	0
	<i>Pyrrogyra otolais</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Siproeta stelenes</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Smyrna blomfieldia datis</i>	1	1	1	0	0	0
	<i>Tegosa sp.</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Temenis laothoe</i>	1	0	0	0	0	0
Papilionidae	<i>Heraclides cresphontes</i>	0	0	1	0	1	0
	<i>Mimoides phaon</i>	1	0	0	0	1	0
	<i>Parides arcas</i>	0	0	1	0	0	0
	<i>Protographium philolaus</i>	0	0	0	0	1	0
Pieridae	<i>Ascia monuste</i>	1	0	1	0	1	0
	<i>Eurema दौरa</i>	1	0	0	0	1	0
	<i>Eurema xantochlora</i>	0	0	1	0	0	0
	<i>Glutophrissa drusilla</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Leptophobia aripa</i>	1	0	1	0	1	0
	<i>Phoebis agarithe</i>	1	0	1	0	1	0
	<i>Phoebis philea</i>	0	0	1	0	0	0
	<i>Pyrisitia lisa</i>	1	0	1	0	1	0
Riodinidae	<i>Calephelis perditalis</i>	1	0	0	0	0	0

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Familia	Especie	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
		V.P.	B.T.P.	V.P.	B.T.P.	V.P.	B.T.P.
	<i>Calephelis rawsons</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Calephelis sp.</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Melanis pixe</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Mesosemia lamachus</i>	0	0	1	0	0	1
Satyridae	<i>Paraeuptychia ocirrhoe</i>	1	0	1	0	0	1
	<i>Taygetis thamyra</i>	1	1	0	0	1	1
	<i>Taygetis virgilia</i>	0	0	1	0	0	1
No identificadas	Especie 1	1	0	0	0	0	0
	Especie 2	0	0	1	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>58</b>	<b>20</b>	<b>49</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>13</b>

V.P.-Vegetación perturbada

B.T.P.-Bosque tropical perennifolio

Cuadro 15. Especies totales observadas de mamíferos y mariposas, y las especies predichas por el modelo de acumulación de especies de Clench.

Grupo	Modelos	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso
Mamíferos	Observados	4	12	6
	Clench	6.4	15.5	7.5
Mariposas	Observados	60	56	40
	Clench	79.3	78.4	49.4

Cuadro 16. Similitud de especies de mamíferos y mariposas entre las 3 localidades de estudio. 0=no hay similitud; 1=alta similitud.

Grupo	Índice de similitud de Sorensen	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso
Mamíferos	Benito Juárez	0.25	0
	Agua Pescadito	-	0.44
Mariposas	Benito Juárez	0.55	0.56
	Agua Pescadito	-	0.54

Cuadro 17. Características evaluadas para obtener la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) de los mamíferos muestreados.

Especie	Hábitat	Distribución mundial	Distribución en México	%territorio nacional	Biología reproductiva	Promedio de crías al año	Estado de conservación
<i>Sylvilagus spp.</i>	En vegetación perturbada	Del sureste de México hasta Sudamérica	Sur Tamaulipas hasta Chiapas y Campeche	26.34	25 crías en 5 o 7 camadas	150	Impacto medio por caza
<i>Dasyprocta mexicana</i>	En vegetación perturbada y en bosque tropical perennifolio	Especie endémica de México	Sur de Veracruz y norte de Oaxaca y norte de Chiapas	12.16	no se conoce	2	Alto impacto por caza
<i>Cuniculus paca</i>	En vegetación perturbada y en bosque tropical perennifolio	Desde México y Centroamérica hasta el sur de Brasil y norte de Argentina	Desde Tamaulipas hasta Chiapas por el Golfo de México.	26.34	2 crías	2	Alto impacto por caza y citado en la CITES III
<i>Sciurus deppei</i>	En los límites entre bosque tropical perennifolio y la vegetación perturbada	Desde la vertiente del Golfo de México hasta Costa Rica	Tamaulipas hasta Yucatán y Chiapas por la vertiente del Golfo de México	26.34	4 a 8 crías por año	6	Bajo impacto
<i>Tamandua mexicana</i>	En vegetación perturbada pegado a bosque tropical perennifolio	Desde México al norte de América del sur	Michoacán, huasteca potosina y vertiente del Golfo de México a todo el sur del país	30.92	1 cría	1	Impacto medio citado en la CITES III
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	En vegetación perturbada pegada al bosque tropical	Del sur de USA al sur de América	En todo el país con excepción del altiplano central y la	48.61	4 crías	4	Impacto medio por caza

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

	perennifolio		península de Baja California				
<i>Tayassu tajacu</i>	En bosque tropical perennifolio y vegetación perturbada	Sur de USA hasta el norte de Argentina y Uruguay	En todo el país con excepción del altiplano central y la península de Baja California	48.61	2 crías aprox. todo el año	2	Impacto alto por caza y citado en la categoría II de la CITES
<i>Mazama americana</i>	En vegetación perturbada y en bosque tropical perennifolio	México hasta Argentina	Del sur de Tamaulipas al sur del país por la vertiente del Golfo de México	26.34	1 a 2 crías por año. Importante dispersor de semillas	2	Impacto alto por caza y citado en la categoría III de la CITES
<i>Didelphis marsupialis</i>	En vegetación perturbada cercana a la población y en bosque tropical perennifolio	Toda América central hasta el oeste de Argentina	Tamaulipas hasta Yucatán y Chiapas por la vertiente del Golfo de México	26.34	de 7 a 8 crías por camada	7	Bajo impacto
<i>Procyon lotor</i>	En vegetación perturbada y en bosque tropical perennifolio	Sur de Canadá al centro de Panamá	Todo el país excepto el centro de la península de Baja California	92.58	de 4 a 7 crías por camada	5	Bajo impacto
<i>Potos flavus</i>	En vegetación perturbada y en bosque tropical perennifolio	Del centro de México al sur de Brasil	Vertiente del Océano Pacífico hasta Michoacán y del Golfo de México hasta Tamaulipas	42.70	1 cría por camada	1	Impacto medio citado en la CITES III
<i>Nasua narica</i>	En vegetación	Desde el sur de USA	En todo el país con	48.61	2 a 7 crías	4	Impacto medio citado en la



Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

	perturbada, cercana a vegetación riperiana y a bosque tropical perennifolio	hasta el norte de Colombia	excepción del altiplano central y la península de Baja California				categoría III de CITES
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	En bosque tropical perennifolio	Del sur de USA al norte de Argentina	A lo largo de las costas del Golfo de México y del Océano Pacífico hasta el sur	48.64	1 a 3 crías por año	2	Impacto medio. Se encuentra en el apéndice I de la CITES. También está enlistada en el Libro Rojo de la UICN con categoría indeterminada
<i>Conepatus leuconotus</i>	En vegetación perturbada	Desde USA hasta el sur de Nicaragua	Todo el país excepto las penínsulas de Baja California y Yucatán, y Chiapas	81.68	4 crías	4	Bajo impacto
<i>Canis latrans</i>	En vegetación perturbada limitando con el bosque tropical perennifolio	Desde Alaska y Canadá, hasta Panamá	Todo el país	100	6 crías	6	Bajo impacto
<i>Ateles geoffroyi</i>	En bosque tropical perennifolio	Del sureste de México hasta el sur de Honduras y El Salvador	Sólo en el bosque tropical de la zona costera del sureste de México	14.25	1 cría	1	Impacto medio. Se encuentra enlistada en el apéndice I de la CITES y en la NOM-059 como peligro de extinción

Cuadro 18. Valores asignados a las características de la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) de los mamíferos colectados.

Especie	Hábitat	Distribución mundial	Distribución en México	Biología reproductiva	Estado de conservación	Sumatoria	DSI
<i>Sylvilagus spp.</i>	1	1	2	1	3	8	0.53
<i>Dasyprocta mexicana</i>	2	3	3	3	4	15	1
<i>Cuniculus paca</i>	2	1	2	3	4	12	0.8
<i>Sciurus deppei</i>	1	2	2	1	2	8	0.53
<i>Tamandua mexicana</i>	2	1	2	3	3	11	0.73
<i>Dasypus novemcinctus</i>	2	1	1	2	3	9	0.6
<i>Tayassu tajacu</i>	2	1	1	3	4	11	0.73
<i>Mazama americana</i>	2	1	2	3	4	12	0.8
<i>Didelphis marsupialis</i>	1	1	2	1	2	7	0.46
<i>Procyon lotor</i>	1	1	1	2	2	7	0.46
<i>Potos flavus</i>	2	1	1	3	3	10	0.66
<i>Nasua Larica</i>	1	1	1	2	3	8	0.53
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	2	1	1	3	3	10	0.66
<i>Conepatus leuconotus</i>	1	1	1	2	2	7	0.46
<i>Canis latrans</i>	1	1	1	1	2	6	0.4
<i>Ateles geoffroyi</i>	2	2	3	3	3	13	0.86

Cuadro 19. Cálculo del índice de especies sombrilla (UI) para las especies de mamíferos.

Especie	$P_j = j/n$	$Q_j = 1 - P_j$	$ 0.5 - Q_j $	Rareza media ( $Q_{j_m}$ )	DSI	PCS	UI
<i>Sylvilagus spp.</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.53	0.73	2.1
<i>Dasyprocta mexicana</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	1	0.53	2.36
<i>Cuniculus paca</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.8	0.53	2.16
<i>Sciurus deppei</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.53	0.46	1.83
<i>Tamandua mexicana</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.73	0.73	2.3
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.6	0.73	2.16
<i>Tayassu tajacu</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.73	0.53	2.1
<i>Mazama americana</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.8	0.73	2.36
<i>Didelphis marsupialis</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.46	0.73	2.03
<i>Procyon lotor</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.46	0.73	2.03
<i>Potos flavus</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.66	0.53	2.03
<i>Nasua narica</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.53	0.2	1.56
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.66	0.46	1.96
<i>Conepatus leuconotus</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.46	0.33	1.63
<i>Canis latrans</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.4	0.2	1.43
<i>Ateles geoffroyi</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.86	0.33	2.03

Pj- Ocurrencia proporcional  
 Qj- Rareza media  
 PCS-Porcentaje de co-ocurrencia  
 DSI-Sensibilidad a disturbios humanos  
 UI-Índice de especies sombrilla

Cuadro 20 .Especies sombrilla de mamíferos encontrados en las localidades de estudio.

Espece	Nombre común	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso	UI
<i>Dasyprocta mexicana</i>	cerete	0	1	1	2.36
<i>Mazama americana</i>	temazate	0	1	0	2.36

UI- Índice de Espece Sombrilla

Cuadro 21. Características evaluadas para obtener la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) de las mariposas colectadas.

Especie	Estado del hábitat	Distribución en México	% Territorio nacional	Biología reproductiva
<i>Caligo memnon</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas	15.16	junio-noviembre
<i>Caligo atreus</i>	En bosque tropical perennifolio	Sin información	-	Sin información
<i>Eryphanis aesacus</i>	En vegetación perturbada y en bosque tropical perennifolio	San Luis, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas	17.20	mayo-diciembre
<i>Opsiphanes invirae</i>	En vegetación perturbada y en bosque tropical perennifolio	Sin información	-	Sin información
<i>Opsiphanes tamarindi sikyon</i>	En bosque tropical perennifolio	Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Jalisco y Nayarit	26.75	agosto-noviembre
<i>Opsiphanes quiteria quirinus</i>	En bosque tropical perennifolio	Veracruz, Oaxaca y Chiapas	12.16	mayo-noviembre
<i>Archaeoprepona demophon</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	San Luis, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Chiapas	23.64	mayo-noviembre
<i>Consul fabius cecrops</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Colima, Jalisco, Nayarit, Tabasco y Chiapas	23.98	mayo a octubre
<i>Consul electra</i>	En vegetación perturbada y en bosque tropical perennifolio en Benito Juárez	San Luis, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Tabasco, Quintana Roo y Chiapas.	29.86	mayo a diciembre
<i>Fountainea eurypyle confusa</i>	En vegetación perturbada y en bosque tropical perennifolio en Agua Pescadito	Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas	15.16	marzo-diciembre
<i>Fountainea rayoensis</i>	En vegetación perturbada y en bosque tropical perennifolio en Benito Juárez	Oaxaca y Guerrero	8.06	marzo a junio y noviembre a enero
<i>Memphis pithyusa</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Sonora, Sinaloa, Nuevo León y Tamaulipas	19.56	noviembre a marzo

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Especie	Estado del hábitat	Distribución en México	% Territorio nacional	Biología reproductiva
<i>Memphis xenica</i>	En vegetación perturbada y mediano en Agua Pescadito	Veracruz, Oaxaca y Chiapas	12.16	marzo a junio y noviembre a enero
<i>Danaus plexippus</i>	En zonas abiertas de vegetación perturbada en Agua Pescadito	Nuevo León, Tamaulipas, Hidalgo, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Chiapas y Distrito Federal. Pob. migratorias en Michoacán y Edo. De México	21.65	enero-diciembre
<i>Danaus gilippus</i>	En zonas abiertas de vegetación perturbada en Benito Juárez y en Nuevo San José Río Manso	Nuevo León, Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Jalisco, México, Morelos y Baja California Sur	33.75	enero-diciembre
<i>Lycorea cleobaea</i>	En zonas con vegetación perturbada y áreas abiertas	Puebla, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero y Jalisco	21.31	julio-diciembre
<i>Agraulis vanillae</i>	En zonas con vegetación perturbada y áreas abiertas	Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Morelos, Edo. México, Colima, Jalisco	26.74	mayo-diciembre
<i>Dryas julia</i>	En zonas con vegetación perturbada y áreas abiertas	Casi todo el país	100	abril-diciembre
<i>Heliconius charithonia vazquezae</i>	En áreas abiertas de vegetación perturbada	Casi todo el país	100	enero, marzo, julio, noviembre y diciembre
<i>Heliconius erato</i>	En áreas abiertas en vegetación perturbada	San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero y Nayarit	21.92	mayo-diciembre
<i>Celaenorrhinus monartus</i>	En vegetación perturbada en Nuevo Río Manso	Sin información	-	Sin información
<i>Celaenorrhinus</i> sp.	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Sin información	-	Sin información
<i>Perichares philetus</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Sin información	-	Sin información
<i>Pyrgus oileus</i>	En vegetación perturbada en Nuevo Río Manso	Casi todo el país	100	enero-diciembre

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Especie	Estado del hábitat	Distribución en México	% Territorio nacional	Biología reproductiva
<i>Pyrgus philetas</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas	49.83	febrero-diciembre
<i>Staphylus aff. azteca</i>	En vegetación perturbada en San Rafael Agua Pescadito	Sin información	-	Sin información
<i>Staphylus aff. mazans</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Nuevo León, Tamaulipas y Veracruz	11.03	enero-diciembre
<i>Staphylus sp.</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Sin información	-	Sin información
<i>Urbanus procne</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Nuevo León	19.56	enero-diciembre
<i>Greta morgane</i>	En vegetación perturbada y en el bosque tropical	Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Tabasco	13.40	marzo-diciembre
<i>Cupido comyntas</i>	En vegetación perturbada en Nuevo Río Manso	Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Chihuahua y Nuevo León	31.93	febrero-noviembre
<i>Panhiades bathildis</i>	En vegetación perturbada en Nuevo Río Manso	Sin información	-	Sin información
<i>Strephonota tephraeus</i>	En vegetación perturbada en San Rafael Agua Pescadito	Sinaloa y Tamaulipas	7	mayo-diciembre
<i>Thecla minya</i>	En vegetación perturbada en San Rafael Agua Pescadito	Chiapas	3.75	abril-mayo
<i>Morpho helenor moctezuma</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas	17.96	mayo-octubre
<i>Anartia fatima</i>	En vegetación perturbada y en áreas abiertas	Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Morelos, Michoacán, Colima y Chiapas	24.61	marzo-diciembre
<i>Anartia jatrophae</i>	En vegetación perturbada y en áreas abiertas	Puebla, Veracruz, Oaxaca, Morelos, Guerrero, Jalisco y Chiapas	21.57	mayo-diciembre

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Especie	Estado del hábitat	Distribución en México	% Territorio nacional	Biología reproductiva
<i>Biblis hyperia</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Tamaulipas, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Morelos, México, Jalisco y Chiapas	30	enero-diciembre
<i>Castilla sp.</i>	En vegetación perturbada en San Rafael Agua Pescadito	Sin información	-	Sin información
<i>Catonephele mexicana</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas	19.2	mayo-noviembre
<i>Chlosyne janais</i>	En vegetación perturbada y en áreas abiertas	Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Morelos y Chiapas	21.54	abril-noviembre
<i>Cissia pompilia</i>	En vegetación perturbada	Sin información	-	Sin información
<i>Colobura dirce</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio en San Rafael Agua Pescadito	Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Colima, Quintana Roo, Tabasco y Chiapas	32.54	marzo-diciembre
<i>Diaethria anna</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio en Agua Pescadito	Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas.	13.92	marzo-diciembre
<i>Diaethria astala</i>	En vegetación perturbada y tropical perennifolio en Pescadito	Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero y Chiapas.	17.23	marzo-diciembre
<i>Dynamine dyonis</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Puebla, Oaxaca, Guerrero, Chiapas Y Yucatán	15.52	marzo-diciembre
<i>Dynamine glauce</i>	En vegetación perturbada y en áreas abiertas	Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas	13.92	marzo-octubre
<i>Dynamine postverta mexicana</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Sin información	-	Sin información
<i>Epiphile hermosa</i>	En bosque tropical perennifolio en San Rafael Agua Pescadito	Oaxaca y Chiapas	8.51	marzo y agosto-noviembre
<i>Epiphile adrasta</i>	En vegetación perturbada en San	Nuevo León, San Luis Potosí, Puebla, Veracruz,	20.54	mayo-diciembre



Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Especie	Estado del hábitat	Distribución en México	% Territorio nacional	Biología reproductiva
	Rafael Agua Pescadito	Oaxaca y Chiapas		
<i>Eunica augusta augustae</i>	En vegetación perturbada en San Rafael Agua Pescadito	Veracruz, Oaxaca Y Chiapas	12.16	mayo-septiembre
<i>Euptoieta hegesia</i>	En vegetación perturbada	Casi todo el país	100	junio-diciembre
<i>Hamadryas amphinome</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	San Luis Potosí, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Tabasco y Chiapas	18.44	junio-octubre
<i>Hamadryas februa</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Colima, Jalisco, Sinaloa y Chiapas	31.63	marzo-diciembre
<i>Hamadryas feronia</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Chiapas y Yucatán	26.51	mayo-diciembre
<i>Hamadryas glauconome</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio en Benito Juárez	Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Morelos, Guerrero, Colima y Chiapas	28.19	marzo-diciembre
<i>Hamadryas guatemalena</i>	En bosque tropical perennifolio	Casi todo el país	100	julio-diciembre
<i>Hamadryas iphthime</i>	En vegetación perturbada y mediano y bosque tropical perennifolio	Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Quintana Roo y Chiapas	16.03	mayo-diciembre
<i>Hamadryas laodamia</i>	En bosque tropical perennifolio en Agua Pescadito	Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas	13.4	junio-octubre
<i>Hermeuptychia sosybius</i>	En vegetación perturbada, cerca de potreros en Nuevo Río Manso	Sinaloa, Nuevo León Tamaulipas	10.34	enero-diciembre
<i>Mestra dorcas amymone</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Sin información	-	Sin información
<i>Myscelia cyaniris</i>	En vegetación perturbada y bosque	Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco y	19.21	mayo-septiembre

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Especie	Estado del hábitat	Distribución en México	% Territorio nacional	Biología reproductiva
	tropical perennifolio	Chiapas.		
<i>Nessaea aglaura</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas	13.4	mayo-septiembre
<i>Nica flavilla</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Sin información	-	Sin información
<i>Pyrrhogyra hypsenor</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio en Benito Juárez	Puebla, San Luis Potosí, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Chiapas	20.52	agosto-noviembre
<i>Pyrrogyra otolais</i>	En vegetación perturbada en Nuevo San José Río Manso	Veracruz, Oaxaca y Chiapas	12.16	marzo-octubre
<i>Siproeta stelenes</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Nayarit, Morelos, Chiapas y Distrito Federal	18.96	enero-diciembre
<i>Smyrna blomfieldia datis</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Quintana Roo, Chiapas, Guerrero, Morelos, Colima, Jalisco y Distrito Federal	24.67	enero-diciembre
<i>Tegosa sp.</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Sin información	-	Sin información
<i>Temenis laothoe</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Chiapas	3.75	mayo-agosto
<i>Heraclides crespfontes</i>	En vegetación perturbada	Guerrero, Morelos, Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Sonora	24.96	junio-diciembre
<i>Mimoides phaon</i>	En vegetación perturbada	Sin información	-	Sin información
<i>Parides arcas</i>	En vegetación perturbada Agua Pescadito	Veracruz, Oaxaca y Chiapas	12.16	marzo-octubre
<i>Protographium</i>	En vegetación perturbada en Nuevo	Sin información	-	Sin información

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Especie	Estado del hábitat	Distribución en México	% Territorio nacional	Biología reproductiva
<i>philolaus</i>	Río Manso			
<i>Ascia monuste</i>	En vegetación perturbada	Casi todo el país	100	abril-noviembre
<i>Eurema दौरa</i>	En vegetación perturbada	La península de Baja California, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Durango, Nuevo León y Tamaulipas	45.85	enero-diciembre
<i>Eurema xantochlora</i>	En vegetación perturbada en San Rafael Agua Pescadito	Sin información	-	Sin información
<i>Glutophrissa drusilla</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Puebla, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero y Edo. México	18.33	abril-septiembre
<i>Leptophobia aripa</i>	En vegetación perturbada	Casi todo el país	100	febrero, junio, julio y noviembre
<i>Phoebis agarithe</i>	En vegetación perturbada	Casi todo el país	100	enero-diciembre
<i>Phoebis philea</i>	En vegetación perturbada en San Rafael Agua Pescadito	Casi todo el país	100	julio-enero
<i>Pyrisitia lisa</i>	En vegetación perturbada	Sin información	-	Sin información
<i>Calephelis perditalis</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Chihuahua, Durango, Sinaloa y Tamaulipas	25.87	enero-diciembre
<i>Calephelis rawsons</i>	En vegetación perturbada Benito Juárez	Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Tamaulipas y Nuevo León	38.43	junio-noviembre
<i>Calephelis sp.</i>	En vegetación perturbada Benito Juárez	Sin información	-	Sin información
<i>Melanis pize</i>	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Tamaulipas y Nuevo León	7.38	enero-noviembre
<i>Mesosemia</i>	En vegetación perturbada y bosque	Sin información	-	Sin información

Espece	Estado del hábitat	Distribución en México	% Territorio nacional	Biología reproductiva
<i>Iamachus</i>	tropical perennifolio			
<i>Paraeuptychia ocirrhoe</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Sin información	-	Sin información
<i>Taygetis thamyra</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Sin información	-	Sin información
<i>Taygetis virgilia</i>	En vegetación perturbada y bosque tropical perennifolio	Sin información	-	Sin información
Especie 1	En vegetación perturbada en Benito Juárez	Sin información	-	Sin información
Especie 2	En vegetación perturbada en San Rafael Agua Pescadito	Sin información	-	Sin información

Cuadro 22. Valores asignados a las características de la sensibilidad a disturbios humanos (DSI) de las mariposas colectadas.

Especie	Estado del hábitat	Distribución en México	Biología reproductiva	Sumatoria	DSI
<i>Caligo memnon</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Caligo atreus</i>	2	-	-	2	0.25
<i>Eryphanis aesacus</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Opsiphanes invirae</i>	1	-	-	1	0.12
<i>Opsiphanes tamarindi sikyon</i>	2	2	3	7	0.87
<i>Opsiphanes quiteria quirinus</i>	2	3	2	7	0.87
<i>Archaeoprepona demophon</i>	2	2	1	5	0.62
<i>Consul fabius cecrops</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Consul electra</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Fountainea euryple confusa</i>	2	2	1	5	0.62
<i>Fountainea rayoensis</i>	2	3	1	6	0.75
<i>Memphis pithyusa</i>	1	2	2	5	0.62
<i>Memphis xenica</i>	1	3	1	5	0.62
<i>Danaus plexippus</i>	1	2	1	4	0.5
<i>Danaus gilippus</i>	1	2	1	4	0.5
<i>Lycorea cleobaea</i>	1	2	2	5	0.62
<i>Agraulis vanillae</i>	1	2	2	5	0.62
<i>Dryas julia</i>	1	1	1	3	0.37
<i>Heliconius charithonia vazquezae</i>	1	1	2	4	0.5
<i>Heliconius erato</i>	1	2	2	5	0.62
<i>Celaenorrhinus monartus</i>	1	-	-	1	0.12

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Especie	Estado del hábitat	Distribución en México	Biología reproductiva	Sumatoria	DSI
<i>Celaenorrhinus</i> sp.	1	-	-	1	0.12
<i>Perichares philetas</i>	1	-	-	1	0.12
<i>Pyrgus oileus</i>	1	1	1	3	0.37
<i>Pyrgus philetas</i>	1	1	1	3	0.37
<i>Staphylus</i> aff. <i>azteca</i>	1	-	-	1	0.12
<i>Staphylus</i> aff. <i>mazans</i>	1	3	1	5	0.62
<i>Staphylus</i> sp.	1	-	-	1	0.12
<i>Urbanus procne</i>	1	2	1	4	0.5
<i>Greta morgane</i>	1	3	1	5	0.62
<i>Cupido comyntas</i>	1	2	1	4	0.5
<i>Panhiades bathildis</i>	1	-	-	1	0.12
<i>Strephonota tephraeus</i>	1	3	2	6	0.75
<i>Thecla minya</i>	1	4	3	8	1
<i>Morpho helenor moctezuma</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Anartia fatima</i>	1	2	1	4	0.5
<i>Anartia jatrophae</i>	1	2	2	5	0.62
<i>Biblis hyperia</i>	2	2	1	5	0.62
<i>Castilia</i> sp.	1	-	-	1	0.12
<i>Catonephele mexicana</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Chlosyne janais</i>	1	2	2	5	0.62
<i>Cissia pompilia</i>	1	-	-	1	0.12
<i>Colobura dirce</i>	2	2	1	5	0.62

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Espece	Estado del hábitat	Distribución en México	Biología reproductiva	Sumatoria	DSI
<i>Diaethria anna</i>	2	3	1	6	0.75
<i>Diaethria astala</i>	2	2	1	5	0.62
<i>Dynamine dyonis</i>	1	2	1	4	0.5
<i>Dynamine glauce</i>	1	3	2	6	0.75
<i>Dynamine postverta mexicana</i>	2	-	-	2	0.25
<i>Epiphile hermosa</i>	2	3	2	7	0.87
<i>Epiphile adrasta</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Eunica augusta agustae</i>	1	3	2	6	0.75
<i>Euptoieta hegesia</i>	1	1	2	4	0.5
<i>Hamadryas amphinome</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Hamadryas februa</i>	2	2	1	5	0.62
<i>Hamadryas feronia</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Hamadryas glauconome</i>	2	2	1	5	0.62
<i>Hamadryas guatemalena</i>	2	1	2	5	0.62
<i>Hamadryas iphthime</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Hamadryas laodamia</i>	2	3	2	7	0.87
<i>Hermeuptychia sosybius</i>	1	3	1	5	0.62
<i>Mestra dorcas amymone</i>	1	-	-	1	0.12
<i>Myscelia cyaniris</i>	2	2	2	6	0.75
<i>Nessaea aglaura</i>	2	3	2	7	0.87
<i>Nica flavilla</i>	2	-	-	2	0.25
<i>Pyrrhogyra hypsenor</i>	2	2	2	6	0.75

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Especie	Estado del hábitat	Distribución en México	Biología reproductiva	Sumatoria	DSI
<i>Pyrrogyra otolais</i>	1	3	1	5	0.62
<i>Siproeta stelenes</i>	1	2	1	4	0.5
<i>Smyrna blomfieldia datis</i>	2	2	1	5	0.62
<i>Tegosa</i> sp.	1	-	-	1	0.12
<i>Temenis laothoe</i>	1	4	3	8	1
<i>Heraclides cresphontes</i>	1	2	2	5	0.62
<i>Mimoides phaon</i>	1	-	-	1	0.12
<i>Parides arcas</i>	1	3	2	6	0.75
<i>Protographium philolaus</i>	1	-	-	1	0.12
<i>Ascia monuste</i>	1	1	2	4	0.5
<i>Eurema दौरa</i>	1	1	1	3	0.37
<i>Eurema xantochlora</i>	1	-	-	1	0.12
<i>Glutophrissa drusilla</i>	1	2	2	5	0.62
<i>Leptophobia aripa</i>	1	1	3	5	0.62
<i>Phoebis agarithe</i>	1	1	1	3	0.37
<i>Phoebis philea</i>	1	1	2	4	0.5
<i>Pyrisitia lisa</i>	1	-	-	1	0.12
<i>Calephelis perditalis</i>	1	2	1	4	0.5
<i>Calephelis rawsons</i>	1	2	2	5	0.62
<i>Calephelis</i> sp.	1	-	-	1	0.12
<i>Melanis pixe</i>	1	3	1	5	0.62
<i>Mesosemia lamachus</i>	2	-	-	2	0.25



Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

Espece	Estado del hábitat	Distribución en México	Biología reproductiva	Sumatoria	DSI
<i>Paraeuptychia ocirrhoe</i>	2	-	-	2	0.25
<i>Taygetis thamyra</i>	2	-	-	2	0.25
<i>Taygetis virglia</i>	2	-	-	2	0.25
Espece 1	1	-	-	1	0.12
Espece 2	1	-	-	1	0.12

Cuadro 23. Cálculo del índice de especies sombrilla (UI) para las especies de mariposas.

Familia	Especie	$P_j = j/n$	$Q_j = 1 - P_j$	$ 0.5 - Q_j $	Rareza media ( $Q_{j_m}$ )	DSI	PCS	UI
Brassolidae	<i>Caligo memnon</i>	1	0	0.5	0.5	0.75	0.56	1.81
	<i>Caligo atreus</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.25	0.42	1.51
	<i>Eryphanis aesacus</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.75	0.62	2.20
	<i>Opsiphanes invirae</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.125	0.62	1.58
	<i>Opsiphanes tamarindi sikyon</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.875	0.60	2.31
	<i>Opsiphanes quiteria quirinus</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.875	0.60	2.31
Charaxidae	<i>Archaeoprepona demophon</i>	1	0	0.5	0.5	0.625	0.56	1.68
	<i>Consul fabius cecrops</i>	1	0	0.5	0.5	0.75	0.56	1.81
	<i>Consul electra</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.75	0.64	2.23
	<i>Fountainea euryphyle confusa</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.60	2.06
	<i>Fountainea rayoensis</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.75	0.64	2.23
	<i>Memphis pithyusa</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.64	2.10
Danaiidae	<i>Memphis xenica</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.60	2.06
	<i>Danaus plexippus</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.5	0.60	1.93
Danaiidae	<i>Danaus gilippus</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.5	0.53	1.87
	<i>Lycorea cleobaea</i>	1	0	0.5	0.5	0.625	0.56	1.68
	<i>Agraulis vanillae</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.625	0.53	1.99
Heliconiidae	<i>Dryas julia</i>	1	0	0.5	0.5	0.375	0.56	1.43
	<i>Heliconius charithonia vazquezae</i>	1	0	0.5	0.5	0.5	0.56	1.56
	<i>Heliconius erato</i>	1	0	0.5	0.5	0.625	0.56	1.68
	<i>Celaenorrhinus monartus</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.42	1.38
Hesperiidae	<i>Celaenorrhinus sp.</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.64	1.60
	<i>Perichares philetas</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.64	1.60
	<i>Pyrgus oileus</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.375	0.42	1.63
	<i>Pyrgus philetas</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.375	0.64	1.85
	<i>Staphylus aff. azteca</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.60	1.56

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

	<i>Staphylus aff. mazans</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.64	2.10
	<i>Staphylus sp.</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.64	1.60
	<i>Urbanus procne</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.5	0.64	1.98
<b>Ithomiidae</b>	<i>Greta morgane</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.625	0.62	2.08
<b>Lycaenidae</b>	<i>Cupido comyntas</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.5	0.42	1.76
	<i>Panhiades bathildis</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.42	1.38
	<i>Strephonota tephraeus</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.75	0.60	2.18
	<i>Thecla minya</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	1	0.60	2.43
<b>Morphidae</b>	<i>Morpho helenor moctezuma</i>	1	0	0.5	0.5	0.75	0.56	1.81
<b>Nymphalidae</b>	<i>Anartia fatima</i>	1	0	0.5	0.5	0.5	0.56	1.56
	<i>Anartia jatrophae</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.625	0.53	1.99
	<i>Biblis hyperia</i>	1	0	0.5	0.5	0.625	0.56	1.68
	<i>Castilia sp.</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.60	1.56
	<i>Catonephele mexicana</i>	1	0	0.5	0.5	0.75	0.56	1.81
	<i>Chlosyne janais</i>	1	0	0.5	0.5	0.625	0.56	1.68
	<i>Cissia pompilia</i>	1	0	0.5	0.5	0.125	0.56	1.18
	<i>Colobura dirce</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.60	2.06
	<i>Diaethria anna</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.75	0.60	2.18
	<i>Diaethria astala</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.60	2.06
<b>Nymphalidae</b>	<i>Dynamine dyonis</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.5	0.64	1.98
	<i>Dynamine glauce</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.75	0.62	2.20
	<i>Dynamine postverta mexicana</i>	1	0	0.5	0.5	0.25	0.56	1.31
	<i>Epiphile hermosa</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.875	0.60	2.31
	<i>Epiphile adrasta</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.75	0.60	2.18
	<i>Eunica augusta agustae</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.75	0.60	2.18
	<i>Euptoieta hegesia</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.5	0.51	1.84
	<i>Hamadryas amphinome</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.75	0.62	2.20
	<i>Hamadryas februa</i>	1	0	0.5	0.5	0.625	0.56	1.68
	<i>Hamadryas feronia</i>	1	0	0.5	0.5	0.75	0.56	1.81
	<i>Hamadryas glauconome</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.64	2.10

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

	<i>Hamadryas guatemalena</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.625	0.62	2.08
	<i>Hamadryas iphthime</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.75	0.62	2.20
	<i>Hamadryas laodamia</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.875	0.60	2.31
	<i>Hermeuptychia sosybius</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.42	1.88
	<i>Mestra dorcas amymone</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.64	1.60
	<i>Myscelia cyaniris</i>	1	0	0.5	0.5	0.75	0.56	1.81
	<i>Nessaea aglaura</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.875	0.62	2.33
	<i>Nica flavilla</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.25	0.62	1.70
	<i>Pyrrhogyra hypsenor</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.75	0.64	2.23
	<i>Pyroggyra otolais</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.42	1.88
	<i>Siproeta stelenes</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.5	0.64	1.98
	<i>Smyrna blomfieldia datis</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.625	0.62	2.08
	<i>Tegosa sp.</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.64	1.60
	<i>Temenis laothoe</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	1	0.64	2.48
<b>Papilionidae</b>	<i>Heraclides cresphontes</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.625	0.51	1.97
	<i>Mimoides phaon</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.125	0.53	1.49
	<i>Parides arcas</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.75	0.60	2.18
	<i>Protographium philolaus</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.42	1.38
<b>Pieridae</b>	<i>Ascia monuste</i>	1	0	0.5	0.5	0.5	0.56	1.56
	<i>Eurema दौरa</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.375	0.53	1.74
	<i>Eurema xanthochlora</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.60	1.56
	<i>Glutophrissa drusilla</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.64	2.10
	<i>Leptophobia aripa</i>	1	0	0.5	0.5	0.625	0.56	1.68
	<i>Phoebis agarithe</i>	1	0	0.5	0.5	0.375	0.56	1.43
	<i>Phoebis philea</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.5	0.60	1.93
<i>Pyrisitia lisa</i>	1	0	0.5	0.5	0.375	0.56	1.43	
<b>Riodinidae</b>	<i>Calephelis perditalis</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.5	0.64	1.98
	<i>Calephelis rawsons</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.64	2.10
	<i>Calephelis sp.</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.64	1.60
	<i>Melanis pixe</i>	0.33	0.66	0.16	0.83	0.625	0.64	2.10

Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca.

	<i>Mesosemia lamachus</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.25	0.51	1.59
<b>Satyridae</b>	<i>Paraeuptychia ocirrhoe</i>	1	0	0.5	0.5	0.25	0.56	1.31
	<i>Taygetis thamyra</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.25	0.53	1.62
	<i>Taygetis virgilia</i>	0.66	0.33	0.16	0.83	0.25	0.51	1.59
<b>No identificadas</b>	Especie 1	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.64	1.60
	Especie 2	0.33	0.66	0.16	0.83	0.125	0.60	1.56

Pj- Ocurrencia proporcional

Qj- Rareza media

PCS-Porcentaje de co-ocurrencia

DSI-Sensibilidad a disturbios humanos

UI-Índice de especies sombrilla

Cuadro 24. Especies sombrilla de mariposas encontradas en las localidades de estudio.

Especie	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso	UI
<i>Eryphanis aesacus*</i>	1	1	0	2.20
<i>Opsiphanes tamarindi sikyon</i>	0	1	0	2.31
<i>Opsiphanes quiteria quirinus</i>	0	1	0	2.31
<i>Consul electra</i>	1	0	0	2.23
<i>Fountainea eurypyle confusa</i>	0	1	0	2.06
<i>Fountainea rayoensis</i>	1	0	0	2.23
<i>Memphis pithyusa</i>	1	0	0	2.10
<i>Memphis xenica</i>	0	1	0	2.06
<i>Agraulis vanillae</i>	1	0	1	1.99
<i>Staphylus aff. Mazans</i>	1	0	0	2.10
<i>Greta morgane</i>	1	1	0	2.08
<i>Strephonota tephraeus</i>	0	1	0	2.18
<i>Thecla minya</i>	0	1	0	2.43
<i>Anartia jatrophae</i>	1	0	1	1.99
<i>Colobura dirce</i>	0	1	0	2.06
<i>Diaethria anna</i>	0	1	0	2.18
<i>Diaethria astala</i>	0	1	0	2.06
<i>Dynamine glauce</i>	1	1	0	2.20
<i>Epiphile hermosa</i>	0	1	0	2.31
<i>Epiphile adrasta</i>	0	1	0	2.18
<i>Eunica augusta augustae</i>	0	1	0	2.18
<i>Hamadryas amphinome*</i>	1	1	0	2.20
<i>Hamadryas glauconome</i>	1	0	0	2.10
<i>Hamadryas guatemalena*</i>	1	1	0	2.08
<i>Hamadryas iphthime*</i>	1	1	0	2.20
<i>Hamadryas laodamia</i>	0	1	0	2.31
<i>Nessaea aglaura*</i>	1	1	0	2.33
<i>Pyrrhogyra hypsenor</i>	1	0	0	2.23
<i>Smyrna blomfieldia datis*</i>	1	1	0	2.08
<i>Temenis laothoe</i>	1	0	0	2.48
<i>Parides arcas</i>	0	1	0	2.18
<i>Glutophrissa drusilla</i>	1	0	0	2.10
<i>Calephelis rawsons</i>	1	0	0	2.10
<i>Melanis pixe</i>	1	0	0	2.10

\* Mejores especies sombrilla dado el hábitat que ocupan y su presencia en 2 de las comunidades.

UI- Índice de Especie Sombrilla

Cuadro 25. Correlación entre Qj, PCS y DSI.

Estadístico de Spearman ( $\rho$ )	Qj & PCS	Qj & DSI	DSI & PCS
Mariposas	0.45	-0.06*	0.13
Mamíferos	-0.42	0.17	0.12

\* La P=6.7487E<sup>-06</sup>

Cuadro 26. Riqueza total de las especies de mamíferos y las especies sombrilla de mamíferos encontradas por transecto y localidad.

Transectos	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla
T1	1	0	1	1	0	0
T2	1	0	2	1	2	0
T3	1	0	0	1	0	0
T4	0	0	0	0	3	1
T5	1	0	5	2	0	0
T6	0	0	2	1	0	0
T7	0	0	2	1	0	1
T8	0	0	2	1	2	0
T9	1	0	2	1	1	1
T10	0	0	2	2	2	1
T11	2	0	0	2	0	1
T12	1	0	0	1	2	1
T13	0	0	3	0	1	0
T14	0	0	1	1	0	0
T15	0	0	2	0	0	0
T16	0	0	1	1	1	0
T17	1	0	4	0	0	0
T18	0	0	1	0	0	0
T19	1	0	1	1	0	0
T20	0	0	0	1	2	0
T21	1	0	3	1	0	0
T22	0	0	1	1	0	0
T23	1	0	2	1	0	0
T24	0	0	0	1	1	0

Cuadro 27. Riqueza de las especies de mamíferos y las especies sombrilla de mamíferos encontradas por tipos de vegetación en cada transecto y localidad.

Bosque Tropical Perennifolio	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla
T1	1	0	1	1	0	0
T3	1	0	0	1	0	0
T5	1	0	5	2	0	0
T7	0	0	2	1	0	1
T9	1	0	2	1	1	1
T11	2	0	0	2	0	1
T13	0	0	3	0	1	0
T15	0	0	2	0	0	0
T17	1	0	4	0	0	0
T19	1	0	1	1	0	0
T21	1	0	3	1	0	0
T23	1	0	2	1	0	0
Vegetación perturbada	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla
T2	1	0	2	1	2	0
T4	0	0	0	0	3	1
T6	0	0	2	1	0	0
T8	0	0	2	1	2	0
T10	0	0	2	2	2	1
T12	1	0	0	1	2	1
T14	0	0	1	1	0	0
T16	0	0	1	1	1	0
T18	0	0	1	0	0	0
T20	0	0	0	1	2	0
T22	0	0	1	1	0	0
T24	0	0	0	1	1	0

Cuadro 28. Correlación entre la riqueza de especies de mamíferos y especies sombrilla entre tipos de vegetación, entre localidades y sin distinciones.

Estadístico de Kendall (Tau)	Localidades			
	Benito Juárez	Agua Pescadito	Nuevo Río Manso	Total
Bosque tropical perennifolio	-	-0.28	0.25	0.19
No bosque tropical perennifolio	-	0.37	0.33 *	0.44 *
Total	-	-0.06	0.02 *	0.31 *

\* P<0.05 correlación estadísticamente significativa



Cuadro 29. Riqueza total de las especies de mariposas y las especies sombrilla de mariposas encontradas por transecto y localidad.

Transectos	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla
T1	1	0	4	4	0	0
T2	7	0	3	1	4	0
T3	2	0	2	3	0	0
T4	6	0	4	2	6	0
T5	3	0	1	0	3	0
T6	12	2	4	0	12	0
T7	1	0	1	0	4	0
T8	6	2	4	0	12	0
T9	2	1	1	0	2	0
T10	8	2	2	0	10	0
T11	4	1	1	0	1	0
T12	11	2	1	0	7	0
T13	2	1	0	0	0	0
T14	9	2	11	3	3	0
T15	5	1	4	7	1	0
T16	6	1	20	10	10	0
T17	3	0	5	5	7	0
T18	16	5	15	7	19	2
T19	9	3	6	5	6	0
T20	29	10	20	4	18	2
T21	6	4	2	1	6	0
T22	21	4	18	3	18	1
T23	4	3	3	3	6	0
T24	11	3	12	2	13	0

Cuadro 30. Riqueza de las especies de mariposas y las especies sombrilla de mariposas encontradas por tipos de vegetación en cada transecto y localidad.

Bosque Tropical Perennifolio	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla
T1	1	0	4	4	0	0
T3	2	0	2	3	0	0
T5	3	0	1	0	3	0
T7	1	0	1	0	4	0
T9	2	1	1	0	2	0
T11	4	1	1	0	1	0
T13	2	1	0	0	0	0
T15	5	1	4	7	1	0
T17	3	0	5	5	7	0
T19	9	3	6	5	6	0
T21	6	4	2	1	6	0
T23	4	3	3	3	6	0
Vegetación perturbada	Benito Juárez		Agua Pescadito		Nuevo Río Manso	
	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla	Riqueza especies	Especies sombrilla
T2	7	0	3	1	4	0
T4	6	0	4	2	6	0
T6	12	2	4	0	12	0
T8	6	2	4	0	12	0
T10	8	2	2	0	10	0
T12	11	2	1	0	7	0
T14	9	2	11	3	3	0
T16	6	1	20	10	10	0
T18	16	5	15	7	19	2
T20	29	10	20	4	18	2
T22	21	4	18	3	18	1
T24	11	3	12	2	13	0

Cuadro 31. Correlación entre la riqueza de especies de mariposas y especies sombrilla entre tipos de vegetación, entre localidades y sin distinciones.

Estadístico de Kendall (Tau)	Localidades			
	Benito Juárez	San Rafael Agua Pescadito	Nuevo San José Río Manso	Total
Bosque tropical perennifolio	0.62 *	0.85 *	-	0.41 *
No bosque tropical perennifolio	0.76 *	0.70 *	0.65 *	0.73 *
Total	0.61 *	0.62 *	0.49 *	0.40 *

- $p < 0.05$  correlación estadísticamente significativa

Cuadro 32. Correlación entre las distancias geográficas entre localidades y la composición de riqueza de especies y las especies sombrilla tanto de mamíferos y mariposas.

<b>Estadístico de Mantel (<math>Z_m</math>)</b>	<b>Matrices de respuesta Y</b>			
<b>Matriz modelo x</b>	<b>Especies mamíferos</b>	<b>Especies sombrilla mamíferos</b>	<b>Especies mariposas</b>	<b>Especies sombrilla mariposas</b>
<b>Distancia geográficas</b>	-0.97	-0.96	-0.96	-0.93

P<0.0001 correlación estadísticamente significativa

# **APÉNDICE II**

## **Figuras (1-30)**

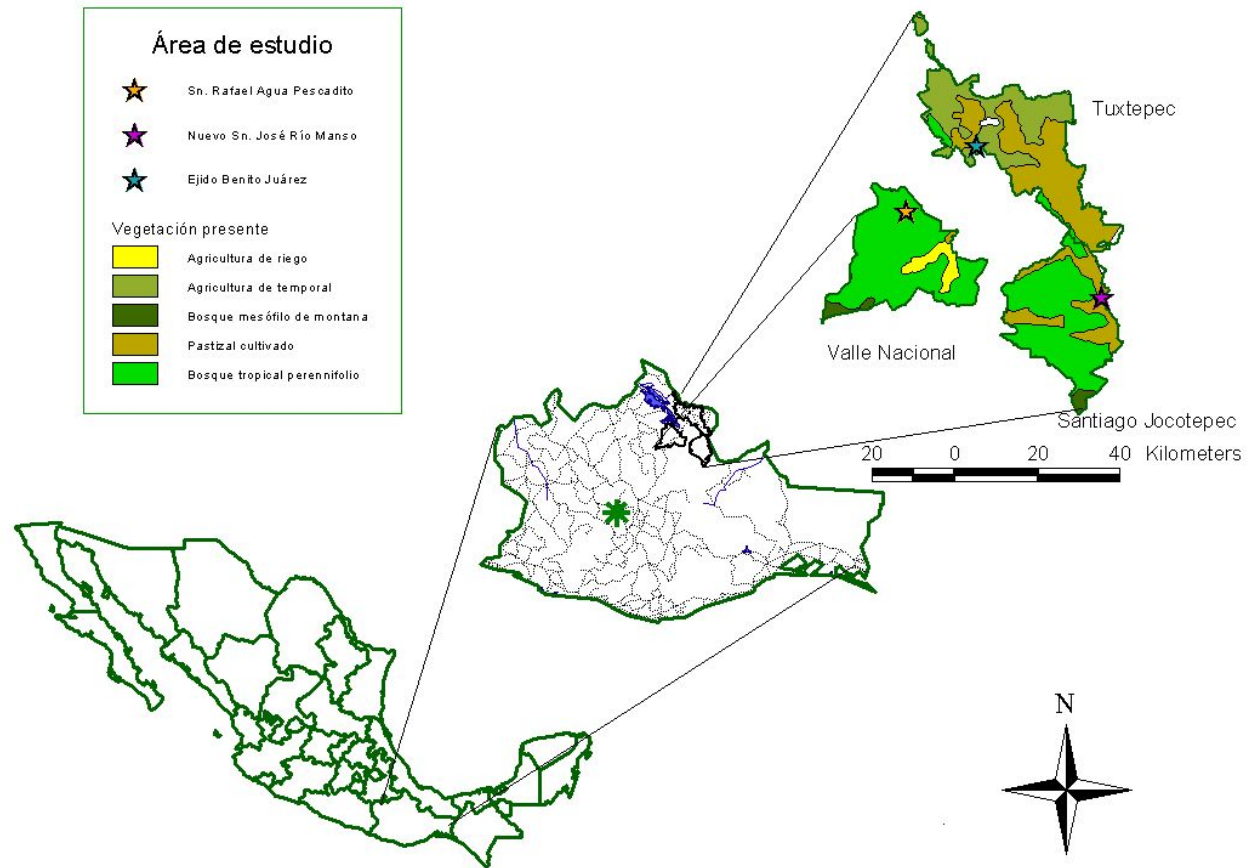


Figura 1. Localización geográfica de las localidades de estudio.



Figura 2. Trampa para atrapar mariposas

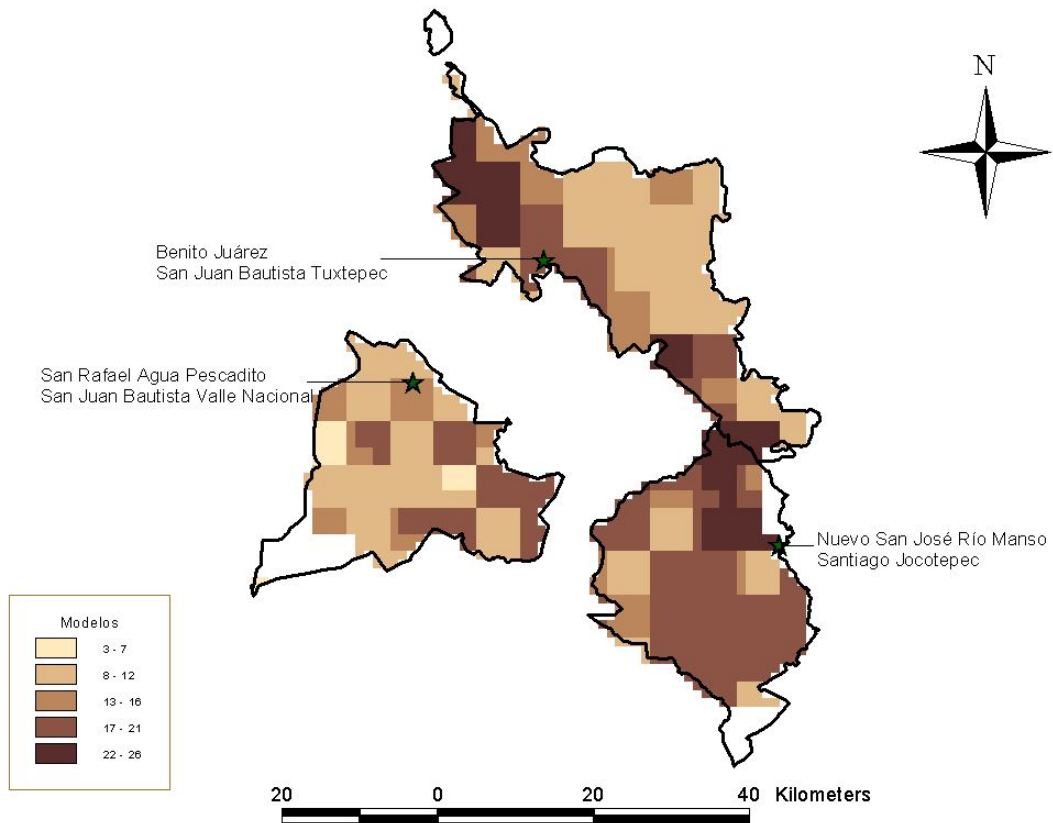


Figura 3. Número de modelos que predicen a los mamíferos en la zona de estudio.

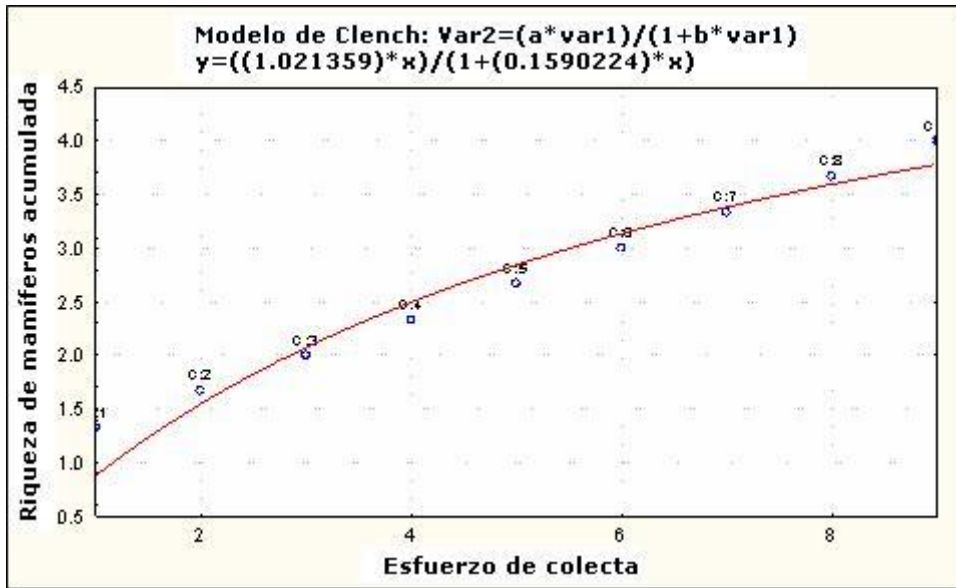


Figura 4. Modelo de acumulación de especies de mamíferos obtenida en Benito Juárez. a-tasa de incremento al inicio del estudio; b-acumulación de especies; var 2- riqueza de especies de mamíferos acumulada; var 1- esfuerzo de colecta.

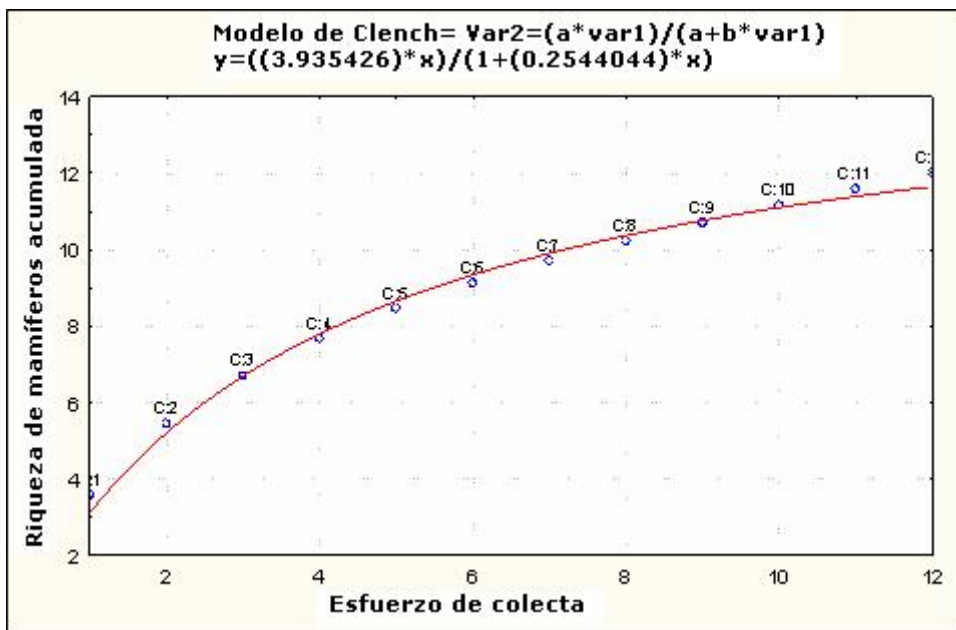


Figura 5. Modelo de acumulación de especies de mamíferos obtenida en San Rafael Agua Pescadito. a-tasa de incremento al inicio del estudio; b-acumulación de especies; var 2- riqueza de especies de mamíferos acumulada; var 1- esfuerzo de colecta.

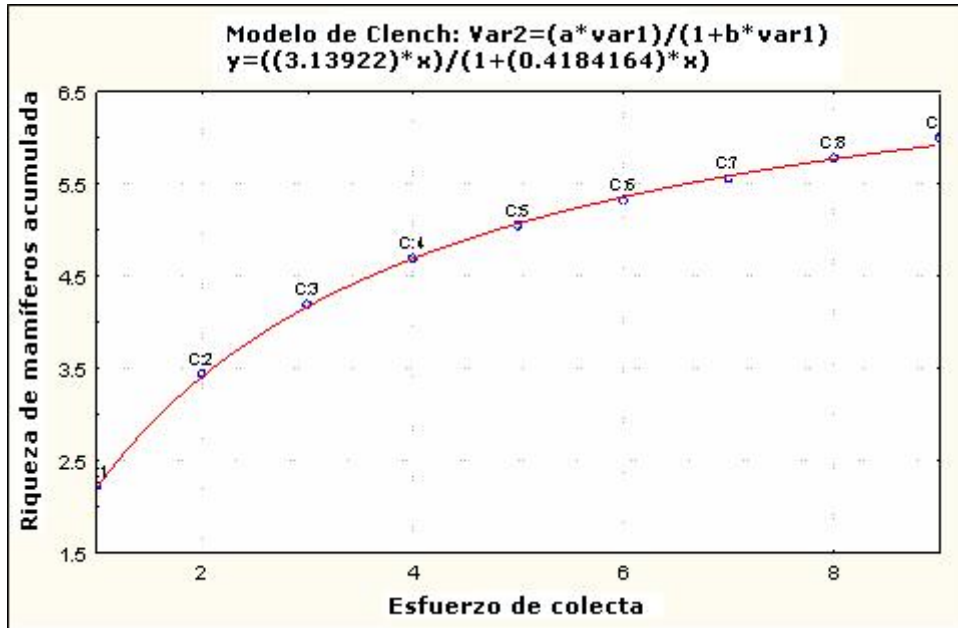


Figura 6. Modelo de acumulación de especies de mamíferos obtenida en Nuevo San José Río Manso. a-tasa de incremento al inicio del estudio; b-acumulación de especies; var 2- riqueza de especies de mamíferos acumulada; var 1- esfuerzo de colecta.

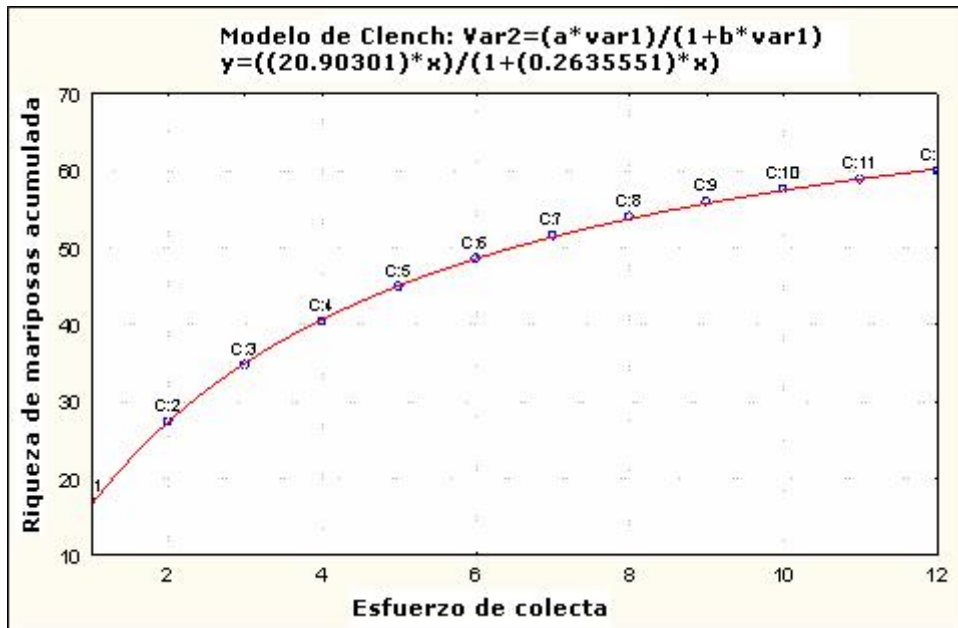


Figura 7. Modelo de acumulación de especies de mariposas obtenida en Benito Juárez. a-tasa de incremento al inicio del estudio; b-acumulación de especies; var 2- riqueza de especies de mamíferos acumulada; var 1- esfuerzo de colecta.



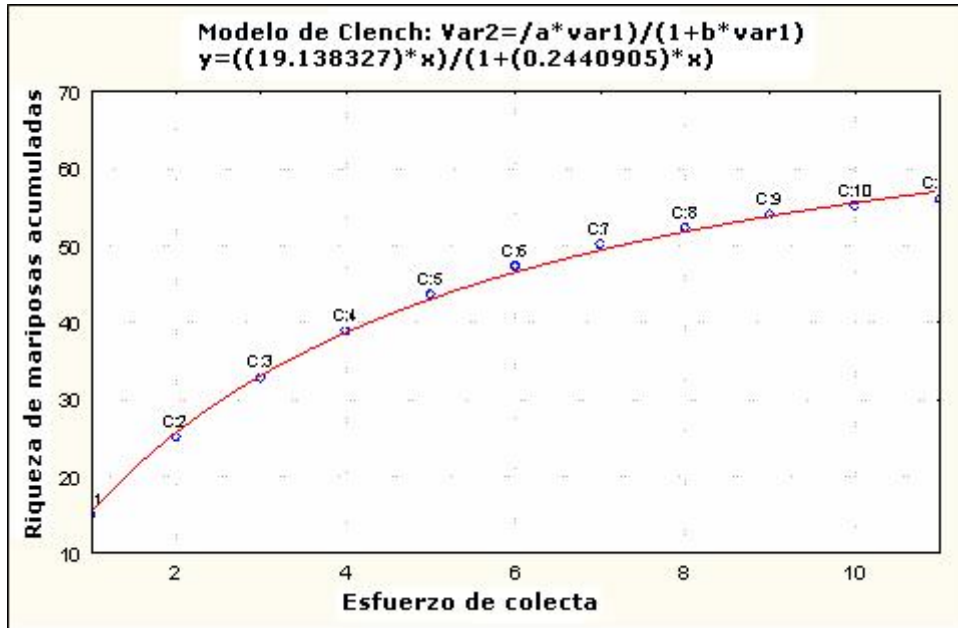


Figura 8. Modelo de acumulación de especies de mariposas obtenida en San Rafael Agua Pescadito. a- tasa de incremento al inicio del estudio; b- acumulación de especies; var 2- riqueza de especies de mamíferos acumulada; var 1- esfuerzo de colecta.

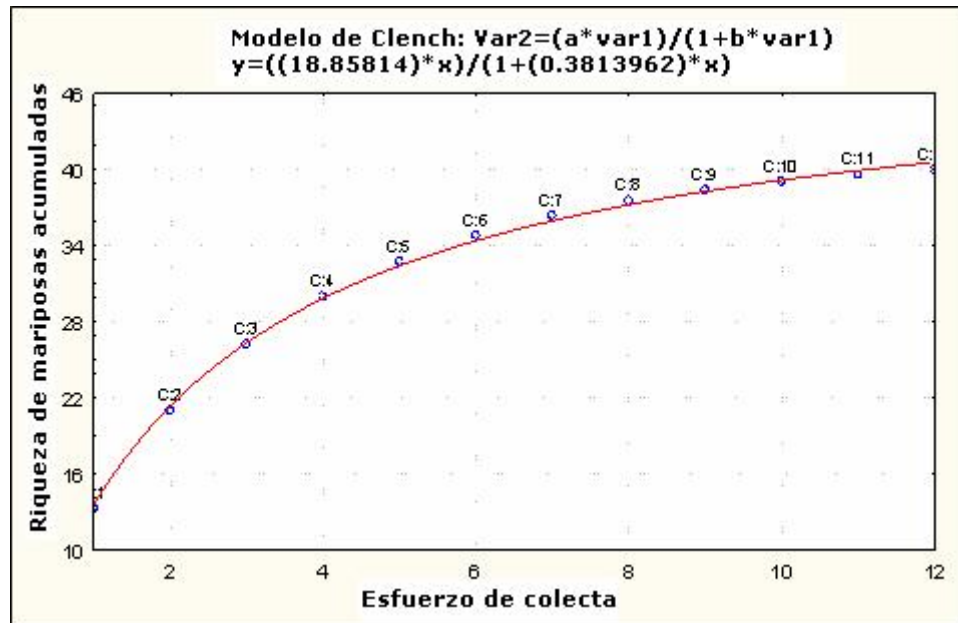


Figura 9. Modelo de acumulación de especies de mariposas obtenida en Nuevo San José Río Manso. a- tasa de incremento al inicio del estudio; b- acumulación de especies; var 2- riqueza de especies de mamíferos acumulada; var 1- esfuerzo de colecta.

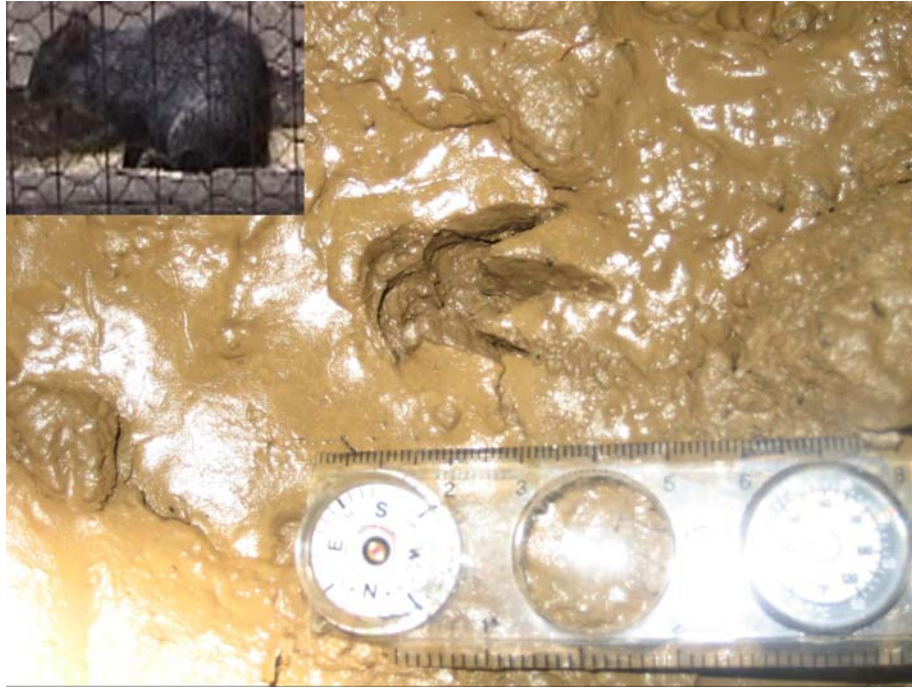


Figura 10. Huella e imagen de *Dasyprocta mexicana* (cerete). Foto Martínez-Sánchez N. y Vázquez-Mendoza S.



Figura 11. Huella e imagen de *Mazama americana* (temazate o mazate). Fotos Vázquez-Mendoza S.



Figura 12. Vista dorsal y ventral de *Eryphanis aesacus*. Foto Martínez-Sánchez N.



Figura 13. Vista dorsal y ventral de *Opsiphanes tamarindi sikyon*. Foto Martínez-Sánchez N.



Figura 14. Vista dorsal y ventral de *Opsiphanes quiteria quirinus*. Foto Martínez-Sánchez N.



Figura 15. *Consul electra* alimentándose del cebo (fruta fermentada). Foto Vázquez-Mendoza S.



Figura 16. Vista dorsal *Fountainea eurypyle confusa*. Foto Martínez-Sánchez N.



Figura 17. Vista dorsal y ventral de *Fountainea rayoensis*. Foto Martínez-Sánchez N.



Figura 18. Vista dorsal y ventral de *Greta morgane*. Foto Vázquez-Mendoza S.



Figura 19. Vista dorsal y ventral de *Colobura dirce*. Foto Martínez-Sánchez N.



Figura 20. Vista dorsal y ventral de *Diaethria anna*. Foto Martínez-Sánchez N.



Figura 21. Vista dorsal y ventral de *Diathria astala*, vista dorsal y ventral. Foto Martínez-Sánchez N.



Figura 22. Vista dorsal de *Epiphile hermosa*. Tomada de De la Maza (1987).



Figura 23. Vista dorsal y ventral de *Hamadryas amphinome*. Foto Martínez-Sánchez N.



Figura 24. Vista dorsal y ventral de *Hamadryas glauconome*. Foto Modificada de Garwood & Lehman (2005).



Figura 25. Vista dorsal y ventral de *Hamadryas guatemalena*. Foto Richard Lehman.



Figura 26. Vista dorsal de *Hamadryas iphthime*. Foto Martínez-Sánchez N.



Figura 27. Vista dorsal y ventral de *Hamadryas laodamia*. Modificada de Garwood & Lehman (2005).



Figura 28. Vista dorsal y ventral de *Nessaea aglaura*. Foto Martínez-Sánchez N.

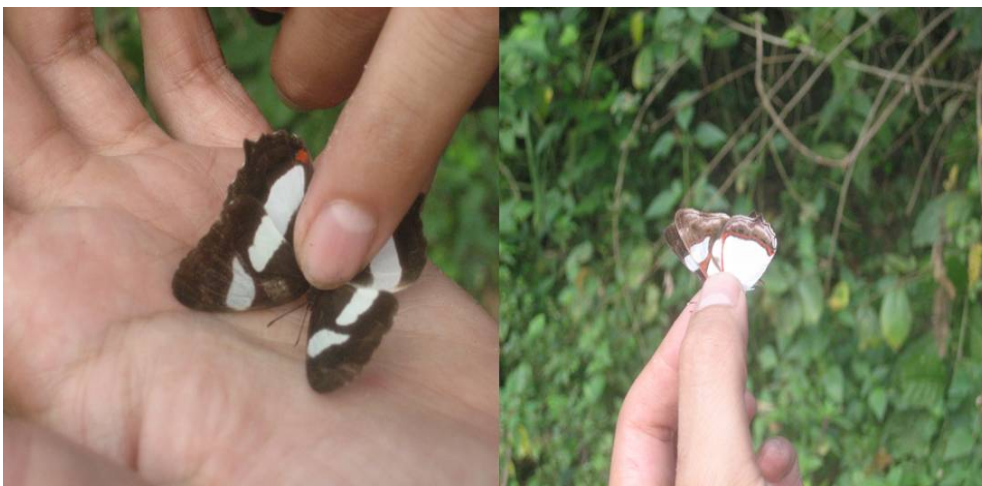


Figura 29. Vista dorsal y ventral de *Pyrrhogyra hypsensor*. Foto Martínez-Sánchez N.





Figura 30. Vista dorsal y ventral de *Smyrna blomfieldia datis*. Foto Martínez-Sánchez N.