

117
2Ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“LISTADO DE LOS PAPILIONOIDEA (LEPIDOPTERA:
RHOPALOCERA) EN EL DERRAME LÁVICO DEL VOLCÁN
CHICHINAUTZIN, ESTADO DE MORELOS”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G A
P R E S E N T A:
MARÍA SILVIA VALENCIA GARDUÑO

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. MOISÉS ARMANDO LUIS MARTÍNEZ

MÉXICO, D. F.

1999



**TESIS CON
FALLA EN CUBRIR**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales
P r e s e n t e

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
"Listado de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera)
en el derrame lávico del volcán Chichinautzin, Estado
de Morelos"

realizado por Maria Silvia Valencia Garduño

Con número de cuenta 8652040-7 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de tesis M. en C. Moisés Armando Luis Martínez
Propietario

Propietario Dr. Jorge Enrique Llorente Bousquets

Propietario M. en C. Isabel Vargas Fernández *Isabel Vargas Fernández*

Suplente M. en C. Livia Socorro León Paniagua

Suplente Biólogo Ismael Alejandro Hinojosa Díaz

Edna M. Suárez D.
Consejo Departamental de Biología
Dra. Edna María Suárez Díaz

A mis padres Ana y Juan por su apoyo y gran sacrificio.

A mis hermanos Susana, Armando y Leonardo por su comprensión y cariño.

A mi hijo Ricardo por su paciencia y amor.

A Salomón por su amor y ejemplo de constancia en el estudio.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a Armando e Isabel por su valiosa participación en la realización de este trabajo.

También deseo hacer patente mi reconocimiento a Pancho, Ismael y Baldo por su colaboración en la conclusión de esta investigación.

De igual forma quiero agradecer al M. en C. Moisés Armando Luis M. por haber dirigido este trabajo, y a los sinodales Dr. Jorge Llorente Bousquets, M. en C. Isabel Vargas Fernández, M. en C. Livia León Paniagua y Biólogo Ismael Hinojosa Díaz por sus comentarios y atinadas observaciones a esta Tesis.

Mi sincero agradecimiento a todos mis compañeros del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Especialmente a los que contribuyeron en el trabajo de campo, además de brindarme su amistad Francisco Vargas, Leonor Oñate, Lourdes González, Ana Gutiérrez, Leonardo Ortiz, Olivia Yañez, Alejandro Ramos, José Luis Salinas, Yolanda Bizuet, Esperanza Alvarez, Reinaldo García, Cecilia Reyes, Ada Ruiz, Saúl Aguilar. También gracias a mis compañeros Magda López y Francisco Valadés.

A Laura Olivares del Castillo Cárdenas y su mamá la Señora Ma. De la Luz Cárdenas por permitirme trabajar en su computadora y recibirme amablemente en su casa.

Quiero agradecer al proyecto DGAPA IN-211397, por el apoyo del trabajo de campo y gabinete de esta investigación.

Y por último es menester agradecer a todas aquellas personas que de alguna u otra forma contribuyeron a este trabajo y que haya podido omitir de manera involuntaria.

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	3
OBJETIVOS	4
GENERALIDADES GEOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
Localización del área de estudio	5
Geología	5
Fisiografía	7
Edafología	7
Hidrología	7
Clima	7
Vegetación	8
MATERIAL Y MÉTODO	10
Literatura	10
Trabajo de campo	10
Determinación taxonómica	11
Manejo de datos	11
Estudios faunísticos en áreas montanas del Eje Neovolcánico	11
Curva de acumulación de especies	11
RESULTADOS	13
Lista de especies	13
Riqueza y abundancia	15
Riqueza y composición estacional	16
Fenología de las especies más abundantes	19
Estudios faunísticos en áreas montanas del Eje Neovolcánico	23
Curva de acumulación de especies	24
DISCUSIÓN	26
Riqueza y abundancia	28
Riqueza y composición estacional	30
Curva de acumulación de especies	31
CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS	34
APÉNDICE 1. PAPILIONOIDEA DEL DERRAME LÁVICO DEL VOLCÁN CHICHINAUTZIN	40
APÉNDICE 2. PARÁMETROS CALCULADOS PARA LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES	43
APÉNDICE 3. ESPECIES NUEVAS E INDIVIDUOS ACUMULADOS POR FECHA DE RECOLECTA	44

FIGURAS Y CUADROS

Figuras

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio	6
Figura 2. Abundancia relativa y riqueza de especies	15
Figura 3. Fenología de los Papilionoidea	17
Figura 4. Fenología de los Papilionidae	18
Figura 5. Fenología de los Pieridae	18
Figura 6. Fenología de los Nymphalidae	18
Figura 7. Fenología de los Lycaenidae	18
Figura 8. Fenología de <i>Catantixia t. teutila</i> y <i>Hemiargus i. isola</i>	19
Figura 9. Fenología de <i>Pindis squamistriga</i> y <i>Leptophobia aripa elodia</i>	20
Figura 10. Fenología de <i>Callophrys xami</i> y <i>Phoebis sennae marcellina</i>	20
Figura 11. Fenología de <i>Nathalis iole</i> y <i>Catantixia n. Nimbice</i>	22
Figura 12. Fenología de <i>Hesperocharis graphites avivolans</i> y <i>Eurema salome jamapa</i>	22
Figura 13. Fenología de <i>Eurema m. mexicana</i> y <i>Celastrina argiolus gozora</i>	22
Figura 14. Fenología de <i>Leptotes marina</i> y <i>Anaea troglodyta aidea</i>	22
Figura 15. Riqueza de especies en áreas montañosas del Eje Neovolcánico	23
Figura 16. Acumulación de especies (días/persona)	25
Figura 17. Acumulación de especies (individuos acumulados)	25

Cuadros

Cuadro 1. Riqueza de especies en áreas montañosas del Eje Neovolcánico	23
--	----

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en una área del derrame lávico del volcán Chichinautzin, estado de Morelos, en el piso altitudinal de los 2,400 a los 2,500 msnm, registrándose 114 especies de Papilionoidea pertenecientes a 70 géneros de cuatro familias. Se observó que la familia con mayor riqueza de especies es Nymphalidae y le sigue Lycaenidae, estos resultados son similares a los citados en zonas tropicales y de los pisos inferiores a los 1,800 m de altitud. La abundancia relativa es mayor en la familia Pieridae y Nymphalidae.

A partir de los datos obtenidos en la recolecta se realizaron gráficos de riqueza de especies y abundancia relativa de los ejemplares, observándose que las especies residentes se distribuyen a lo largo de todo el año, además de que se mantiene un promedio de 50 especies por mes al reemplazarse muchas de ellas, debido a que en la época seca existen las condiciones ambientales que son favorables para el vuelo y las actividades reproductivas de los adultos, al prevalecer en las cañadas, parches húmedos en los que se mantienen las condiciones de la vegetación constantes, lo que no ocurre en las partes bajas. También se informa de un fenómeno de migración altitudinal desde las partes bajas del Valle de Cuernavaca hacia la zona de investigación, lo que influye de manera directa en las estimaciones de la riqueza mensual, principalmente en la época menos favorable de este Valle.

La estimación de la fenología de las especies más abundantes mostró que la mayoría de éstas son multivoltinas. Se comparan los datos de riqueza de especies de este estudio con los de otras áreas mesomontanas, principalmente asociadas al Valle de México, todas ellas similares en altitud y tipo de vegetación; además de haberse efectuado un trabajo faunístico equivalente, se advierte que las zonas con mayor riqueza son el Parque Nacional "El Chico" y la zona comprendida en este estudio, con 65 especies y 114 especies respectivamente.

Se construyeron curvas de acumulación de especies, utilizando dos unidades de esfuerzo de recolecta (días/persona e individuos acumulados/día), observándose que el resultado obtenido en cada caso depende de la unidad de esfuerzo empleada.

INTRODUCCIÓN

Este estudio es parte del proyecto: Fauna de Islas Submontanas en México, que desde 1984 se lleva a cabo en el Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias de la UNAM, cuya finalidad es la de formar una colección que sirva como base a estudios taxonómicos y biogeográficos de la fauna mexicana. Los lepidópteros son un grupo de gran diversidad; después de los coleópteros es el orden de mayor riqueza y comprende alrededor de 200,000 especies en todo el mundo. Aproximadamente 20,000 (10%) de ellas se encuentran en México, con lo cual se ubica como uno de los países megadiversos, junto con Brasil e Indonesia (Llorente y Luis, 1993).

Los Papilionoidea (Lepidoptera) se han convertido en un taxón modelo para estudios de biodiversidad. En aspectos de impacto ambiental, monitoreo de poblaciones animales y muchos otros estudios ecológicos y genéticos, también son de gran utilidad. El avanzado conocimiento de la taxonomía de las mariposas, su conspicuidad, su abundancia y la facilidad de recolección e identificación en sus ambientes naturales han contribuido a que los ecólogos, biogeógrafos, conservacionistas y otros estudiosos de la biodiversidad, las consideren como un taxón indicador del estado de los hábitats y su riqueza. En el caso de las mariposas, Brown (1991) mostró recientemente su importante valor en estudios de conservación de ambientes del neotrópico; para otras regiones del mundo existen trabajos sobre tópicos equivalentes (v. gr. Balleto y Kudrna, 1985 y Holloway, 1987) y las áreas geográficas citadas en la edición especial del *Journal of Research on the Lepidoptera* aparecida hace poco tiempo (New, 1992; Kulfan y Kulfan, 1992 y Mattoni, 1992), o en otros trabajos para México (Raguso y Llorente, 1990; Brown, *et al.*, 1992 y Soberón, 1992) y trabajos relacionados con la predicción de la riqueza de especies con base en mariposas (Clench, 1979; Lamas *et al.*, 1991; Colwell y Coddington, 1994; Beccaloni y Gaston, 1995 y León, 1995).

La zona de estudio está ubicada dentro del llamado Sistema Volcánico Transversal, que atraviesa México entre los paralelos 19° y 20° , con disposición oeste -este y se divide en Sierras y unidades más o menos aisladas. Dentro de los sistemas orográficos del país, es el más importante en cuanto a la diversificación reciente de la fauna (Halffter, 1976).

Este trabajo tiene la finalidad de contribuir al conocimiento de la superfamilia Papilionoidea en una localidad ubicada en la parte norte del estado de Morelos, en lo que se conoce como el derrame lávico del Volcán Chichinautzin; se efectuó entre los 2,400 y 2,500 m de altitud y constituye una zona de ecotono, en la cual se localiza bosque de pino-encino, matorral crasicale y elementos de bosque mesófilo de montaña, este último es considerado como un tipo de vegetación relictual que, debido a su distribución discontinua, presenta fenómenos de insularidad, produciendo endémicos al nivel de especie o taxones superiores.

ANTECEDENTES

En el estado de Morelos se han realizado diversos estudios botánicos y faunísticos, con el objetivo principal de reconocer la diversidad de la región. Respecto a trabajos entomofaunísticos, en el Estado se han desarrollado investigaciones con la finalidad de reconocer la diversidad y ecología de los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Siphonaptera, Collembola e Hymenoptera. Recientemente, la Universidad del Estado de Morelos publicó una compilación de la información que se ha generado de la flora, la fauna y aspectos de protección ecológica del llamado Corredor Biológico Chichinautzin que se encuentra en la parte norte del estado.

En relación con trabajos lepidopterológicos, se puede mencionar que éstos comienzan en 1889 con las primeras recolectas realizadas a cargo de Butler; más adelante, en 1904 Hall y Gadow continúan con recolectas en el Estado. Posteriormente, Roberto Müeller se dedicó a hacer recolectas exhaustivas en diferentes regiones del País, siendo uno de los primeros que realizó trabajos en zonas áridas y en épocas adversas, recolectando en Morelos entre otros estados. Tiempo después, el Dr. Tarcisio Escalante Plancarte con la compra de antiguas colecciones como las de Notni y Mario del Toro reúne varias especies obtenidas de recolectas realizadas en el estado de Morelos, principalmente para las localidades de Yautepec y Cuernavaca. Los ejemplares provenientes de estas recolectas se encuentran dispersos en colecciones de los Estados Unidos de Norteamérica y Europa o citados en las obras de Godman y Salvin (1879-1901) y Hoffmann (1940a).

La zona de estudio, ubicada en el municipio de Tepoztlán, forma parte del Corredor Biológico Chichinautzin. En esta área se han llevado a cabo varios estudios entomológicos, entre los que destacan el de Pérez (1976) con el orden Siphonaptera; el de Palacios-Vargas (1978) con Collembola; el de Murillo *et al.* (1983) elaborado con la entomofauna asociada a *Tillandsia*; el de Ayala (1984) con Hymenoptera, fue un estudio efectuado en la misma zona de esta investigación; Hinojosa (en preparación) hace el análisis de la distribución altitudinal de los Apoidea (Hymenoptera) en un transecto altitudinal-vegetacional en el derrame del Chichinautzin. Torres (1992), analizó la distribución altitudinal de los Araneidae en el declive sur de la Sierra del Chichinautzin. Contreras *et al.* (1995), en una compilación sobre la fauna y la flora del Corredor Biológico Chichinautzin, cita 169 especies de lepidópteros, mencionando que estas especies aportan el 12.8% de la fauna de artrópodos conocida o registrada hasta la fecha para esta región.

En cuanto a estudios sobre las mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera), en el municipio de Tepoztlán, se cuenta con varios trabajos, entre los cuales se pueden citar los de De la Maza (1975) en Rancho Viejo y Tepoztlán para Papilionoidea y Hesperioidea; en 1976 trabajó los Megatímidos y Cástridos en las mismas localidades y en 1977 realizó un estudio sobre las especies del género *Calephelis* en la Cuenca Superior del Río Balsas. En 1995, De la Maza y colaboradores hicieron un trabajo sobre la ropalocerofauna higrófila en cinco cañadas del estado de Morelos. En ese mismo año con otros autores publica un estudio faunístico sobre la Cañada de la Toma en Tiltzapotla, Morelos.

OBJETIVOS

- I. Elaborar la lista faunística de la superfamilia Papilionoidea en el derrame lávico del Volcán Chichinautzin, Morelos, en un transecto altitudinal entre 2,400 y 2,500 m.
- II. Determinar la abundancia y riqueza de la fauna de los Papilionoidea.
- III. Analizar la riqueza y composición estacional de los Papilionoidea.
- IV. Comparar el área de estudio con otras localidades similares en altitud.

GENERALIDADES GEOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para la elaboración de este capítulo, se emplearon las siguientes obras: Mooser (1957), Fries (1956, 1960), García (1981), Ehrlich y Ehrlich (1961), Espinoza (1961), Rzedowski (1969, 1978), Howe (1975), Vidal (1980), INEGI (1981), Calderón y González (1990), Torres (1992) y Contreras *et al.* (1995).

Localización de la zona de estudio. El derrame lávico del volcán Chichinautzin se ubica en la parte norte del estado de Morelos, dentro del municipio de Tepoztlán, entre los 19°00' y 19°06' de latitud norte y los 99°10' y 99°05' de longitud oeste. El acceso es por la autopista México-Cuernavaca, Carretera Federal 95, aproximadamente en el kilómetro 60 entre la población de Coajomulco y la curva denominada "La Pera", ubicándose en el piso altitudinal de los 2,400-2,500 metros sobre el nivel del mar (msnm). El muestreo se realizó a un lado de la vía del tren México-Cuernavaca, siguiendo el proceso de transectos lineales descritos por Ehrlich y Ehrlich (1961), Howe (1975) y Clench (1979).

Geología. El estado de Morelos queda comprendido dentro de dos provincias geológicas: la del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. Las rocas más antiguas en el estado son las ígneas extrusivas de composición intermedia (andesitas) que datan posiblemente del terciario medio. Subyaciendo las rocas intermedias, afloran sedimentarias clásticas, así como un complejo volcánico constituido por diferentes tipos de rocas ígneas, tales como: riolitas, brechas volcánicas, basaltos y otras. Presenta básicamente afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias, considerando a estas últimas como las más antiguas.

El área de estudio se encuentra en las faldas del Volcán Chichinautzin, cuya altitud alcanza los 3,450 msnm, presenta un fuerte grado de inclinación, es una zona de múltiples corrientes lávicas, constituida fundamentalmente por rocas ígneas extrusivas, específicamente por brecha volcánica y pertenece a la Provincia Geológica del Eje Neovolcánico. Específicamente la recolecta se realizó a una altitud de 2,400 a 2,500 msnm.

La serie basáltica Chichinautzin (Fries, 1956) comprende la mayor parte del área. El derrame más joven de la serie se localiza sobre la ladera Sur de la Sierra y describe la forma de un rombo, se extiende de los 2,000 a los 2,700 msnm y se originó a finales del Plioceno y principios del Pleistoceno. Inició en la parte norte de la Cuenca de México y se desplazó hacia el sur, en donde presenta su manifestación más significativa al formar la enorme barrera volcánica que suspendió definitivamente el desagüe que tenía la Cuenca de México, por el sur, al alto Amacuzac, lo que la transformó en una cuenca endorreica (Mooser, 1957). Aunque la mayor parte de la serie está formada por basalto de ólivino, también hubo de andesita basáltica y de andesita (Fries, 1960).

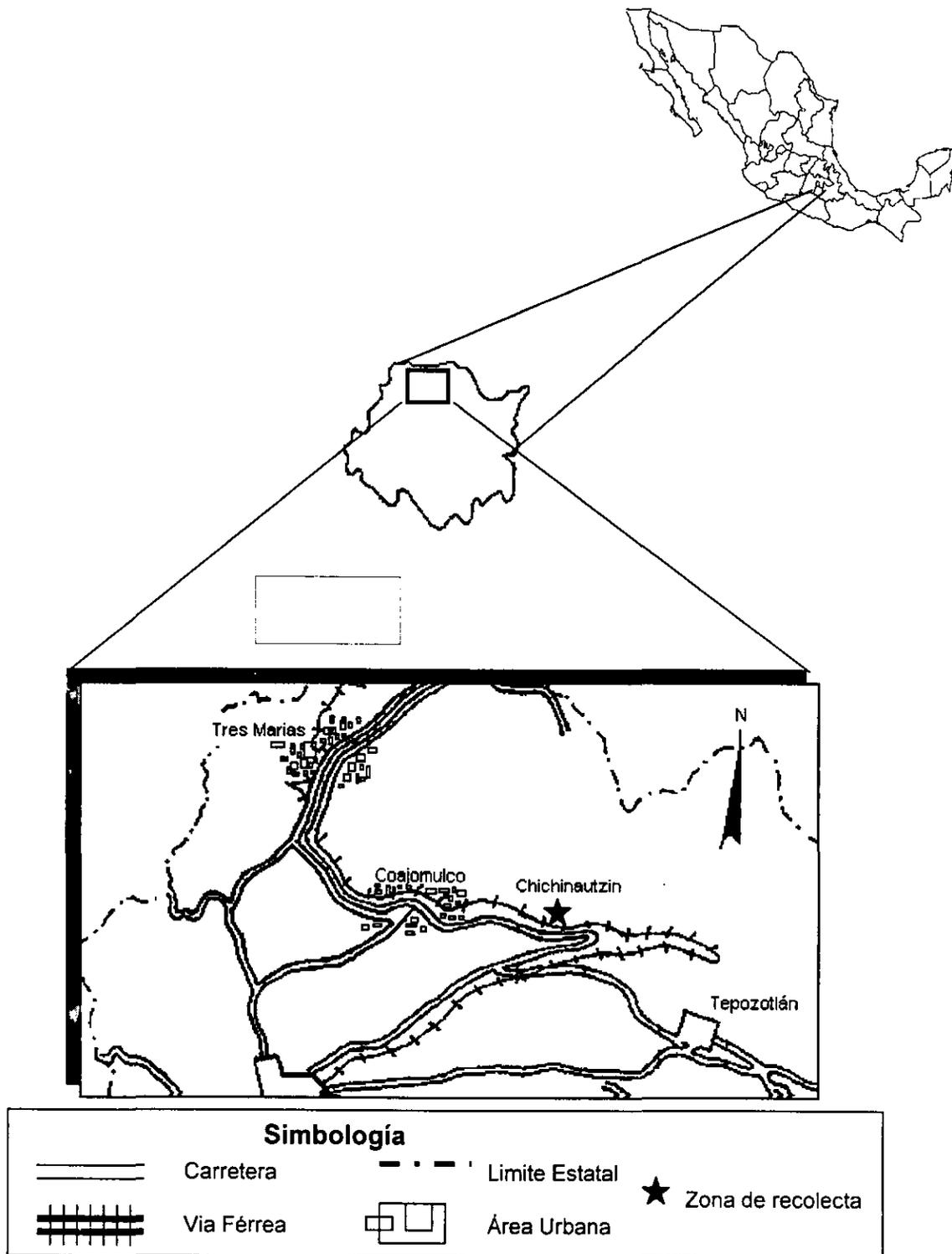


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio, derrame lávico del Volcán Chichinautzin, Morelos, México.

Fisiografía. De acuerdo con INEGI (1981), la zona del derrame del Chichinautzin se localiza en la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, subprovincia de Lagos y Volcanes del Anáhuac, la cual abarca todo el Norte y Este del estado de Morelos.

Esta entidad está representada por la Sierra del Chichinautzin y conformada por una hilera de conos dispuestos de Oeste a Este, describiendo una pequeña cordillera de aproximadamente 10 km, que oscila entre los 3,100 y 3,450 msnm. Entre estos conos destacan "El Palomito", "La Comalera", "El Suchiooc grande", "Los Otates", "El Manteca", "El Chichinautzin" y "El Cuiloyo". A partir de los conos descienden laderas moderadas de afloramientos rocosos superiores al 50%, o bien, en otros casos, descansan sobre declives de pendientes casi planas y suelos profundos, o francamente sobre pequeños puertos y valles (derivaciones del Valle de México) (Torres, 1992).

En algunos casos, las laderas se extienden hasta el Valle de Cuernavaca, sin cambios importantes en la pendiente. Lo anterior es característico de la porción central de la ladera Sur de la Sierra. Hay que mencionar que México ha sido dividido no sólo en regiones fisiográficas, sino también en regiones naturales; esta división se ha efectuado de acuerdo con la posición que guardan con respecto al Trópico de Cáncer y específicamente, el estado de Morelos, en su mayor parte, se localiza en la región natural denominada "Tropical baja" y en la "Tropical alta" una porción de territorio más pequeña (Vidal, 1980).

Edafología. El Volcán del Chichinautzin tiene fases dominantes líticas con tres tipos de andosoles: húmico, ócrico y mólico, todos de consistencia y textura barroca, de migajón limoso a más fino, los que son utilizados para la agricultura de temporal (Contreras *et al.*, 1995). El suelo Andosol está constituido básicamente por abundante ceniza volcánica y se presenta en superficies geomórficas con depresiones y pendientes jóvenes, lo cual indica una inmadurez edafológica.

Hidrología. Los rasgos hidrológicos más sobresalientes se refieren a su importancia dentro del balance hídrico regional, incluye las cabeceras o cuencas altas de los ríos Yautepec y Apatlaco y es una de las áreas con mayor capacidad de infiltración en el Estado. Su extensión, precipitación, producto de la geomorfología y altitud, así como su elevado índice de infiltración (70-80%), le confiere una gran importancia en la recarga de acuíferos, los que a su vez cubren las necesidades de agua de las actividades económicas (agricultura, ganadería, industria, recreación) y de su uso doméstico en la mayor parte del Estado.

Clima. De acuerdo con Vidal (1980) y Contreras *et al.* (1995) los tipos de clima que se presentan en el área de estudio son: Templado C(w2)(w)(b), distribuido en una franja altitudinal que corre en dirección Este-Oeste. Este tipo climático se presenta en Tres Cumbres, Huitzilac, y Huecauasco, entre otras localidades. Presenta un verano fresco y largo, con poca oscilación térmica. El segundo tipo presente en la región es el Semicálido AC(w1)(w): este tipo se localiza entre los

1,700-2,400 msnm, es semicálido subhúmedo con lluvia de verano, la humedad es intermedia. El tercer tipo corresponde al Semicálido AC(w2)(w), y se ubica en la parte más elevada de la Sierra, comprendiendo la franja altitudinal de los 2,200 a los 2,800 m de altitud, pertenece también al subgrupo de los semicálidos con lluvia de verano, pero es el más húmedo de los subhúmedos.

Temperatura. En las partes más elevadas de la Sierra del Chichinautzin, la temperatura baja hasta los 5 o 6°C en los meses de invierno (García, 1981). Vidal (1980) clasifica el Estado en seis zonas térmicas. La zona de estudio se puede ubicar, por su altitud en la Zona 3. Ésta se caracteriza por ser una área templada con temperatura media anual entre los 16° y 18°C, se localiza entre los 2,000 y 2,800 m de altitud en las laderas del Eje Volcánico Transversal. La variación anual de la temperatura es menor de 5°C, es decir isotermal. La temperatura mínima promedio se presenta en enero y es de 9.8°C. La máxima ocurre en los meses de abril y mayo y es del orden de 25°C, disminuyendo a medida que se establecen las lluvias hasta llegar a los 18°C en el mes de julio.

Precipitación. En la zona se aprecia claramente la influencia de la orografía en la precipitación. En las estribaciones elevadas de la Sierra del Chichinautzin y los límites superiores de Huitzilac se reciben precipitaciones superiores a los 1,200 mm. El régimen de lluvias es de verano, debido a que éstas inician generalmente a mediados de mayo y terminan en la primera quincena de octubre. Durante esta época los vientos alisios del hemisferio Norte pasan por el Golfo de México, en donde recogen humedad, que es depositada posteriormente en forma de lluvias abundantes, siendo agosto el mes más lluvioso.

En invierno, los vientos alisios se debilitan, se hacen descendentes y secos, por lo que en la época fría del año deja de llover, aun cuando es ocasional la invasión de corrientes húmedas provenientes del Golfo de México, denominadas "nortes", que por haber adquirido suficiente profundidad son capaces de librar las primeras barreras montañosas y producir precipitaciones en la zona. El porcentaje de lluvia invernal es menor de 5% de la total anual. La probabilidad promedio de tener lluvia anual de 1,200 mm en toda la región es de 48%. La zona se caracteriza por presentar continuas neblinas, en casi todo el año.

Vegetación. En este apartado se tomó información de los trabajos de Espinoza (1961), Rzedowski (1969, 1978), Calderón y González (1990) y Contreras *et al.* (1995).

Bosque de Quercus. Forma manchones homogéneos por arriba del piso altitudinal que ocupa la selva baja, debido a las condiciones de temperatura y humedad que se manifiestan en estas altitudes. Éstas van de los 1,700 a 2,500 msnm. Las especies más conspicuas son *Quercus obtusa*, *Q. rugosa*, *Q. splendens* y *Q. Laurina*, generalmente se encuentran asociadas con *Arbutus glandulosa* y *A. xalapensis*. También se caracteriza por tener abundantes epífitas sobre los encinos como: *Tillandsia prodigiosa*, *T. violacea*, *Odontoglossum cervantesii*, *Polypodium madreense*, *P. plebejum*, *Epidendrum gladiatum*, *Pleurothallis nigriflora*,

Peperomia galioides y *Heliocereus speciosus*. Entre las trepadoras leñosas destacan *Clematis* sp, *Suilax* sp, *Rhus* sp, *Archibaccharis* sp, *Solanum* sp, *Vitis* sp y *Rubus* sp. El estrato arbustivo consiste de especies indicadoras de alteración como lo son: *Cestrum thyrsoides* y *Dodonaea viscosa*, esta última asociada a encinar perturbado.

Matorral crasicaule. Este tipo de vegetación se desarrolla entre los 1,950 y 2,500 msnm y se encuentra sobre una corriente de lava de formación reciente, en la cual son predominantes los elementos arrosados y suculentos, entre ellos se pueden mencionar *Hechtia podantha* y *Agave horrida*; su floración se efectúa en los meses de primavera. Otras especies abundantes son: *Sedum frutescens* y *S. oxypetalum*, arbustos erguidos de tallo y hojas suculentas que almacenan gran cantidad de agua; *Echeveria gibbiflora*, también abundante, es una planta caulescente que llega a medir unos 60 cm de altura, sin incluir la inflorescencia que mide otro tanto; sus hojas espatuladas dispuestas en roseta son de color verde pálido que van tornándose rosado con la edad. La floración de *E. gibbiflora* se efectúa en los meses de noviembre a enero.

Bosque mesófilo de montaña. Se encuentra en el mismo piso altitudinal que el encinar, pero sobre todo ocupa las barrancas y cañadas, donde las condiciones de humedad en el suelo y en el aire son más favorables. Es un bosque muy denso y diverso, asociado a una exuberante subvegetación y abundancia de temecates (trepadoras) y epífitas, sobre todo bromeliáceas y orquídeas. La composición florística varía mucho de una cañada a otra. *Clethra mexicana*, *Cornus disciflora*, *Garrya laurifolia*, *Melisoma dentata*, *Prunus brachybotrya* y *Quercus laurina* son algunos de los elementos que prevalecen con mayor frecuencia (Rzedowski, 1969).

Bosque de pino-encino. Se localiza entre los 2,000 y los 2,700 msnm. Constituye una de las asociaciones vegetales más extensas en zonas de clima templado sobre la vertiente sur del Eje Volcánico Transversal. Se caracteriza por tener un estrato arbóreo con una altura promedio de 20 metros y una dominancia clara de especies de *Pinus* y *Quercus*. También se presentan en este tipo vegetacional: *Eryngium* sp, *Salvia mexicana*, *Verbesina* sp, *Alnus* sp, *Cleyera mexicana*, *Cornus excelsa*, *Eysenhardtia* sp, *Solanum cervantesii*, *Salix paradoxa*, *Clethra* sp y *Baccharis conferta*. En el estrato herbáceo se puede observar: *Senecio* sp, *Lobelia laxiflora*, *Cassia* sp, *Rhus toxicodendron* y *Penstemon campanulatus*, entre otros. Este tipo de vegetación se encuentra asociado al Bosque mesófilo de montaña y al Bosque de *Quercus* formando una mezcla heterogénea, la cual es muy difícil de definir en algunas zonas.

MATERIAL Y MÉTODO

Literatura. Para la elaboración de los antecedentes sobre los Papilionoidea del estado de Morelos y en particular para el área de estudio, se hizo una revisión de los trabajos realizados en el Estado. Para este fin, se consultó la hemerobiblioteca del Museo de Zoología, revisando en primera instancia las obras clásicas de Godman y Salvin (1878-1901): "*Biología Centrali-Americana*", Seitz (1924): "*The Macrolepidoptera of the World*", Hoffmann (1940a): "*Catálogo sistemático y zoogeográfico de los lepidópteros mexicanos*" así como las revistas más importantes del grupo: *Journal of the Lepidopterists' Society*, *Journal of Research on the Lepidoptera*, *Bulletin of Allyn Museum* y *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*. Además se consultó la colección de lepidópteros del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera".

Para la descripción de la zona de estudio fue requerida información de diversos trabajos, los cuales se señalan en el apartado correspondiente, destacando el trabajo de Contreras *et al.* (1995), publicado por el Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del estado de Morelos, además de efectuar la revisión de la cartografía correspondiente al Volcán Chichinautzin: Milpa Alta y Cuernavaca (INEGI, 1981).

Trabajo de campo. Se llevaron a cabo 35 días de recolecta, de abril de 1995 a mayo de 1996, con la participación de cuatro personas/día en promedio, en un horario de 9:00 a 15:00 horas, debido a que son las horas de mayor abundancia, ya que después de este horario en las zonas montañas el enfriamiento y los frecuentes nublados afectan directamente el comportamiento de estos insectos. Estas recolectas se completaron con las realizadas entre junio de 1984 y marzo de 1985 por parte de estudiantes de la Facultad de Ciencias, quienes lograron 40 días de recolecta (Garcés y Luis, 1985).

El material utilizado es el requerido para las técnicas de recolecta, montaje y preservación de lepidópteros recomendadas por Hoffmann (1923), Ehrlich y Ehrlich (1961), Howe (1975) y Clench (1979). Durante la recolecta se usó la trampa tipo Van Someren-Rydon (Rydon, 1964) en un número de diez por día, usando como cebo una mezcla de piña (*Anana comosus*) fermentada y plátano macho (*Musa paradisiaca*) con piloncillo y agua, considerando de antemano que por arriba de los 2,200 m de altitud, la eficiencia de las trampas es muy pobre, de acuerdo con los datos de Barrera y Romero (1986), Luis y Llorente (1990) y Bizuet (1993).

Los ejemplares recolectados se colocaron en bolsas de papel glassine con los siguientes datos: localidad, fecha, colector, hora y observaciones. Después, las bolsas se metieron en cajas de cartón para la conservación y fumigación de los ejemplares. Se seleccionó una muestra representativa de la fauna de acuerdo con la abundancia relativa de cada una de las especies, para su preparación en alfileres entomológicos y el resto quedó conservado en bolsas de papel glassine.

Determinación taxonómica. Para la determinación de los ejemplares se utilizaron las obras básicas, las principales monografías, y se efectuó una comparación con el material depositado en la colección Lepidopterológica del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera".

Manejo de datos. Se elaboró una base de datos en el programa Fox Pro versión 2.1 para DOS con la información de los ejemplares recolectados. Esta base contiene los siguientes campos: Estado, Municipio, Localidad, Taxón, Especie, Subespecie, Colector, Fecha de recolecta, Número de individuos, Sustrato, Altitud, Observaciones, Número de Catálogo y Tipo de preservación. Los datos de esta base se importaron al programa Excel versión 7.0 para formar en un Apéndice la lista de las especies con su distribución mensual (Apéndice 1) y a partir de éste, elaborar gráficos de abundancia relativa, la fenología de la riqueza para cada familia. También se hicieron gráficos de las especies con mayor número de ejemplares para reconocer su fenología.

Estudios faunísticos en áreas montanas del Eje Neovolcánico. Para realizar la comparación faunística se escogieron áreas similares, en cuanto al tipo de vegetación y altitud; además de considerar el esfuerzo de recolecta efectuado en ellas. Para este fin, se consultaron los siguientes trabajos: Barrera y Romero (1986), Luis y Llorente (1990) y Bizuet (1993), además de utilizar el trabajo de Katthain (1971), el cual fue realizado en la parte baja del Valle de México y con diferente composición vegetal.

Curva de acumulación de especies. Considerando la importancia que tiene el reconocimiento de la biodiversidad de las regiones tropicales, utilizando un menor esfuerzo de recolecta, se hizo una estimación de la misma a través de una curva de acumulación de especies utilizando el paquete STATISTICA, aplicando un modelo de regresión no lineal que fue ajustada a los siguientes modelos: Clench (1979) y Soberón y Llorente (1993).

El patrón de acumulación de especies es una herramienta empírica que describe un comportamiento asintótico de los valores de riqueza específica de una localidad o región dada en la medida en que el esfuerzo de muestreo se acumula. El desarrollo de métodos para estimar la riqueza de especies y maximizar el número registrado hace referencia a la cuantificación del esfuerzo e intensidad de muestreo en relación con el incremento del número de especies (Clench, 1979 y Lamas, *et al.*, 1991). Clench (1979) propuso el uso de la ecuación de Michaelis-Menten para describir empíricamente cómo se desarrolla la acumulación de especies, en función del esfuerzo de recolecta en lepidópteros, aunque el ajuste de Clench básicamente fue empírico ya que en la práctica no hay una discusión conceptual de su significado. Sin embargo fue valioso, pues sugirió una cuantificación rigurosa del esfuerzo de captura y también propuso un esquema de la importancia que tiene el seguir una serie de procedimientos metodológicos más rigurosos en la elaboración de los estudios faunísticos (León, 1995).

En esta investigación, se utilizaron dos modelos que pretenden estimar la riqueza específica en una región en función del esfuerzo de recolecta; de tal forma se empleó la fórmula propuesta por Clench para determinar la acumulación de las especies y la de Soberón y Llorente.

Clench (1979):

$$S(t) = at/(b+t)$$

Soberón y Llorente (1993)

$$S(t) = at/(1+bt)$$

donde:

S(t): Número total de especies estimado

a: parámetro de incremento al inicio de la recolecta

b: parámetro de acumulación de especies

t: esfuerzo de recolecta

RESULTADOS

Con base en la determinación de 4,346 ejemplares se elaboró la lista de especies que ocurren en el derrame del volcán Chichinautzin a una altitud de entre 2,400 y 2,500 m. Se registraron 114 especies pertenecientes a 70 géneros, de cuatro familias: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae y Lycaenidae. Las especies obtenidas se presentan en la siguiente lista, la cual tiene un arreglo filogenético de acuerdo con las últimas revisiones, todo el material quedó depositado en la Colección del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias.

PAPILIONIDAE

PAPILIONINAE

Parides

1. *P. photinus photinus* (Doubleday, 1844)

Priamides

2. *P. phamaces* (Doubleday, 1846)

Pterourus

3. *P. multicaudatus* (Kirby, 1884)

Pyrrhosticta

4. *P. garamas garamas* (Geyer, [1829])

PIERIDAE

COLIADINAE

Colias

5. *C. eurytheme* Boisduval, 1852

Zerene

6. *Z. cesonia cesonia* (Stoll, 1791)

Anteos

7. *A. clorinde nivifera* (Frühstorfer, 1907)

8. *A. maerula lacordairei* (Boisduval, 1836)

Phoebis

9. *P. argante argante* (Fabricius, 1775)

10. *P. neocypris virgo* (Butler, 1870)

11. *P. philea philea* (Linnaeus, 1763)

12. *P. sennae marcellina* (Cramer, 1777)

Aphrissa

13. *A. statira jada* (Butler, 1870)

Abaeis

14. *A. nicippe* (Cramer, 1780)

Pyrisitia

15. *P. nise nelphe* (R. Felder, 1869)

16. *P. proterpia proterpia* (Fabricius, 1775)

Eurema

17. *E. दौरа* (Godart, 1819)

18. *E. mexicana mexicana* (Boisduval, 1836)

19. *E. salome jamapa* (Reakirt, 1866)

Nathalis

20. *N. iole* Boisduval, 1836

PIERINAE

Hesperocharis

21. *H. costaricensis pasion* (Reakirt, [1867])

22. *H. graphites avivolans* (Butler, 1865)

Eucheira

23. *E. socialis westwoodi* Beutelspacher, 1984

Catasticta

24. *C. nimbice nimbice* (Boisduval, 1836)

25. *C. teutila teutila* (Doubleday, 1847)

Glutophrissa

26. *G. drusilla tenuis* Lamas, 1981

Pontia

27. *P. protodice* (Boisduval & Le Conte, 1829)

Leptophobia

28. *L. aripa elodia* (Boisduval, 1836)

NYMPHALIDAE

HELICONIINAE

Dione

29. *D. juno huascuma* (Reakirt, 1866)

30. *D. moneta poeyii* Butler, 1873

Agraulis

31. *A. vanillae incarnata* (Riley, 1926)

Dryas

32. *D. iulia moderata* (Riley, 1926)

Heliconius

33. *H. charitonia vazquezae* Comstock &

F.M. Brown, 1950

Euptoieta

34. *E. claudia daunius* (Herbst, 1798)

35. *E. hegesia hoffmanni* Comstock, 1944

NYMPHALINAE

Vanessa

36. *V. atalanta rubria* (Frühstorfer, 1909)

Cynthia

37. *C. annabella* (Field, 1971)

38. *C. cardui* (Linnaeus, 1758)

39. *C. virginensis* (Drury, 1773)

Nymphalis

40. *N. antiopa antiopa* (Linnaeus, 1758)

Polygonia

41. *P. haroldii* (Dewitz, 1877)

Hypanartia

42. *H. dione* ssp. 1

Siproeta

43. *S. stelenes biplagiata* (Frühstorfer, 1907)

Junonia

44. *J. coenia* Hübner, [1822]

45. *J. evarete* (Cramer, 1780)

Thessalia

46. *T. cyneas cyneas* (Godman & Salvin, 1878)

Phyciodes

47. *P. vesta vesta* (W.H. Edwards, 1869)

Anthanassa

48. *A. alexon alexon* (Godman & Salvin, 1889)
 49. *A. ardys ardys* (Hewitson, 1864)
 50. *A. atronia obscurata* (R. Felder, 1869)
 51. *A. ptolyca amator* (Hall, 1929)
 52. *A. sitalces cortés* (Hall, 1917)
 53. *A. texana texana* (W.H. Edwards, 1863)

LIMENITIDINAE

Smyrna

54. *S. blomfieldia datis* Frühstorfer, 1908
 55. *S. karwinski* Geyer, [1833]

Mestra

56. *M. dorcas amymone* (Ménétrières, 1857)

Myscelia

57. *M. cyananthe cyananthe* C. Felder & R. Felder, 1867

Hamadryas

58. *H. guatemalena marmarice* (Frühstorfer, 1916)

Epiphile

59. *E. adrasta escalantei* Descimon & Mast, 1979

Cyclogramma

60. *C. bacchis* (Doubleday, [1849])

Adelpha

61. *A. basiloides basiloides* (H.W. Bates, 1865)
 62. *A. bredowii eulalia* (Doubleday, (1848)
 63. *A. celerio diademata* Frühstorfer, [1913]

CHARAXINAE

Anaea

64. *A. troglodyta aidea* (Guérin, [1844])

Memphis

65. *M. pithyusa* (R. Felder, 1869)

APATURINAE

Asterocampa

66. *A. idyja argus* (H.W. Bates, 1864)

Doxocopa

67. *D. laure acca* (C. Felder & R. Felder, 1867)

SATYRINAE

Manataria

68. *M. maculata* (Hopffer, 1874)

Cylopsis

69. *C. diazi* L. Miller, 1974
 70. *C. henshawi hoffmanni* L. Miller, 1974
 71. *C. hilaria* (Godman, 1901)
 72. *C. nayanit* R. Chermock, 1947
 73. *C. pephredo* (Godman, 1901)
 74. *C. perplexa* L. Miller, 1974
 75. *C. pseudopephredo* R. Chermock, 1947
 76. *C. pyracmon pyracmon* (Butler, 1867)
 77. *C. steinhausserorum* L. Miller, 1974
 78. *C. windi* L. Miller, 1974

Paramacera

79. *P. xicaque xicaque* (Reakirt, [1867])

Pindis

80. *P. squamistriga* R. Felder, 1869

DANAINAE

Danaus

81. *D. gilippus thersippus* (H.W. Bates, 1863)
 82. *D. plexippus plexippus* (Linnaeus, 1758)

LIBYTHEINAE

Libytheana

83. *L. carinenta mexicana* Michener, 1943

LYCAENIDAE

RIODININAE

Calephelis

84. *C. perditalis perditalis* Barnes & Mc Dunnough, 1918

Emesis

85. *E. saturata* Godman & Salvin 1886
 86. *E. tenedia tenedia* Felder & Felder, 1861
 87. *E. ares ares* (Edwards, 1882)

POLYOMMATINAE

Leptotes

88. *L. marina* (Reakirt, 1868)
 89. *L. cassius striata* (W.H. Edwards, 1877)

Zizula

90. *Z. cyna cyna* (W.H. Edwards, 1881)
Hemiargus
 91. *H. ceraunus zachaeina* (Butler & Druce, 1872)
 92. *H. isola isola* (Reakirt, [1867])

Everes

93. *E. comyntas texana* F. Chermock, 1944

Celastrina

94. *C. argiolus gozora* (Boisduval, 1870)

THECLINAE

"Thecla" (grupo hyas)

95. *T. tolmides* Felder & Felder

Micandra

96. *M. furina* Godman & Salvin
"Thecla" (grupo gibberosa)
 97. *T. erybathis* (Hewitson, 1867)

Atlides

98. *A. halesus* (Cramer, 1777)

Orcya

99. *O. bassania* (Hewitson, 1868)

Arawacus

100. *A. jada* (Hewitson, 1867)

Rekoa

101. *R. palegon* (Cramer, 1780)

Cyanophrys

102. *C. agricolor* Butler & Druce
 103. *C. longula* (Hewitson, 1868)

Callophrys

104. *C. xami* Reakirt

Panthiades

105. *P. ochus* (Godman & Salvin, 1887)

Strymon

- 106. *S. melinus* (Hübner, 1813)
- 107. *S. yojoa* (Reakirt, 1867)
- 108. *S. astiocha* Prittwitz
"Thecla" (grupo *hesperitis*)
- 109. *T. denarius* (Butler & Druce, 1872)
- 110. *T. guzanta* (Schaus, 1902)

Erora

- 111. *E. quaderna* Hewitson
- 112. *E. muridosca* Dyar
Caerofethra
- 113. *C. lucagus* Godman & Salvin
"Thecla"
- 114. *T. sp.*

Riqueza y Abundancia: En la figura 2, se muestra la riqueza y abundancia de las especies obtenidas para cada familia, en donde la mayor riqueza la presenta la familia Nymphalidae con 48% de las especies, siguiéndole Lycaenidae con 27%, ambas representan el 75% de la fauna. Con respecto a la abundancia relativa por familia, Pieridae es la más abundante con el 51.5%, siguiendo Nymphalidae con 29.13%, ambas constituyen el 80% de los ejemplares.

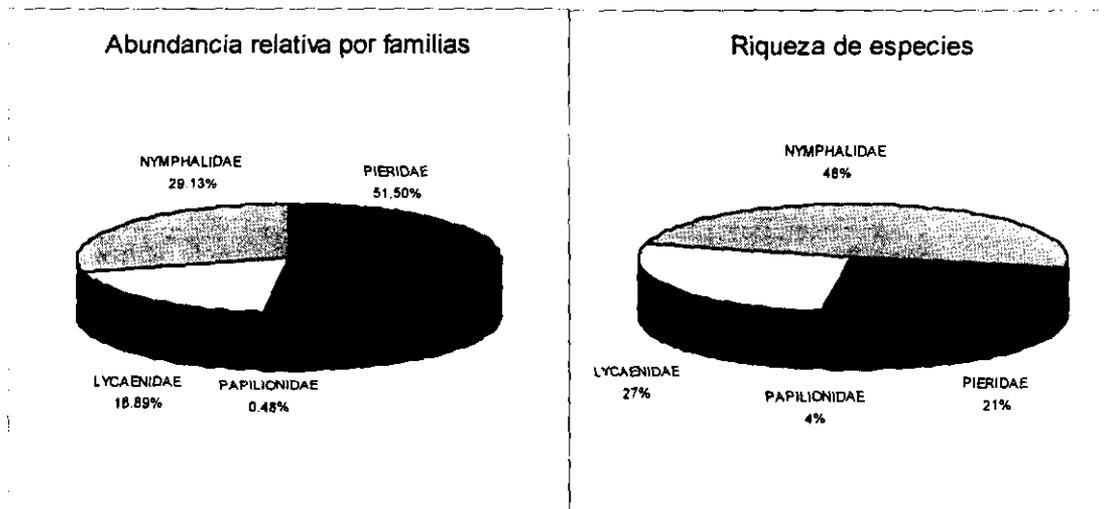


FIGURA 2

Los resultados en cuanto a la de riqueza por familia, son similares a los citados en zonas tropicales v. gr. Sierra de Atoyac (Vargas *et al.*, 1991) y Sierra de Manantlán (Vargas *et al.*, 1999) y Sierra de Juárez (Luis *et al.*, 1991) en las cuales las familias Nymphalidae y Lycaenidae tienen la mayor proporción, correspondiendo con el hecho de que son las familias con mayor diversidad; sin embargo, contrasta con los datos obtenidos en regiones montañas con altitudes superiores a los 2,300 msnm, en donde se han realizado este tipo de trabajos faunísticos (Luis y Lorente, 1990, Bizuet, 1993, Barrera y Romero, 1986 y Vargas *et al.*, 1991). En estas áreas la mayor diversidad corresponde a las familias Pieridae y Nymphalidae, observándose que el incremento en altitud influye más drásticamente en el decremento de la riqueza de especies de la familia Lycaenidae.

El Apéndice I, muestra a cada una de las especies a lo largo del año; también se observa el número de ejemplares capturados en los dos períodos de muestreo y su porcentaje con respecto al total de la fauna. El resultado de este

apéndice, concuerda con el hecho general de que la fauna de una región está compuesta por dos componentes, el primero corresponde a un gran número de especies con muy pocos ejemplares y el segundo se caracteriza por tener pocas especies con muchos individuos, en el área de investigación se tienen 14 especies con más de 100 ejemplares (cinco de ellas con más de 200 cada una), las cuales representan el 73.7% de los especímenes capturados. Las 100 especies restantes, comprenden el 26.3% de los individuos (1,145). También se tiene que 28 especies están representadas por un ejemplar, lo que corresponde al 0.64% de los especímenes.

Al analizar el número de individuos por especie (abundancia relativa), se estableció un *status* de categoría de abundancia como lo hicieron en otros trabajos Lamas, (1984) y Luis y Llorente, (1990). De tal forma se establecieron cinco categorías, la primera es la muy rara (MR): menos de 6 individuos; raras (R): de 6 a 20 individuos; frecuentes (F): de 21 a 50 ejemplares; las comunes (C): de 51 a 100 y las muy comunes (MC) con más de 100 especímenes. De acuerdo con este sistema de categorías, tenemos que el mayor porcentaje de especies lo constituyen las muy raras (MR) con 43.86%, seguida de las especies raras (R) con un 29.82%, las especies muy comunes (MC) con 12.28%, las frecuentes (F) con 9.65% y las comunes (C) con 4.38%.

Riqueza y Composición Estacional. La fluctuación mensual de la abundancia y riqueza de los Papilionoidea, se muestra gráficamente en la figura 3. Se observa un patrón de estacionalidad semejante en la fluctuación de la riqueza de las especies, con respecto a la abundancia relativa de sus ejemplares, en donde ocho meses se promedian aproximadamente 50 especies y los cuatro restantes (de junio a septiembre) presentan menos de 20 especies, en estos meses se registra la mayor humedad en la zona lo que provoca un aumento considerable en los días nublados, además de un gran número de días con neblina, fenómeno que impide la actividad en la mayoría de los insectos y en especial el de las mariposas. En ambas épocas de muestreo (junio de 1984 a marzo de 1985 y de abril de 1995 a mayo de 1996), las condiciones de estos meses (junio-septiembre) fueron similares: escasas recolectas, por efecto de los continuos días nublados y las frecuentes neblinas.

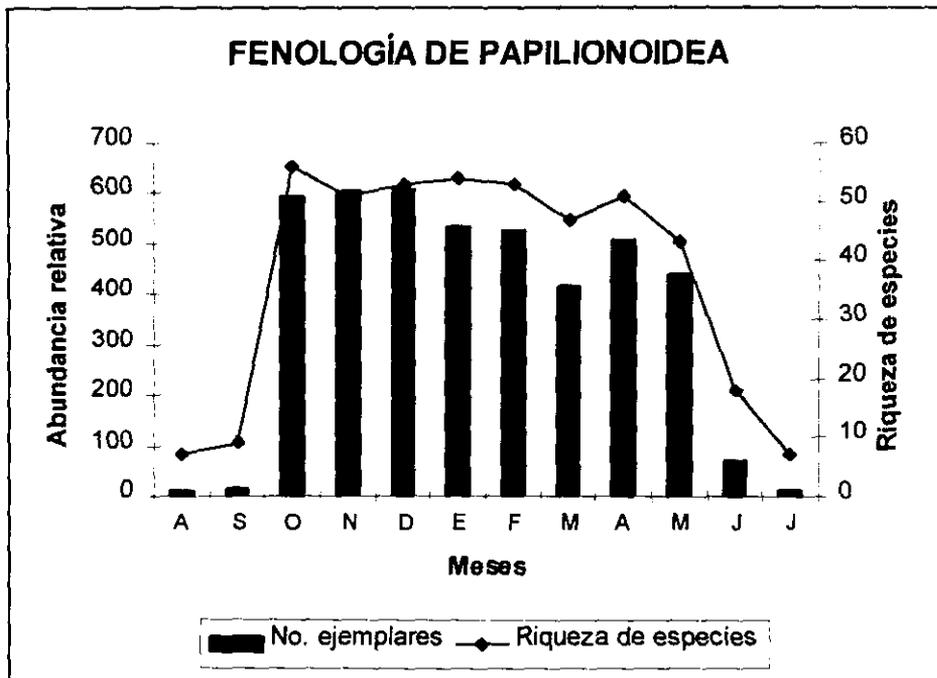


FIGURA 3

A diferencia de otras áreas montañas, no se presenta una distinción en la abundancia relativa y la riqueza entre la estación seca y la húmeda, ya que en la época seca se observa que el promedio de ejemplares es de 600, éste número desciende conforme transcurren los meses hasta 500 ejemplares antes del comienzo de las lluvias, en donde existe un decremento sustancial por el número de días en los cuales no es posible tener actividad, por la heliofilia de las mariposas y sus patrones fenológicos a esta altitud.

De la figura 4 a la 7, se muestra la fenología de cada una de las familias estudiadas en este trabajo. La gráfica de abundancia y riqueza de la familia Papilionidae (Fig. 4) presenta la mayor abundancia en los meses de abril y mayo. Pieridae (Fig. 5) presenta el mismo patrón que el de la superfamilia (Fig. 3), mostrando la misma tendencia en la riqueza a lo largo del año, decayendo únicamente de junio a septiembre, debido más a factores de la aplicación del método y al esfuerzo de recolecta que al comportamiento en la fenología estacional del grupo. La familia Nymphalidae (Fig. 6) presenta una gran fluctuación a lo largo del año, siendo octubre el mes con mayor riqueza y abundancia relativa, superior a cualquiera de las otras tres familias. La figura 7 muestra que la abundancia y riqueza de especies de la familia Lycaenidae ocurre en la época de seca.

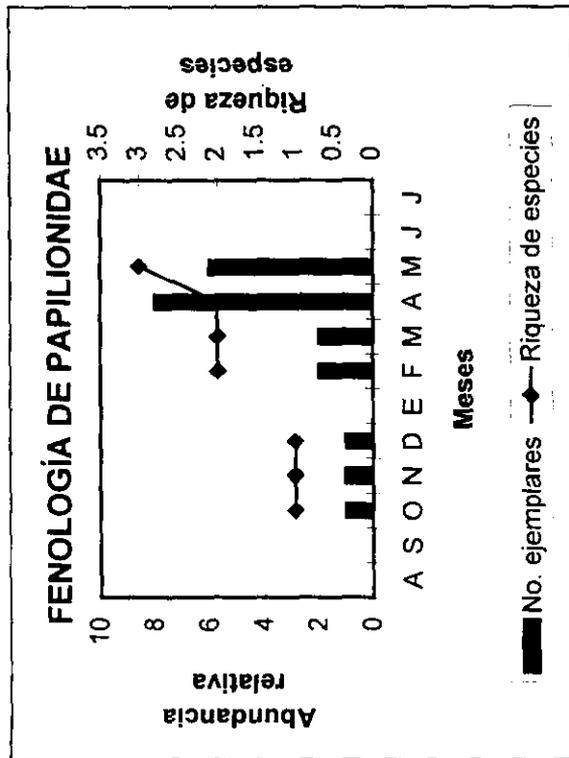


FIGURA 4

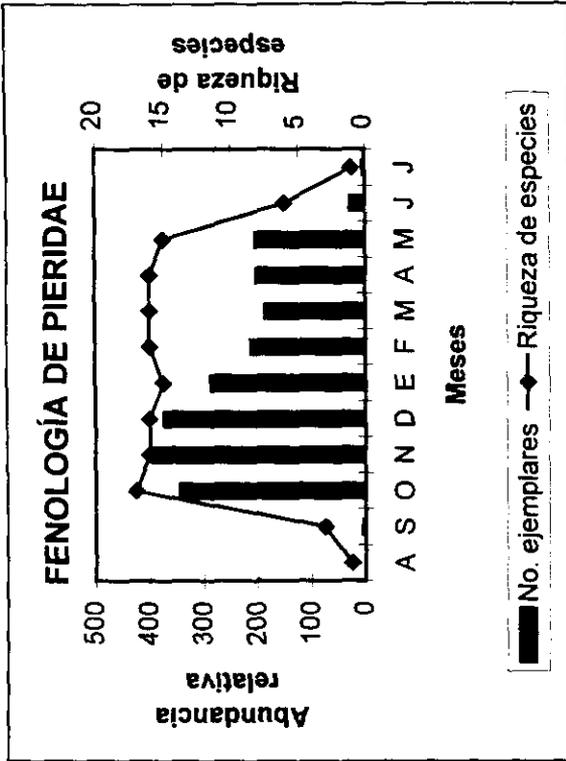


FIGURA 5

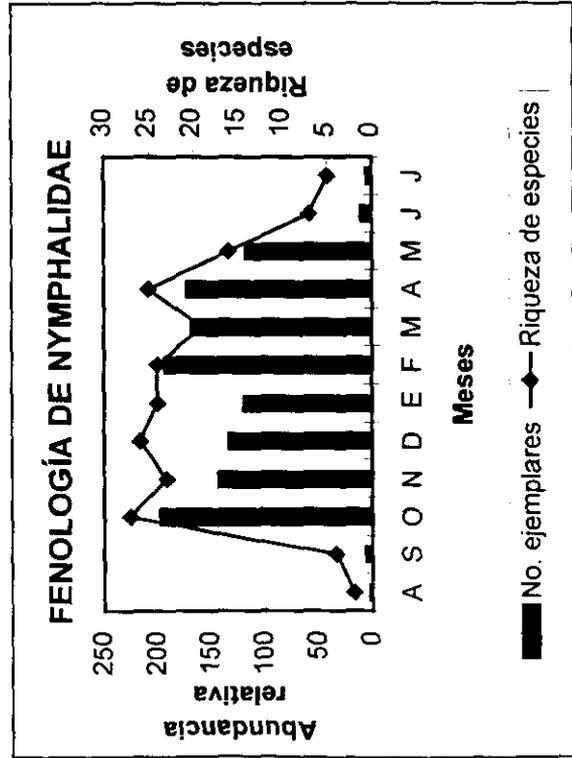


FIGURA 6

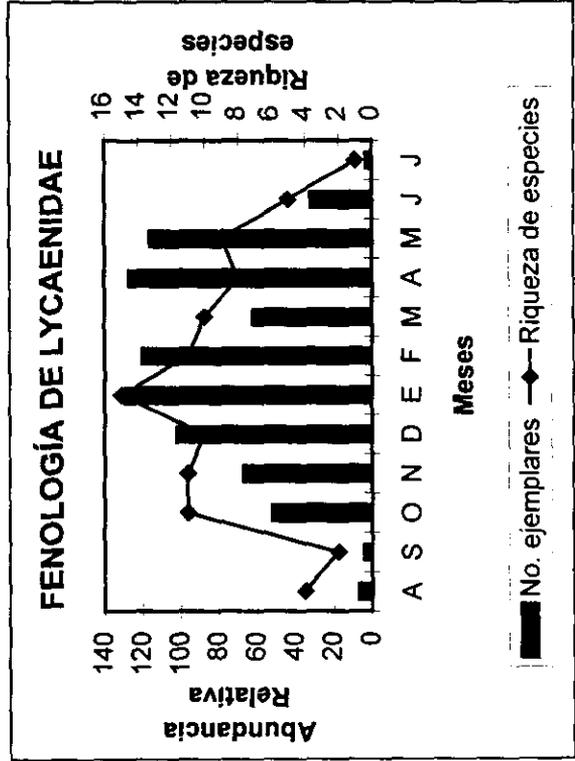


FIGURA 7

Fenología de las especies más abundantes. Del Apéndice 1 se graficó el comportamiento estacional de las especies más abundantes, los resultados se muestran en las figuras 8 a 14. De acuerdo con Shapiro (1974) la fauna de mariposas puede ser analizada en cuanto al número de generaciones adultas que se presentan por año (voltinismo), caracterizándose en tres grupos: univoltinas (una generación por estación), bivoltinas (dos generaciones) y multivoltinas (más de dos generaciones consecutivas por estación). Siguiendo este criterio, en las figuras 8 y 9, tenemos los gráficos de cuatro especies univoltinas: *Catasticta t. teutila*, *Hemiargus i. isola*, *Pindis squamistriga* y *Leptophobia aripa elodia*. Estas especies solamente presentan un pico de abundancia, aunque cada uno de ellos corresponde a las condiciones propias de cada una de las especies. Aunque es difícil establecer los patrones fenológicos de las especies con base en una o dos estaciones de muestreo, los gráficos nos pueden mostrar una generalización de los patrones de estas especies.

Catasticta t. teutila y *Hemiargus i. isola*

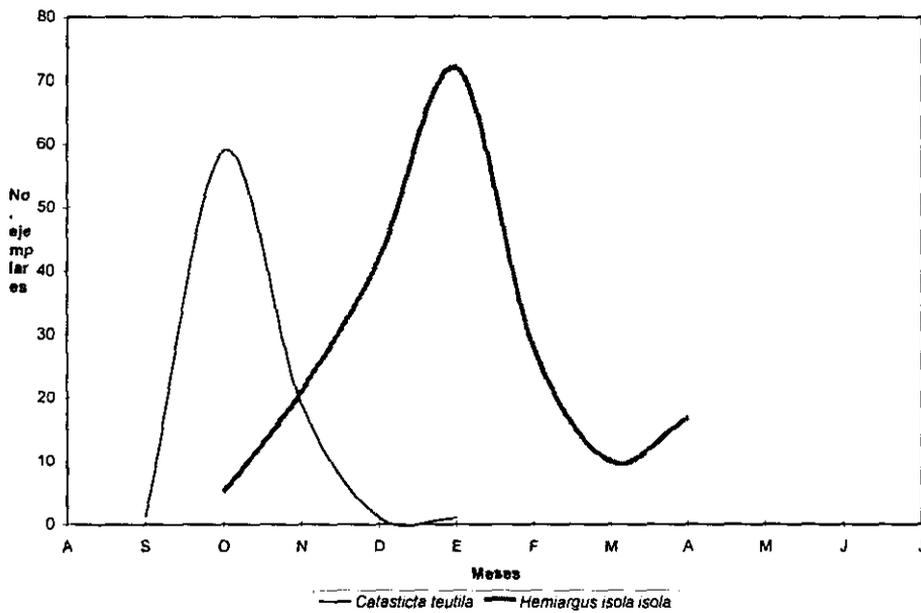


FIGURA 8

Pindis squamistriga y *Leptophobia arpa elodia*

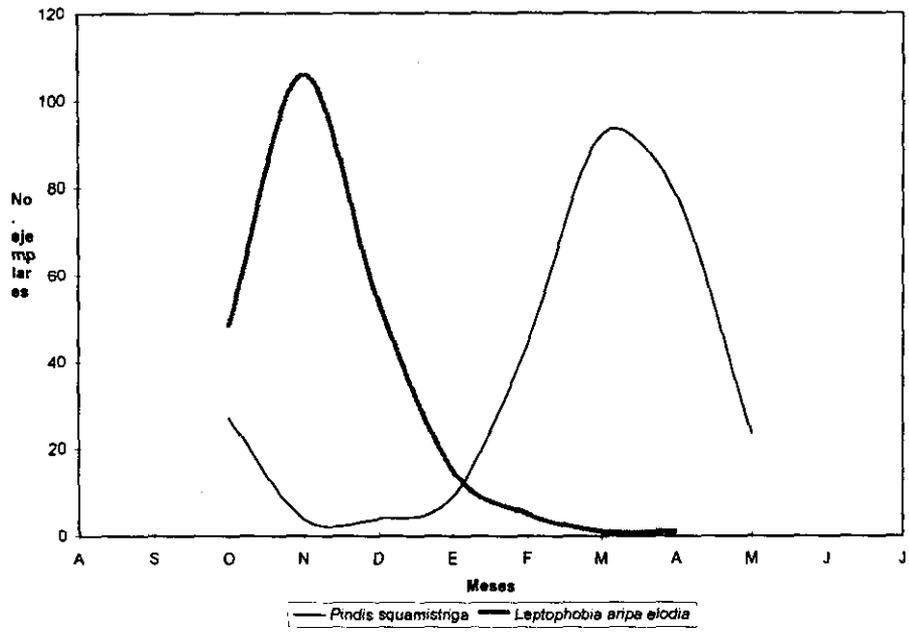


FIGURA 9

Callophrys xami y *Phoebis sennae marcellina*

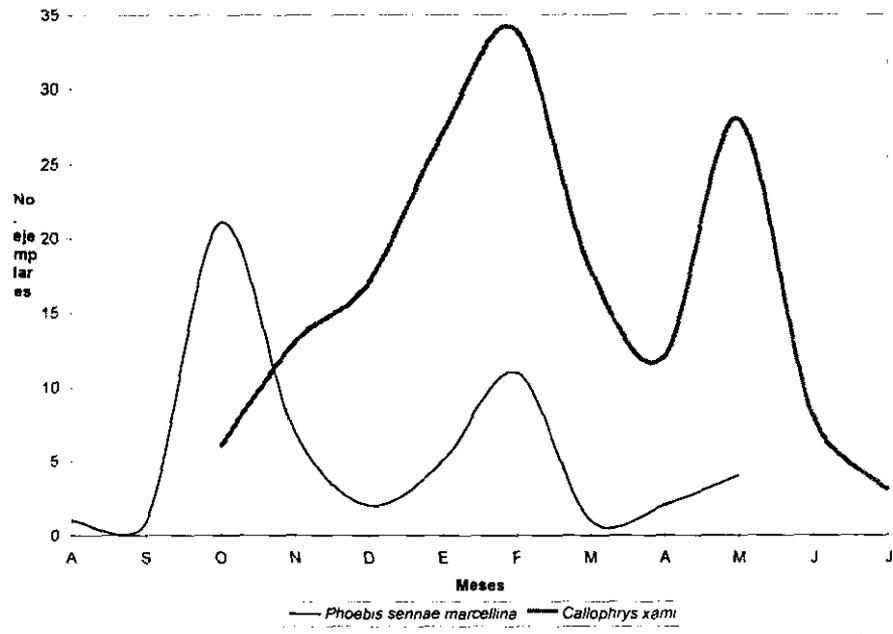


FIGURA 10

Callophrys xami y *Phoebis sennae marcellina* (fig. 10) presentan dos generaciones al año, por lo que se les puede denominar como bivoltinas, ambas especies se presentan durante 10 meses, la primera de agosto a mayo y la segunda de octubre a julio. Como especies multivoltinas (Fig. 11-14) tenemos: *Nathalis i. iole*, *Catasticta n. nimbice*, *Hesperocharis graphites avivolans*, *Eurema salome jamapa*, *Eurema m. mexicana*, *Celastrina argiolus gozora*, *Leptotes marina* y *Anaea troglodyta aidea*, las generaciones se pueden observar en los gráficos y el cambio que se observa en los ejemplares, al presentarse una mezcla de individuos nuevos recién emergidos y ejemplares viejos. En la figura 11 se observa que *Nathalis i. iole* y *Catasticta n. nimbice* ocurren en general en los mismos meses a lo largo del año, aunque en distinta cantidad de individuos, pues mientras que la primera especie alcanza en enero un promedio de 160 ejemplares, la segunda tiene menos de 50, la fenología es similar pero hay que tomar en cuenta que los meses de junio a septiembre no cuentan con datos suficientes, por los fenómenos meteorológicos ya descritos con anterioridad.

La figura 12, muestra a *Hesperocharis graphites avivolans* y a *Eurema salome jamapa*, las cuales en general presentan la misma fenología, se presume que ocurren en los meses de octubre a junio. *Eurema m. mexicana* y *Celastrina argiolus gozora* representadas en la figura 13, también se pueden considerar como multivoltinas porque presentan más de dos generaciones al año, la primera se registra durante 11 meses, de agosto a junio, y la segunda 10 meses, de octubre a junio. En la figura 14 se observa que *Anaea troglodyta aidea* se mantiene con valores promedio de 10 ejemplares durante los meses que se presenta, reconociendo el cambio generacional en sus ejemplares, mientras que *Leptotes marina* aunque se registra en los mismos meses, alcanza su mayor abundancia en el mes de abril con 70 ejemplares.

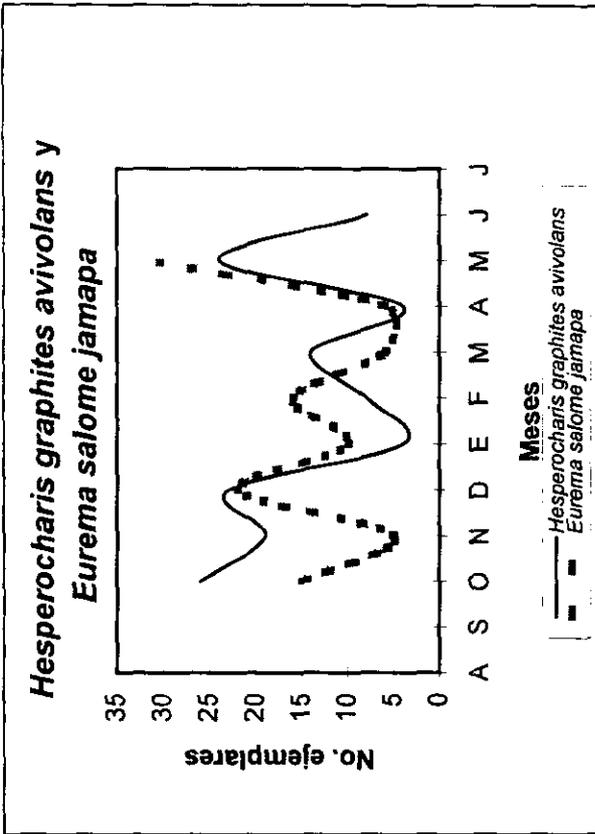


FIGURA 12

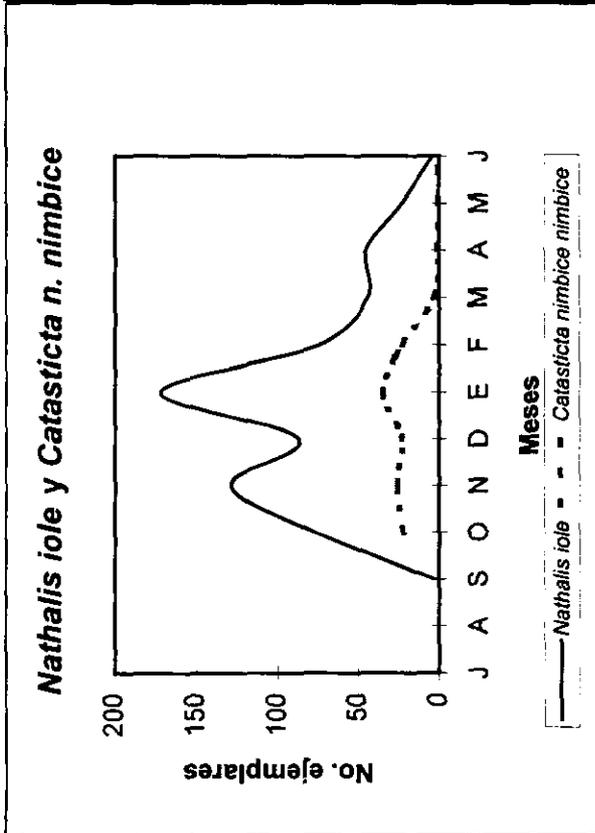


FIGURA 11

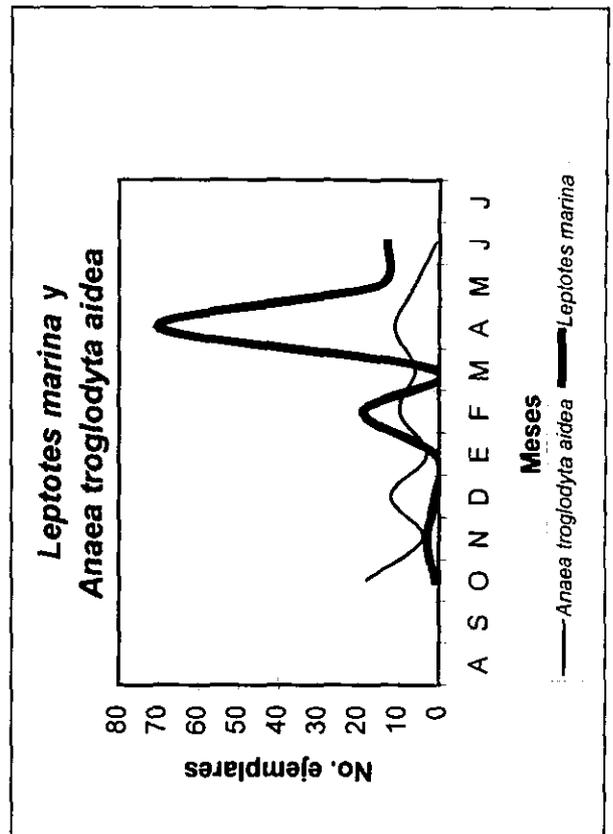


FIGURA 14

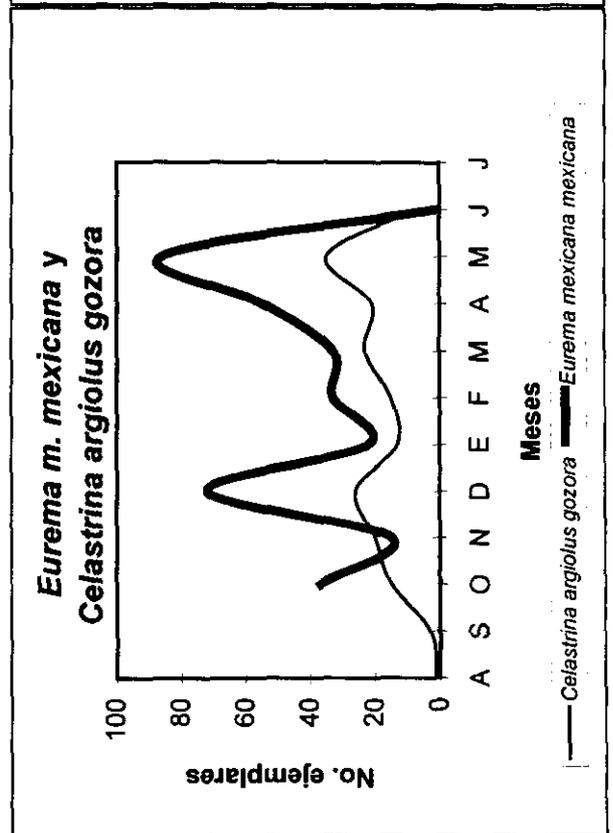


FIGURA 13

Estudios faunísticos en áreas montanas del Eje Neovolcánico. En el Cuadro 1, y la Fig. 15 se observan los datos de los estudios realizados en áreas montanas del Eje Neovolcánico, en altitudes superiores a los 2,000 msnm, y el número de especies citadas para cada una de ellas; a excepción del Pedregal, en todas las demás se utilizó un método similar: a) trabajo sistemático de campo en cada mes a lo largo de un año o más, b) dos recolectores en promedio, y c) el empleo de trampas Van Someren-Rydon.

CUADRO 1. RIQUEZA DE ESPECIES EN ÁREAS MONTANAS DEL EJE NEOVOLCÁNICO							
LOCALIDADES	PAP	PIE	NYM	LYC	TOT	ALTITUD (msnm)	VEGETACIÓN
CHICHINAUTZIN	4	24	55	31	114	2,500	BMM, Matorral Crasicaule, BPE
EL CHICO	5	17	32	14	68	2,600-3,000	BMM, B. Abies, BE
DÍNAMOS	4	18	29	14	65	2,600-3,100	BMM, B. Abies, BE
DIAMANTES	2	18	18	7	45	2,700-2,900	BMM, B. Abies, BE
PEDREGAL	4	10	16	7	37	2,200-2,400	Matorral Crasicaule

BMM: Bosque mesófilo de montaña, BPE: Bosque de pino-encino, BE: Bosque de encino
 PAP: Papilionidae, PIE: Pieridae, NYM: Nymphalidae, LYC: Lycaenidae.

RIQUEZA DE ESPECIES EN ÁREAS MONTANAS DEL EJE NEOVOLCÁNICO

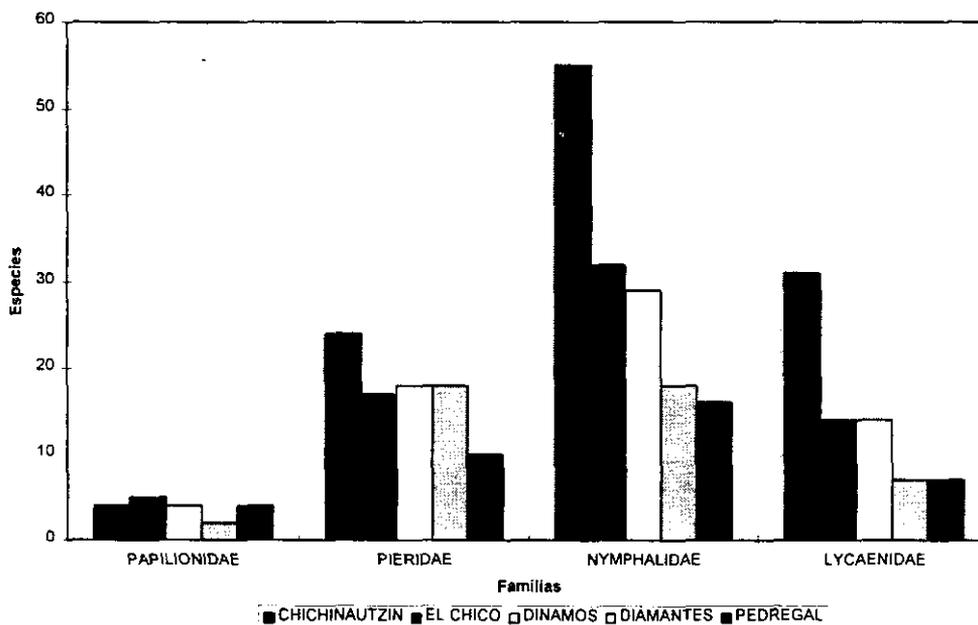


FIGURA 15

Se observa que la localidad del Chichinautzin es la que presenta mayor riqueza de especies en comparación con las otras áreas montanas referidas. El esfuerzo de recolecta en cada una de ellas fue similar o cercano entre sí (de los 70 a 100 días de colecta) a excepción del trabajo realizado en el Pedregal de San Angel. Las especies de Papilionidae en la zona de estudio representan el 80% del valor que se obtuvo en El Chico, siendo la única familia en la cual se presenta un número menor de especies. Para la familia Pieridae, del número de especies en Dínamos y Diamantes (18) representan el 75% del resultado obtenido en el Chichinautzin (24); para la familia Nymphalidae la diferencia es mayor pues el número de especies más alto de todas las localidades obtenido en El Chico (32) sólo representa alrededor del 60% del total obtenido en la zona de investigación. Respecto a la familia Lycaenidae la riqueza de especies recolectadas en el Chichinautzin resulta ser más del doble del valor obtenido en El Chico y los Dínamos.

Curva de acumulación de especies. Utilizando el paquete STATISTICA, se aplicaron dos fórmulas a los datos de este trabajo, obteniéndose los gráficos de acumulación de especies en función al esfuerzo de recolecta (días/persona e individuos acumulados/día). En la figura 16, se utilizó como unidad de esfuerzo el número de días/persona empleados en función al número de especies acumuladas. Se puede observar que los datos obtenidos por medio de la fórmula de Clench y la de Soberón y Llorente, le corresponden la misma función (curva), estimando que para el área de estudio el valor calculado es de aproximadamente 276 especies, lo que significa que el valor obtenido hasta el momento (114) está muy por debajo de lo esperado. Si se observa en esta figura la curva de las especies reales acumuladas, tenemos que ésta no alcanza su asíntota, por lo cual se estima que faltan muchas especies por registrar para esta área, si se considera el esfuerzo días/persona. En la figura 17 los resultados son distintos, en este caso la unidad de esfuerzo utilizada fue individuos acumulados/día. Se puede apreciar que el número teórico de especies acumuladas aplicando las fórmulas de Clench y de Soberón y Llorente coinciden nuevamente y alcanzan un valor de 116, siendo éste un número muy cercano al número de especies reales acumuladas que son 114; además se advierte que la curva de especies obtenidas sí se asíntotiza.

Curvas de acumulación de especies con días como unidad de esfuerzo de recolecta

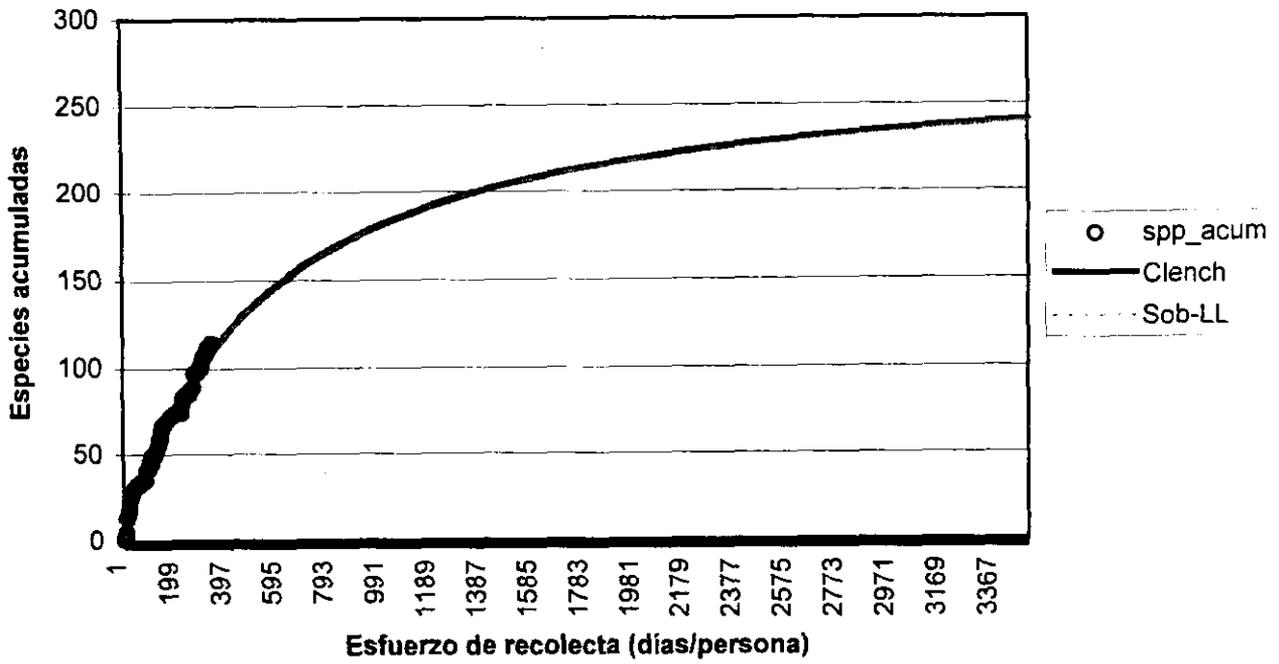


FIGURA 16

Curvas de acumulación de especies con individuos acumulados como unidad de esfuerzo de recolecta

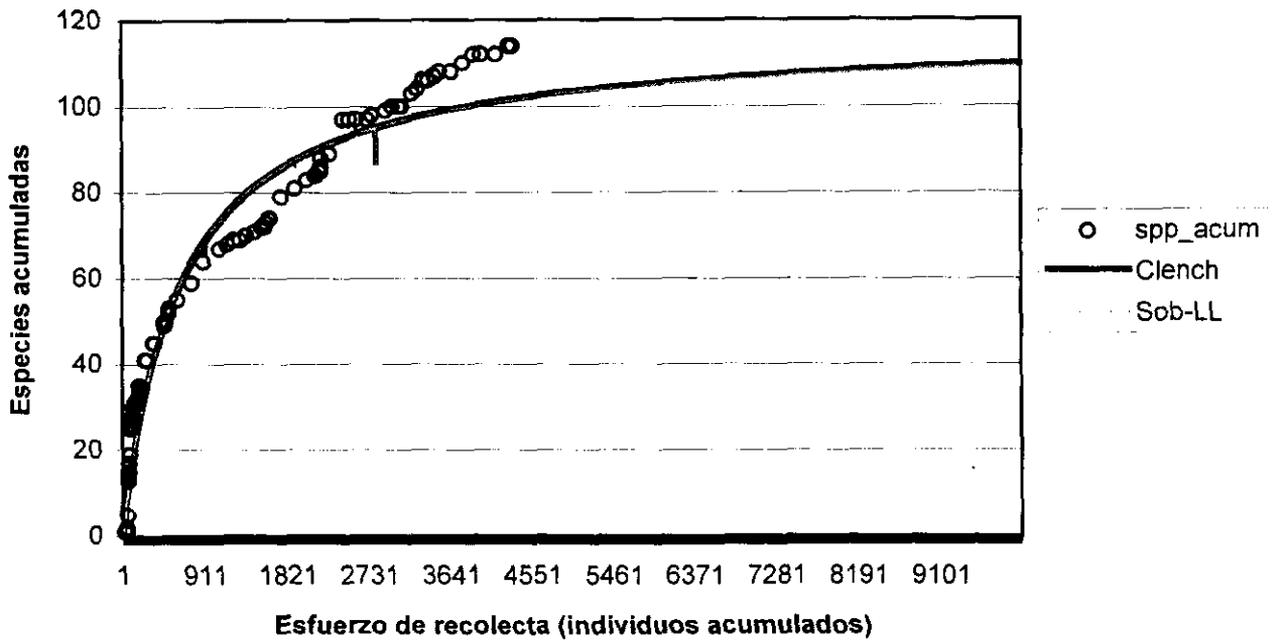


FIGURA 17

DISCUSIÓN

En México se han realizado pocos estudios sobre la fauna de mariposas de áreas montanas (principalmente en altitudes superiores a los 2,300 m), a pesar de la gran cantidad de estructuras orográficas que existen (Sierra Madre Occidental, Oriental, Eje Volcánico Transversal), muchas de las cuales se encuentran aisladas (Sierra Madre del Sur) favoreciendo procesos de especiación y con ello la ocurrencia de taxones endémicos a estas islas. Los pocos trabajos que se han efectuado, se deben a la pobreza de especies que se registra en altitudes superiores a los 2,000 m, hecho que no es muy atrayente para los lepidopterólogos aficionados y profesionales. Tradicionalmente este tipo de estudios se han realizado en zonas con gran diversidad (Chajul, Chiapas (De la Maza y De la Maza, 1985) o Región de Patla, Puebla (González, 1997)), en localidades en las cuales se han registrado especies de gran interés taxonómico (*Paramacera chinanteca*) en Cerro Pelón (3,100 msnm) o *Pterourus esperanza* en La Esperanza (1,750 msnm) ambas localidades en la Sierra de Juárez, Oaxaca (Luis *et al.*, 1991) o en localidades que se han hecho clásicas y en las cuales desde principio de siglo se vienen repitiendo recolectas *v. gr.*, Jalapa (Llorente *et al.*, 1986) y los Tuxtlas, ambas en Veracruz (Raguso y Llorente, 1990).

El volcán del Chichinautzin es un centro de recarga de acuíferos, lo que aunado a la diversidad de tipos de vegetación y de fauna hacen de este lugar una zona que merece ser conservada y estudiada (Calderón y González, 1990). En este trabajo se obtuvieron 114 especies, que se pueden agrupar en 70 géneros, siendo hasta ahora el mayor número registrado para el piso altitudinal de los 2,000 a los 3,000 m de altitud. Llorente (1984), describió con base en un enfoque de Biogeografía Insular, tres pisos altitudinales, para describir la diversidad y el origen de la fauna que compone cada piso. De acuerdo con este autor la zona de estudio se ubica en el tercer piso, caracterizándose por la poca diversidad de este grupo; este fenómeno también fue descrito por Luis y Llorente (1991) y Vargas *et al.* (1991).

En trabajos realizados en áreas montanas del Eje Neovolcánico, se ha encontrado un porcentaje significativamente menor de especies *v. gr.*, 68 especies en el Parque Nacional "El Chico", Hidalgo (2,600-3,100 m) (Bizuet, 1993), 45 especies en la Cascada de los Diamantes, Estado de México (2,700-2,900 m) (Barrera y Romero, 1986), 65 especies en Los Dínamos, Distrito Federal (2,700-3,100 m) (Luis y Llorente, 1990) ; así como en las partes bajas del Valle de México *v. gr.*, Katthain (1971): 37 especies (Cuadro 1).

De manera general se puede observar que las localidades del Chichinautzin y El Chico son las que presentan la mayor riqueza de especies de áreas montanas en el Eje Neovolcánico (Fig. 15); como lo señala Bizuet (1993), ambas zonas se caracterizan por estar enriquecidas por especies provenientes de las partes bajas y más tropicales, que propiamente no son constituyentes de la fauna montana superior a los 2,000 msnm, pero que en ocasiones presentan migraciones altitudinales o vagilidad hacia las partes altas y, con ello,

ocasionalmente se pueden registrar estas especies, sin ser un componente de la fauna local.

La diferencia entre los números de especies por localidad, se debe a una serie de factores intrínsecos y extrínsecos a las especies, y a la ubicación geográfica de cada una de las zonas. Entre los factores más importantes para explicar la diversidad encontrada en esta localidad, se puede mencionar la existencia de una migración altitudinal de especies de mariposas por efecto del cambio estacional de las condiciones climático-meteorológicas en la región. Debido a que el punto de muestreo se localiza en un transecto altitudinal-vegetacional, que va de las partes bajas del Valle de Cuernavaca al pico del Volcán Chichinautzin (de los 1,000 a los 3,000 m de altitud). El cambio que ocurre en la vegetación es fundamental para que se presente una migración altitudinal de las especies en busca de condiciones de mayor humedad (principalmente en la época seca), por la distribución de la vegetación. En las partes bajas del Valle se presenta el Bosque Tropical Caducifolio, continuando el Bosque Tropical Subcaducifolio, vegetación que en sus partes más altas forma un ecotono con el Bosque de Encino, Pino-Encino y elementos de Bosque Mesófilo en las cañadas, también existe un componente de matorral crasicaule entre los 2,000 y 2,800 m de altitud. En las partes más altas se localiza el Bosque de Pino y el Bosque de *Abies* (2,600-3,000 m de altitud).

El cambio altitudinal en la vegetación es producto de la distribución de la humedad que se presenta en la región, siendo mayor en las partes altas debido al choque de los vientos alisios profundos que provienen del Golfo de México y a las corrientes de humedad que penetran de la vertiente pacífica, efecto que produce una mayor precipitación en las partes altas de la Sierra y poca humedad sobre los terrenos bajos. Al conservarse la humedad en las partes altas, muchas especies que frecuentemente ocurren en altitudes menores y pertenecen propiamente al componente faunístico del piso inferior (1,200 a 1,900 m), alcanzan mejores condiciones o recursos *v. gr.* alimento larval o de adulto y sitios de percha. Este fenómeno se observa más claramente en la época seca, en donde las condiciones son más adversas en las zonas bajas del Valle, al contrario de lo que sucede en las partes altas, principalmente en las cañadas protegidas de la insolación, por lo que existe un gran número de parches de vegetación siempre verdes, lo que favorece la presencia de inflorescencias, tal como se encontró en la zona en donde muchas de las especies, sobre todo aquellas que se presentan en el matorral crasicaule que florece en primavera (época seca), Emmel *et al.* (1970) y Austin *et al.* (1996) encontraron mayor riqueza de especies en la época seca, proponiendo que en esta época se presentan condiciones ambientales favorables para el vuelo de los adultos, por el mayor número de días soleados, favoreciendo con ello las actividades reproductivas para la permanencia de las especies, efecto similar a lo que ocurre en el área de estudio.

La migración altitudinal que se presenta en la región se observa a lo largo del año, a través de registros visuales y al analizar la lista de especies y determinar su *status* de residencia. Luis y Llorente (1990) y Bizuet (1993),

describen que la fauna de mariposas de las zonas montanas contiene tres componentes: a) especies residentes, b) especies no residentes, y c) migratorias. Estas categorías fueron establecidas en función de su abundancia relativa y a la distribución geográfica de cada una de las especies. En la zona de estudio se tienen 66 especies residentes lo que constituye el 57%, el resto lo componen especies no residentes y/o migratorias altitudinales (Apéndice I). Se observa que 50 especies están representadas por cinco o menos ejemplares, muchos de estos taxones no es frecuente encontrarlos por arriba de la cota de los 1,800 m, *v. gr.* *Priamides phamaces*, *Strymon melinus*, *Hypanartia dione*, *Atlides halesus*, *Epiphile adраста escalantei* y *Doxocopa laure acca*, entre otras.

La riqueza de la zona es la mayor encontrada hasta ahora en una región mesomontana en México con altitudes superiores a 2,200 m y se debe a la ubicación privilegiada que tiene esta localidad, ya que se ve favorecida por encontrarse en un gradiente altitudinal marcado por la gran variación por piso altitudinal entre la humedad y los tipos de vegetación de la región; aún así, el número de especies propias de esta localidad es considerable (66 especies), ya que sigue siendo mayor que las citadas en localidades semejantes y señaladas en el Cuadro 1. Esto último se debe a la gran heterogeneidad ambiental que existe en la zona y a la fenología de la floración de la misma, lo que favorece la presencia de los imagos a lo largo de todo el año.

Riqueza y Abundancia: Como lo mencionan Llorente *et al.* (1996) y Bueno *et al.* (1988), la riqueza de especies se ve influida por la diversidad de hábitats: la enorme heterogeneidad fisiográfica, climática y vegetacional, dan como resultado mosaicos de ambientes conservados y subalterados, lo que aumenta la diversidad de hábitats y, por ende, la de especies de lepidópteros. Bueno *et al.* (1988), mencionan que un grupo de reservas conectadas por corredores es mejor que si estuvieran totalmente aisladas, la zona de estudio se ubica dentro del Corredor biológico Chichinautzin por lo que esa situación puede que favorecer la riqueza de especies.

El área cubierta en este trabajo abarca aproximadamente cinco kilómetros cuadrados, como ya se mencionó en el apartado correspondiente, existen cuatro tipos de vegetación que derivan en la presencia de distintos hábitats, de ahí la riqueza de las especies obtenidas. Además se tiene conocimiento de que se presenta una muy desusada riqueza de especies entre los 19° y 20° de latitud norte, debido a la conformación orográfica del Eje Volcánico Transversal, fenómeno que ha sido señalado por diversos autores (Rzedowski, 1978, Delgadillo, 1987 y Fa, 1989). Este trabajo faunístico cita una riqueza de especies mayor a la de otras localidades que se ubican dentro del mismo eje. Para la familia *Araneae*, Torres (1992) encontró que la mayor riqueza y abundancia de especies se localiza entre la cota altitudinal de 2,300 a 2,500 m de altitud.

La riqueza de especies descrita por familia en este trabajo, es diferente a la encontrada en localidades similares en cuanto a la altitud, en donde frecuentemente las familias que presentan más especies son Pieridae y

Nymphalidae. En esta zona se encontró que las dos familias con mayor riqueza específica son Nymphalidae y Lycaenidae, hecho que concuerda con la riqueza general que presentan éstas de acuerdo con los datos de Robbins y Opler (1997). Tal resultado muestra que son las familias que siempre tienen el mayor porcentaje de especies en los estudios faunísticos, listas regionales y estatales; sin embargo, cuando estos trabajos son realizados por arriba de los 2,000 m de altitud, las condiciones climáticas altitudinales afectan drásticamente a la familia Lycaenidae, decreciendo bruscamente el número de especies que ocurren en estas localidades, con respecto a las otras familias. Al presentarse estas condiciones, la familia Pieridae se coloca en segundo lugar en riqueza (Cuadro 1). El derrame del Chichinautzin (2,400 a 2,500 m de altitud), es hasta ahora la única zona en que los licénidos, presentan más especies que los piéridos; esto puede deberse fundamentalmente a la migración altitudinal que ocurre en la zona, en donde el número de especies de la familia Lycaenidae se incrementa. Robbins y Small (1981), señala que las especies de esta familia frecuentemente son acarreadas por los vientos, hacia hábitats en los cuales normalmente no están, comenta en su trabajo que esta dispersión mediada por el viento ocurre anualmente y que los especímenes acarreados son en su mayoría hembras, aunque en este trabajo no se hizo la evaluación en cuanto al sexo de esos ejemplares.

La variación en la riqueza de especies de la familia Lycaenidae mostrada en el Cuadro 1, para cada zona se ve claramente reflejada si observamos que Cascada de los Diamantes y el Pedregal tienen menos del 25% de las encontradas en el derrame del Chichinautzin o las localidades del Parque Nacional "El Chico" y los Dínamos, menos del 50%. En cuanto a las familias Papilionidae y Pieridae la diferencia no es tan marcada entre cada una de las áreas, a excepción del Pedregal de San Angel, en donde por la pobreza de la zona y el método de recolecta, no nos permite estimar completamente las diferencias.

Aunque es necesario establecer la residencia de cada una de las especies, para determinar la fauna del derrame del Chichinautzin a los 2,500 m de altitud, el establecimiento del *status* de residencia es en cierta forma un atributo arbitrario, si no conocemos más sobre la biología de las especies *v. gr.* planta de alimentación larval, ciclo de vida y fenología, entre otros atributos. Hay que mencionar que el conocimiento que se tiene del grupo es lo que nos ha permitido establecer este criterio en función a dos condiciones: abundancia relativa y distribución geográfica.

Si se considera el número de especies residentes, bajo estos criterios, se observa que éste es más cercano al citado para áreas ubicadas en este piso altitudinal; sin embargo, es importante señalar el valor de esta localidad como una zona de refugio estacional para especies que concurren frecuentemente desde las partes bajas del Valle de Cuernavaca y que suelen presentar una migración estacional hacia las áreas más húmedas y protegidas del piso superior, principalmente en la época seca. Luis y Llorente (1990) mencionaron que los Dínamos presentaban este fenómeno, pero que ha desaparecido por efecto del crecimiento de la mancha urbana, lo que provocó la desaparición de la vegetación y fauna original del piso inferior. Bizuet (1993) refiere que el Parque Nacional "El

Chico" se ve enriquecido por especies que provienen de las partes bajas de la región del Pánuco.

El reconocimiento de la migración altitudinal que se presenta en diferentes transectos altitudinales, en algunos casos permite explicar la variación en la diversidad que existe en los pisos superiores de cada uno de ellos; sin embargo, también se debe de considerar que la presencia y la densidad de las poblaciones tanto residentes como las no residentes van a variar de acuerdo a como se encuentre de conservada la región. Vargas *et al.* (1991), mostraron la distribución altitudinal de la fauna de papilionoideos en un intervalo que va de los 300 a los 3,100 m; describieron la distribución de cada una de las especies en función de su densidad poblacional y mostraron que muchas de las especies presentan su mayor abundancia en pisos inferiores y sólo están representados por pocos ejemplares en el piso superior (2,000-3,000 m) y por lo tanto la desaparición o alteración del piso inferior repercutirá directamente en una menor riqueza específica para cada localidad.

Riqueza y Composición Estacional. La fluctuación de la riqueza y abundancia relativa de los Papilionoidea, a través de un tiempo determinado, se ha tratado de establecer en función de recolectas sistemáticas a lo largo de un año o más, en un sin número de trabajos faunísticos; sin embargo, es por demás difícil establecer la fenología, con base en un solo período de recolecta, tal y como señala Wolda (1988) y los trabajos realizados por Vargas *et al.* (1991) y Vargas *et al.* (1999). Esto último, si consideramos que la fauna de mariposas está formada por tres componentes: a) especies residentes, b) especies no residentes y c) especies migratorias; además de que se debe de considerar la densidad de cada una de las especies, ya que muy pocas de ellas son muy abundantes, la gran mayoría son escasas (Apéndice 1) y que en muchas ocasiones los trabajos de este tipo registran menos de cinco ejemplares por especie (43 especies para el Derrame del Chichinautzin), lo que dificulta el análisis del componente faunístico.

Las especies residentes con densidades altas se presentan y son registradas en la zona independientemente al método de recolecta o a la estación de muestreo; son las residentes con bajas densidades, las migratorias y no residentes, las que van a influir directamente en la variación de la riqueza estacional a lo largo del año, si comparáramos año con año. Además, su presencia está influenciada en muchos casos por efectos aleatorios, tanto de las condiciones ambientales, como del método de recolecta, ya que en muchas ocasiones su registro va a depender de la suerte que se tenga en los días de recolecta.

En la figura 3 se observa un patrón de estacionalidad semejante en la fluctuación de la riqueza de las especies, con respecto a la abundancia relativa de sus ejemplares, observándose que ocho meses promedian aproximadamente 50 especies cada uno, lo que implica que existe un reemplazamiento de especies a lo largo del año, para mantener este promedio, fenómeno también señalado por Emmel *et al.* (1970). Espinoza (1961) señala que la precipitación es de

importancia decisiva en el desarrollo fenológico de la vegetación, ya que es en la época de lluvias (mayo-octubre) es cuando se encuentra un mayor porcentaje de formas en floración y en pleno período vegetativo, la que se mantiene a lo largo del año principalmente en la cañadas que conservan la humedad, lo que favorece la riqueza de especies y abundancia de ejemplares de mariposas después de la época de lluvias. Los cambios meteorológicos que se suceden a lo largo del año, y que afectan la actividad de los insectos en general, propicia para este estudio que, en cuatro meses (Junio a Septiembre), no se registren muchas especies y ejemplares. Las condiciones de elevada pluviosidad que imperan en esta época del año, impiden la actividad de la fauna de mariposas, ya que la mayoría de los días se presentan nublados en la parte alta de la Sierra del Chichinautzin y neblina frecuente en el área de estudio, lo que altera la actividad de los organismos; sin embargo, esto último favorece que la riqueza se mantenga más o menos constante a lo largo del año.

Esto último se observa claramente al comparar los gráficos de estacionalidad del derrame del Chichinautzin, con otras áreas montanas en las cuales se han realizado este tipo de estudios. En ellos se encontró una época de gran abundancia y riqueza (época húmeda) y otra de baja riqueza y abundancia relativa (estación seca) v. gr. Barrera y Romero, (1986), Luis y Llorente (1991), Bizuet (1993), Vargas *et. al.* (1991); sin embargo, en el área de estudio no existe diferencia sustancial entre la época seca y húmeda (figura 3), el decremento que se observa es mínimo y es consecuencia de otros factores, tal y como se menciona en el párrafo anterior. La riqueza que se observa en la época seca depende en gran medida de los organismos que migran altitudinalmente en busca recursos nutricionales y condiciones de humedad más favorables.

Con respecto a su abundancia relativa, se puede mencionar que se mantiene constante en función al número de ejemplares capturados por mes (500 ejemplares por mes en la época seca y 600 en la húmeda), a diferencia de la riqueza específica, la variación en la abundancia relativa corresponde únicamente a las especies residentes, si tomamos en cuenta que 66 especies representan el 57% de la muestra obtenida, es por ello que el gráfico de abundancia relativa realmente está indicando la distribución estacional de las especies residentes.

Curva de Acumulación de Especies. El incremento en las poblaciones humanas y concomitantemente la intensificación del uso del suelo han cambiado la cantidad, calidad y distribución de hábitats disponibles para la fauna nativa. Curtis (1996) tiene la hipótesis de que cuando la perturbación antropogénica aumenta está asociada con un decremento en la acumulación de especies.

Las curvas de acumulación de especies han sido foco de muchos estudios (Curtis, 1996). Sin embargo, el intervalo de acumulación (la forma de la curva) también es de interés porque refleja la igualdad de la abundancia y la distribución espacial de las especies (León, 1995). Una ventaja para estimar la diversidad es que sólo se requieren datos de presencia-ausencia para generar empíricamente curvas de acumulación de especies.

La curva de acumulación de especies no sólo está en función de la abundancia de especies, sino también está influenciada por la forma en que los individuos están distribuidos espacialmente. Las curvas de acumulación de especies también han sido soporte para caracterizar especies reunidas e indicar cómo los intervalos de acumulación pueden covariar con la intensidad del uso de la tierra (Curtis, 1996).

En la figura 16 la curva de acumulación de especies en función al esfuerzo días/persona, obtenida a partir de los modelos aplicados para esta localidad de estudio, está por encima de las especies reales encontradas, el valor teórico es de 276 especies mientras que el observado fue de 114, esto significa que para encontrar el número de especies que ocurren en la zona de estudio, es necesario emplear un número de días/persona considerablemente mayor al realizado hasta el momento, esto es que para adicionar una especie a la lista tendría que emplear un considerable número de días, lo cual no sería muy conveniente debido al empleo de tiempo y recursos que se necesitarían cubrir para alcanzar la cifra estimada. Los modelos de Clench y de Soberón y Llorente utilizados en esta investigación son estimativos, aunque en la práctica no se alcanzó el valor esperado considero que el trabajo de recolecta fue correcto, porque la curva de especies observadas sigue la misma tendencia que la curva de los modelos citados. Comparando con otros trabajos faunísticos similares en altitud y zona de estudio no se ha registrado tal cantidad de especies en esos lugares.

En la figura 17 se observa que al cambiar la unidad de esfuerzo de recolecta (individuos acumulados/día), la curva de especies reales acumuladas se asintotiza. Para el caso de las ecuaciones de Clench y de Soberón y Llorente, el valor obtenido es menor al número de especies reales. Por lo tanto en estos resultados se puede inferir que los modelos empleados, cuando se utiliza como unidad de esfuerzo persona/día son sobreestimativos, ocurre lo contrario cuando la unidad de esfuerzo es individuos acumulados, pues se observa que dichos modelos son subestimativos.

CONCLUSIONES

- En la región del derrame del Chichinautzin seleccionada para realizar esta investigación se obtuvieron 114 especies reunidas en 70 géneros de 4 familias de la superfamilia: Papilionoidea.
- La familia con mayor abundancia relativa fue Pieridae.
- La familia en la cual se observó la mayor riqueza de especies fue Nymphalidae y le sigue Lycaenidae hecho sobresaliente pues éste fenómeno se ha observado en zonas con influencias tropicales.
- En el área de estudio se observó un fenómeno de migración altitudinal, lo que resulta en un aumento en la riqueza de especies.
- El área de estudio presenta el más alto valor de riqueza de especies en comparación con otras zonas montanas ubicadas en el Eje Neovolcánico.
- La estimación de las ecuaciones de Clench (1979) y de Soberón y Llorente (1993) de las curvas de acumulación de especies utilizando como unidad de esfuerzo personas/día proporcionó un valor de 276 especies para la zona, cambiando la unidad de esfuerzo por individuos acumulados/día el número teórico de especies acumuladas es de 116, siendo éste cercano al valor observado (114).

REFERENCIAS

- Ayala, B.R. 1984. Estudio faunístico de abejas (Apoidea) en el estado de Morelos. *Biología de Campo*. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 66 pp.
- Balleto, E. y O. Kudrna. 1985. Some aspects of the conservation of butterflies in Italy, with recommendations for a future strategy. *Boll. Soc. Ent. Ital.*, Genova 117 (1-3):39-59.
- Barrera, G.T. y H.L. Romero. 1986. *Estudio faunístico de Lepidópteros (Superfamilia Papilionoidea) en un bosque mesófilo de montaña en Cascada Los Diamantes, San Rafael, Estado de México*. Tesis de Licenciatura (Biología). E.N.E.P. Zaragoza. U.N.A.M. 59 pp.
- Beccaloni, G.W. y K.J. Gaston. 1995. Predicting the species richness of neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biol. Conser.*, 71: 77-86.
- Bizuet, F.Y. 1993. *Distribución local y estacional de los Papilionoidea (Lepidoptera), en el Parque Nacional "El Chico" en el Estado de Hidalgo*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 66 pp.
- Brown, J.W., H.G. Real y D.K. Faulkner. 1992. Butterflies of Baja California. The Lepidoptera Research Foundation, INC. California 129 pp + 8 lams.
- Brown, K.S. Jr. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. In: N.M. Collins & J.A. Thomas (Eds.) *Conservation of insects and their environments*. Academic Press, London. 349-404.
- Bueno, H. A. y D. Espinosa. 1988. Estimación del potencial de conservación del Parque Nacional "El Tepozteco" con base en una evaluación ornitológica. Tesis E.N.E.P. Zaragoza. U.N.A.M. México.
- Calderón, M.S. y G.Y. González. 1990. *Propuesta de zonificación del Parque Nacional "El Tepozteco" Edo. de Morelos*. Tesis de Licenciatura (Biología). Licenciatura. E.N.E.P. Zaragoza. U.N.A.M. México. 96 pp.
- Clench, H.K. 1979. How to make regional lists of butterflies: some thoughts. *J. Lep. Soc.*, 33(4): 216-231.
- Colwell, R.K. y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. London. B.*, 345: 101-118.
- Contreras, M.T. y T.F. Urbina. 1995. *Historia natural del área de protección de flora y fauna silvestre corredor biológico Chichinautzin*. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 35 pp.

- Curtis, H.F. 1996. Fitting species accumulation functions and assesing regional land use impacts on avian diversity. *Jour. Biog.*, 23:155-168.
- Delgadillo, C. 1987 "Moss distribution and the phytogeographical significance of the Neovolcanic Belt of Mexico". *Jour. Biog.* 14:69-78.
- De la Maza, R.E.G. 1975. Notas sobre Lepidópteros de Rancho Viejo y Tepoztlán, Morelos, México. Primera parte: Papilionoidea. *Rev. Soc. Mex. Lep.*, 1(2): 42-61.
- De la Maza, R.E. G. 1976. Notas sobre Lepidópteros de Rancho Viejo y Tepoztlán, Morelos, México. Segunda parte: Hespéridos, Megatímidos y Cástridos. *Rev. Soc. Mex. Lep.*, 2(1): 15-23.
- De la Maza, R.R. 1987. *Mariposas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica. México. 302 pp.
- De la Maza, R.E.G. y D.R. Turrent. 1977. Un nuevo *Calephelis* de la Cuenca superior del Río Balsas, México. (Riodinidae). *Rev. Soc. Mex. Lep.*, 3(2): 85-90.
- De la Maza, J. y R.G.E. de la Maza. 1985. La fauna de mariposas de Boca del Chajul, Chiapas, México, (Rhopalocera). *Rev. Soc. Mex. Lep.*, 10(1): 1-24.
- De la Maza, R.E.G., A. White L. y R.F. De la Maza R. 1995. Exploración de factores compensatorios que permiten el refugio de Rhopalocerofauna higrófila en cinco cañadas de clima subhúmedo en Morelos, México. *Rev. Soc. Mex. Lep.*, 16 (1): 64.
- De la Maza, R.E.G., A. White L. y A. Ojeda. 1995. La horofauna de la Cañada de la Toma Tilzapotla, Morelos, México. (Lepidoptera-Rophalocera). *Rev. Soc. Mex. Lep.*, 15 (2): 40.
- Ehrlich, P.R. y A. Ehrlich. 1961. *How to know the butterflies*. W.M.C. Brown Company Publishers. Iowa. USA. 262 pp.
- Emmel, T.C. y C.F. Leck. 1970. Seasonal changes in organization of tropical rain forest butterfly populations in Panama *Jour. Res. Lep.* 8 (4):133-152.
- Espinoza, G.J. 1961. *Vegetación de una corriente de lava de formación reciente localizada en el declive meridional de la Sierra del Chichinautzin*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 69 pp.
- Fa, E.J. 1989. Conservation- motivated analysis of Mammalian Biogeography in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt. *Nat. Geog. Res.* 5:296-316.
- Fries, C. Jr. 1956. Bosquejo geológico de las partes centrales y occidental del Estado de Morelos y áreas contiguas de Guerrero y México. *Congr. Geol. Inter. XX Sesión*, Libroto Guía de la Excursión C-9. México.

Fries, C. Jr. 1960. *Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central y meridional de México*. Boletín 60. Instituto de Geología, U.N.A.M. 236 pp.

García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Tercera edición. Enriqueta García. Indianapolis, 30. México. 241 pp.

Garcés, A.R. y A. Luis Martínez. 1985. Composición faunística de los Papilionoidea del Derrame del Chichinautzin, Morelos y sus alrededores. *Biología de campo*. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 82 pp.

Godman, F.D. & I. O. Salvin., 1878-1901. *Biología Centrali-Americana*. Zoología, Insecta, Lepidoptera Rhopalocera. Vol I, II (texto) y III (láminas).

González, M. L. 1996. *Listado faunístico de los Papilionoidea del Estado de Puebla con especial referencia a la zona de Barranca de Patla*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 112 pp.

Halffter, G. 1976. Distribución de los insectos en la zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Ent. Mex.*, 35: 1-64.

Hinojosa, D. I. (en preparación). Distribución altitudinal de la fauna de abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en el declive sur de la Sierra del Chichinautzin, Morelos, México. Tesis de Maestría (Biología). Facultad de Ciencias. U.N.A.M.

Hoffmann, C.C. 1923. Manual para el estudio y recolección de lepidópteros en México. Sociedad Científica "Antonio Alzate" 41: 442-525, XXVI láminas.

Hoffmann, C.C. 1940a. Lepidópteros nuevos de México I. *Soc. Mex. Lep. An. Inst. Biol. UNAM* 11(2): 633-638.

Holloway, J.D. 1987. Macrolepidoptera diversity in the Indo-Australian tropics: geographic, biotopic and taxonomic variations. *Biol. Jour. Linn. Soc.*, 30: 325-341.

Howe, W.H. 1975. *The butterflies of North America*. Doubleday & Co. Inc. Garden City, New York XIII. 633 pp. 97 pls.

INEGI. 1981. *Síntesis Geográfica del Edo. de Morelos y Nomenclator*. (Anexo Cartográfico), México.

INEGI. 1981. Carta topográfica. Milpa Alta. E-14-A-49

INEGI. 1981. Carta topográfica. Cuernavaca. E-14-A-59

- Katthain, D.G. 1971. *Estudio taxonómico y datos ecológicos de especies del suborden Rhopalocera (Insecta, Lepidoptera) en un área del Pedregal de San Angel, D.F. México*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 189 pp.
- Kulfan, M. y J. Kulfan. 1992. Changes of the distribution of thermophilous butterflies in Slovakia. *J. Res. Lep.* 29(4): 254-266.
- Lamas, G. 1984. Los Papilionoidea (Lepidoptera) de la Zona Reservada de Tambopata, Madre de Dios, Perú. I: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae (En Parte) 1. *Rev. Per. Ent.*, 27: 59-73.
- Lamas, G., R.K. Robbins. & D.J. Harvey. 1991. A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. *Publ. Mus. Hist. Nat.*, 40: 1-19.
- León, J. 1995. *Curvas de acumulación y modelos empíricos de riqueza específica: Los SpHINGIDAE (Insecta: Lepidoptera) de México como un modelo de estudio*. Tesis de Maestría (Biología). Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 77 pp.
- Luis, A. y J. Llorente. 1990. Mariposas en el Valle de México: Introducción e Historia 1. Distribución local y estacional de los Papilionoidea de la Cañada de los Dinamos; Magdalena Contreras, D.F. México. *Folia Entomol. Mex.*, 78: 95-198.
- Luis, A., I. Vargas y J. Llorente. 1991. Lepidoptera de Oaxaca I: Distribución y Fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez. Coordinación de Servicios Editoriales. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*. Facultad de Ciencias. U.N.A.M., 3: 1-119.
- Llorente, J. 1984. Sinopsis sistemática y biogeográfica de los Dismorphinae de México con especial referencia del género *Enantia* Hübner (Lepidoptera: Pieridae). *Folia Entomol. Mex.*, 58: 1-207.
- Llorente, J., A. Garcés y A. Luis. 1986. Paisaje teocelero IV. Las mariposas de Jalapa-Teocelo, Veracruz. *Teocelo*, 4: 14-37.
- Llorente, J. y A. Luis. 1993. Conservation-oriented analysis of mexican butterflies: Papilionidae (Lepidoptera: Papilionoidea). In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot & J. Fa. (Eds.) *Biological diversity of Mexico: Origins and distributions*. Oxford University Press. 147-177.
- Llorente, J., A.N. García y E. González. 1996. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. U.N.A.M. México. 531-548.
- Mattoni, R.H.T. 1992. The endangered El Segundo Blue butterfly. *J. Res. Lep.*, 29 (4): 277-304.

- Mooser, F. 1957. Bosquejo geológico del extremo sur de la Cuenca de México. *Cong. Geol. Inter. XX Sesión*. Libreta Guía de la Excursión C-9. México.
- Murillo, R.M., J.G. Palacios y J.M. Labougle. 1983. Variación estacional de la entomofauna asociada a *Tillandsia* sp. en una zona de transición biótica. *The Southwestern Entomologist*, 8 (4): 292-302.
- New, T.R. 1992. Conservation butterflies in Australia. *J. Res. Lep.*, 29(4): 237-253.
- Palacios-Vargas, J.G. 1978. *Collembola (Insecta: Aptera) asociados a Tillandsia (Monoc.: Bromeliacea) en el Derrame del Chichinautzin, Morelos, su variación estacional y su seriación altitudinal*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 170 pp.
- Pérez, O.T.M. 1976. *Distribución de Siphonaptera en el derrame lávico del Chichinautzin, Morelos. Su interpretación ecológica y biogeográfica*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 156 pp.
- Raguso, R.A. & J. Llorente-Bousquets. 1990. The Butterflies (Lepidoptera) of the Tuxtlas Mts., Veracruz, Mexico, Revisited: Species-Richness and Habitat Disturbance. *J. Res. Lep.*, 29(1-2): 105-133.
- Robbins, R.K. & G.B. Small, Jr. 1981. Wind dispersal of Panamanian hairstreak butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae) and its evolutionary significance. *Biotropica*, 13 (4): 308-315.
- Robbins, R. K. y P.A. Opler. 1997. Butterfly diversity and a preliminary comparison with bird and mammal diversity. In: *Biodiversity II, Understanding and Protecting Our biological Resources*. D.E. Wilson, M.L. Reaka-Kudla, & E.O. Wilson (eds.), pp. 69-82, Joseph Henry Press, Washington, D.C.
- Rydon, A. 1964. Notes on the use of butterfly traps in East Africa. *Jour. Lep. Soc.*, 18(1): 51-58.
- Rzedowski, J. 1969. Nota sobre el bosque mesófilo de montaña en el Valle de México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.*, 18: 91-106.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México. 432pp.
- Seitz, A. (ED). 1924. *The Macrolepidoptera of the world*. Alfred Kernen Verlag Stuttgart. Vol. V (Texto y láminas).
- Shapiro, A.M. 1974. The temporal component of butterfly species diversity. In: Cody, M.L. & J.M. Diamond (Eds.) *Ecology and Evolution of communities*. The Belknap Press of Harvard University London. 181-195.

- Slansky, F.Jr. 1972. Latitudinal gradients in species diversity of the new world swallowtail butterflies. *J. Res. Lep.*, 11(4): 201-217.
- Soberón, J. 1992. El uso de las reglas empíricas para la conservación biológica en México: una propuesta. En las Áreas Naturales Protegidas de México. 57-65 pp. (Coord. A.L. Anaya) Publicaciones Especiales de la Sociedad Botánica de México.
- Soberón, M.J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation function for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7(3): 480-488.
- Torres, T.M.A. 1992. *Distribución altitudinal de los Araneidae en el declive Sur de la Sierra del Chichinautzin, Edo. de Morelos (Araneae: Araneomorphae)* Tesis de Maestría (Biología). Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 63 pp.
- Vargas, I.F., J. Llorente y A. Luis. 1991. Lepidoptera de Guerrero I: Distribución y Fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Atoyac. Coordinación de Servicios Editoriales. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*. Facultad de Ciencias, UNAM., 2: 1-127.
- Vargas, I.F., J. Llorente y A. Luis. 1999. Distribución de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) de la Sierra de Manantlán (250-1,650 m) en los estados de Jalisco y Colima. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*, 12. Coordinación de Servicios Editoriales, Facultad de Ciencias, UNAM. 1-153.
- Vidal, Z.R. 1980. *Algunas relaciones clima-cultivos en el Estado de Morelos*. Publicación del Instituto de Geografía. U.N.A.M. México. 95 pp.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: why? *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 19: 1-18.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA
BIBLIOTECA

APÉNDICE 1

PAPILIONOIDEA DEL DERRAME DEL VOLCÁN CHICHINAUTZIN

El siguiente apéndice contiene los datos de abundancia relativa y estacionalidad de las 114 especies capturadas en la zona de estudio, las cuales se muestran en orden decreciente en función al número de ejemplares obtenidos para cada una de ellas. Este apéndice está constituido por 16 columnas, la primera corresponde al nombre del taxón, las doce siguientes columnas conforman cada uno de los meses del año, en ellas se muestra el número de ejemplares capturados por mes. La siguiente columna corresponde al número total de ejemplares por especie; la columna 15 representa el porcentaje de ejemplares de cada especie, sobre el total de especímenes capturados; la siguiente representa el *status* de abundancia relativa, designado de acuerdo con las ideas de Lamas (1984) y Luis y Llorente (1991). La última columna es el *status* de residencia de cada uno de los taxones, en función de su abundancia relativa y distribución geográfica, tanto altitudinal como latitudinal. Los dos últimos renglones corresponden al número de ejemplares y especies que ocurren por mes.

Se observa que 14 especies presentan más de cien ejemplares cada una, y conforman el 73.7% del total de los individuos capturados. 28 especies están representadas con un ejemplar, lo cual constituye un 0.64% de los especímenes recolectados. Analizando los resultados y tomando el criterio de abundancia relativa como lo hizo Lamas (1984) y Luis y Llorente (1991), se tiene que el mayor porcentaje de especies lo constituyen las muy raras (MR) con 43.86%, enseguida las especies raras (R) con 29.82%; las especies muy comunes (MC) con 12.28%, las frecuentes (F) con 9.65% y las comunes (C) con 4.38%.

APÉNDICE 1

Papilionoidea del Chichinautzin, Morelos, Méx.

ESPECIE	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOT	%	CA	st.
<i>Nathalis iole</i>	172	74	44	45	23	4			3	77	129	87	658	15.1	MC	Re
<i>Dione moneta poeyii</i>	53	53	19	50	64					53	61	57	410	9.43	MC	Re
<i>Eurema mexicana mexicana</i>	22	33	33	55	86	2				37	15	72	355	8.17	MC	Re
<i>Pindis squamistriga</i>	9	44	92	78	23			1		27	4	4	282	6.49	MC	Re
<i>Leptophobia arpa elodia</i>	15	5	1	1						48	106	54	230	5.29	MC	Re
<i>Hemiargus isola isola</i>	72	28	10	17		2				5	21	42	197	4.53	MC	Re
<i>Celastrina argiolus gozora</i>	13	15	23	21	35	8		1	3	15	20	26	180	4.14	MC	Re
<i>Callophrys xami</i>	27	34	18	12	28	8	3	4		6	13	17	170	3.91	MC	Re
<i>Catacticta nimbe nimbe</i>	35	23	3	1	1	1				22	26	23	135	3.11	MC	Re
<i>Hesperocharis graphites avivolans</i>	4	8	14	4	24	8				26	19	23	130	2.99	MC	Re
<i>Leptotes marina</i>	1	19	1	70	15	13		1		1	3	1	125	2.88	MC	Re
<i>Eurema salome jamapa</i>	10	16	6	6	32					15	5	22	112	2.58	MC	Re
<i>Pyrisitia proterpia proterpia</i>	5	6	1	4	9	6	4			5	34	35	109	2.51	MC	Re
<i>Zerene cesonia cesonia</i>	6	11	7	6	2					14	27	35	108	2.49	MC	Re
<i>Catacticta teutila teutila</i>	1								1	59	19	1	81	1.86	C	Re
<i>Anaea troglodyta aidea</i>	3	10	6	11	6	1		1		18	4	12	72	1.66	C	Re
<i>Junonia coenia</i>	18	20	2				1		1		4	12	58	1.33	C	Re
<i>Cyllopsis perplexa</i>	4	12	22	6	5						1	7	57	1.31	C	Re
<i>Phoebis sennae marcellina</i>	5	11	1	2	4			1	1	21	7	2	55	1.27	C	Re
<i>Phoebis neocypris virgo</i>	4	7	10	13	11							5	50	1.15	F	Re
<i>Eurema दौरa</i>	4	4	7	21						7	2	2	47	1.08	F	Re
<i>Eucheira socialis westwoodi</i>			32	14							1		47	1.08	F	Re
<i>Anthanassa sitalces cortes</i>				2	3		1			31	2		39	0.9	F	Re
<i>Thessalia cyneas cyneas</i>		9	6	1			1			2	14	2	35	0.81	F	Re
<i>Anteos clorinde nivifera</i>		1	13	18	2					1			35	0.81	F	Re
<i>Anteos maerula lacordairei</i>	1	3	11	3	2					4	1	8	33	0.76	F	Re
<i>Emesis ares ares</i>					24						1		25	0.58	F	Re
<i>Phoebis philea philea</i>	1	7	2	5	3					3	1		22	0.51	F	Re
<i>Hemiargus ceraunus zachaeina</i>	3	11	1	2								5	22	0.51	F	Re
<i>Emesis tenedia tenedia</i>	2	5	3		9						1	1	21	0.48	F	Re
<i>Cynthia annabella</i>	1			1						1	13	4	20	0.46	R	Re
<i>Cyllopsis windi</i>	2	6	4	4								4	20	0.46	R	Re
<i>Micandra furina</i>	1				2				1	13	2		19	0.44	R	Re
<i>Euptoieta claudia daunius</i>	1	2	1	1		4	1		3	1		4	18	0.41	R	Re
<i>Euptoieta hegesia hoffmanni</i>	1	2			1	1	1		1	5	1	2	15	0.35	R	Re
<i>Smyrna karwinski</i>	3	2	2	1	1					2	2	2	15	0.35	R	M
<i>Anthanassa ardys ardys</i>		1								12			13	0.3	R	M
<i>Cynthia cardui</i>										5	8		13	0.3	R	Re
<i>Dione junio huascuma</i>	1									1	8	2	12	0.28	R	M
<i>Cyllopsis hilaria</i>	2	5	1	2								2	12	0.28	R	Re
<i>Cyclogramma bacchis</i>	3	2	1	1						2		2	11	0.25	R	M
<i>Pterourus multicaudatus</i>		1	1	5	3							1	11	0.25	R	Re
<i>Anthanassa texana texana</i>	1	3	2		2					1	1		10	0.23	R	Re
<i>Colias eurytheme</i>	1					6					1	2	10	0.23	R	Re
<i>Anthanassa alexon alexon</i>	1	3	2	1							2	1	10	0.23	R	M
<i>Anthanassa atronia obscurata</i>					1					7	1		9	0.21	R	M
<i>Cyllopsis nayarit</i>				1						1	4	3	9	0.21	R	Re
<i>Danaus plexippus plexippus</i>		2								1	6		9	0.21	R	M
<i>Asterocampa idya argus</i>										8			8	0.18	R	M
<i>Cynthia virginiana</i>	1	1			1	1				4			8	0.18	R	Re
<i>Cyanophrys agricolor</i>		3		3						1	1		8	0.18	R	M
<i>Emesis saturata</i>										7			7	0.16	R	Re
<i>Abaeis nicippe</i>		3			1					2	1		7	0.16	R	Re
<i>Polygonia haroldii</i>	1			1	2					1		2	7	0.16	R	Re
<i>Pyrrhosticta garamas garamas</i>		1	1	3	2								7	0.16	R	Re
<i>Hesperocharis costaricensis pasion</i>				4	2							1	7	0.16	R	NR
<i>Nymphalis antiopa antiopa</i>	4					1						2	7	0.16	R	NR
<i>Anthanassa ptolyca amator</i>	1	5		1									7	0.16	R	NR
<i>Myscelia cyananthe cyananthe</i>	4			1								2	7	0.16	R	NR

APÉNDICE 1

María Sílvia Valencia Garduño

ESPECIE	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOT	%	CA	st.
<i>Heliconius charitonia vazquezæ</i>		3		1						2			6	0.14	R	NR
<i>Smyrna blomfieldia datis</i>				1	2	1				2			6	0.14	R	NR
<i>Cyllopsis steinhauserorum</i>	1	2	2	1									6	0.14	R	Re
<i>Paramacera xicaque xicaque</i>						4					1	1	6	0.14	R	Re
<i>Arawacus jada</i>											1	5	6	0.14	R	Re
<i>Vanessa atalanta rubria</i>						1				4			5	0.12	MR	NR
<i>Cyllopsis pephredo</i>										3	2		5	0.12	MR	Re
<i>Agraulis vanillae incarnata</i>		1			1					1	1	1	5	0.12	MR	M
<i>Erora quadema</i>	2					1				1		1	5	0.12	MR	Re
<i>Junonia evarete</i>	2	2									1		5	0.12	MR	Re
<i>Zizula cyna cyna</i>		2	2	1									5	0.12	MR	NR
<i>Calephelis sp.</i>	2	1	2										5	0.12	MR	Re
<i>Dryas iulia moderata</i>		2								1		1	4	0.09	MR	NR
<i>Strymon yojoa</i>	1											3	4	0.09	MR	NR
<i>Aphrissa statira jada</i>		1								2			3	0.07	MR	NR
<i>Cyllopsis henschawi hoffmanni</i>						1						2	3	0.07	MR	Re
<i>Strymon astiocha</i>											3		3	0.07	MR	NR
<i>Parides photinus photinus</i>					1					1			2	0.05	MR	NR
<i>Adelpha celerio diademata</i>										1		1	2	0.05	MR	NR
<i>Hamadryas guatemalena marmorice</i>			1		1								2	0.05	MR	NR
<i>Epiphile adrasta escalantei</i>	1			1									2	0.05	MR	NR
<i>Doxocopa laure acca</i>			2										2	0.05	MR	NR
<i>Cyllopsis diazi</i>				1							1		2	0.05	MR	Re
<i>Contrafacia bassania</i>	1		1										2	0.05	MR	Re
<i>Rekoa palegon</i>				1	1								2	0.05	MR	Re
<i>Cyanophrys longula</i>	1				1								2	0.05	MR	Re
<i>Thecla (grupo hesperitis) guzanta</i>	1							1					2	0.05	MR	NR
<i>Pyrisitia nise nelphe</i>										1			1	0.02	MR	NR
<i>Atides halesus</i>										1			1	0.02	MR	NR
<i>Erora muridosca</i>										1			1	0.02	MR	NR
<i>Thecla sp.</i>										1			1	0.02	MR	NR
<i>Priamides pharnaces</i>											1		1	0.02	MR	NR
<i>Phoebis argante argante</i>			1										1	0.02	MR	M
<i>Glutophrissa drusilla tenuis</i>												1	1	0.02	MR	M
<i>Pontia protodice</i>					1								1	0.02	MR	M
<i>Hypanartia dione ssp 1</i>												1	1	0.02	MR	M
<i>Siproeta stelenes biplagiata</i>				1									1	0.02	MR	M
<i>Phyciodes vesta vesta</i>			1										1	0.02	MR	NR
<i>Mestra dorcas amygone</i>												1	1	0.02	MR	M
<i>Adelpha basiloides basiloides</i>				1									1	0.02	MR	NR
<i>Adelpha bredowii eulalia</i>		1											1	0.02	MR	Re
<i>Memphis pithyusa</i>			1										1	0.02	MR	M
<i>Manataria maculata</i>									1				1	0.02	MR	Re
<i>Cyllopsis pseudopephredo</i>						1							1	0.02	MR	NR
<i>Cyllopsis pyracmon pyracmon</i>	1												1	0.02	MR	Re
<i>Danaus gilippus thersippus</i>											1		1	0.02	MR	M
<i>Libytheana carinenta mexicana</i>				1									1	0.02	MR	M
<i>Leptotes cassius striata</i>											1		1	0.02	MR	NR
<i>Everes comyntas texana</i>	1												1	0.02	MR	NR
<i>Thecla (grupo hyas) tolmides</i>			1										1	0.02	MR	Re
<i>Thecla (grupo gibberosa) jerybathis</i>					1								1	0.02	MR	Re
<i>Panthiades ochus</i>	1												1	0.02	MR	NR
<i>Strymon melinus</i>												1	1	0.02	MR	Re
<i>Thecla (grupo hesperitis) denarius</i>			1										1	0.02	MR	Re
<i>Caerofethra lucagus</i>		1											1	0.02	MR	Re
Número de ejemplares	534	528	418	509	442	69	12	10	15	594	605	610	4346	100		
Número de especies													114			

APÉNDICE 2

PARÁMETROS CALCULADOS PARA LAS CURVAS DE ACUMULACION DE ESPECIES

Se presentan las estimaciones de b_1 y b_2 con base a las fórmulas utilizadas en este trabajo para las curvas de acumulación de especies (Clench, 1979 y Soberón y Llorente, 1993); los cálculos se obtuvieron por medio del programa STATISTICA (Statsoft, 1991) y los datos obtenidos del trabajo faunístico realizado en el Derrame Láxico del Volcán Chichinautzin.

ESFUERZO (DÍAS/ PERSONA)

	b_1	b_2	Especies totales
Clench	276.75335	525.71158	276.75335
Sob y Llorente	0.52735225	0.00191256	275.73149

ESFUERZO (INDIVIDUOS ACUMULADOS)

	b_1	b_2	Especies totales
Clench	116.606904	636.374798	116.606904
Sob y Llorente	0.18675223	0.00160929	116.046472

APÉNDICE 3

ESPECIES NUEVAS E INDIVIDUOS ACUMULADOS POR FECHA DE RECOLECTA

A continuación se ofrecen los datos utilizados para obtener las curvas de acumulación de especies. Este apéndice consta de nueve columnas, en las tres primeras se proporcionan el día, mes y año de las recolectas realizadas, en la cuarta columna el número de especies nuevas (SPP_NUEVAS) recolectadas para cada fecha; en la quinta columna se muestra las especies acumuladas (SPP_ACUM). El esfuerzo, representado en la sexta columna está dado en días/persona; a continuación se indica el esfuerzo acumulado (ESF_ACUM). También se utilizó el esfuerzo por individuos, el cual es el número de ejemplares recolectados por fecha y por último el número de ejemplares acumulados (INDIV_ACUM).

CHICHINAUTZIN								
DIA	MES	AÑO	SPP NUEVAS	SPP_ACUM	ESFUERZO	ESF_ACUM	INDIVIDUOS	INDIV_ACUM
7	3	1975	1	1	2	2	24	24
17	4	1975	0	1	2	4	14	38
28	3	1976	0	1	2	6	8	46
7	11	1976	0	1	2	8	1	47
12	6	1981	1	2	2	10	1	48
4	3	1982	3	5	2	12	6	54
27	4	1982	8	13	2	14	13	67
27	10	1982	0	13	2	16	1	68
9	11	1982	1	14	2	18	1	69
9	2	1983	1	15	2	20	1	70
10	2	1983	0	15	2	22	1	71
29	5	1983	2	17	2	24	2	73
16	9	1983	2	19	2	26	6	79
14	12	1983	6	25	2	28	16	95
8	1	1984	1	26	2	30	3	98
5	2	1984	1	27	2	32	1	99
18	3	1984	0	27	2	34	2	101
23	3	1984	0	27	2	36	1	102
5	5	1984	1	28	2	38	19	121
16	6	1984	2	30	4	42	16	137
17	6	1984	1	31	4	46	27	164
24	6	1984	0	31	4	50	4	168
29	6	1984	1	32	4	54	6	174
14	7	1984	0	32	4	58	9	183
17	7	1984	0	32	4	62	2	185
29	7	1984	1	33	4	66	1	186
5	8	1984	1	34	4	70	1	187
11	8	1984	0	34	4	74	3	190
12	8	1984	1	35	4	78	6	196
16	9	1984	0	35	4	82	3	199
2	10	1984	0	35	4	86	1	200
21	10	1984	6	41	4	90	54	254
24	10	1984	0	41	4	94	14	268

DIA	MES	AÑO	SPP NUEVAS	SPP_ACUM	ESFUERZO	ESF_ACUM	INDIVIDUOS	INDIV_ACUM
26	10	1984	0	41	4	98	6	274
2	11	1984	4	45	4	102	69	343
3	11	1984	0	45	4	106	11	354
8	11	1984	0	45	4	110	2	356
9	11	1984	4	49	4	114	108	464
15	11	1984	0	49	4	118	2	466
23	11	1984	1	50	4	122	2	468
24	11	1984	0	50	4	126	19	487
25	11	1984	2	52	4	130	32	519
2	12	1984	1	53	4	134	1	520
8	12	1984	2	55	4	138	92	612
9	12	1984	4	59	4	142	154	766
14	12	1984	0	59	4	146	1	767
15	12	1984	5	64	4	150	130	897
16	12	1984	3	67	4	154	183	1080
19	12	1984	0	67	4	158	1	1081
5	1	1985	1	68	4	162	85	1166
6	1	1985	1	69	4	166	74	1240
19	1	1985	0	69	4	170	67	1307
27	1	1985	1	70	4	174	69	1376
9	2	1985	1	71	4	178	94	1470
10	2	1985	1	72	4	182	75	1545
19	2	1985	0	72	4	186	2	1547
24	2	1985	0	72	4	190	35	1582
2	3	1985	1	73	4	194	16	1598
23	3	1985	1	74	4	198	28	1626
24	3	1985	0	74	4	202	1	1627
8	10	1985	0	74	4	206	1	1628
10	11	1985	0	74	4	210	2	1630
24	11	1985	0	74	4	214	1	1631
14	12	1985	0	74	4	218	2	1633
16	12	1985	0	74	4	222	1	1634
4	12	1986	0	74	2	224	1	1635
22	4	1995	5	79	4	228	130	1765
5	5	1995	2	81	3	231	154	1919
13	5	1995	2	83	4	235	131	2050
14	5	1995	1	84	5	240	96	2146
27	5	1995	0	84	3	243	10	2156
28	5	1995	1	85	5	248	30	2186
10	6	1995	0	85	4	252	11	2197
11	6	1995	0	85	3	255	3	2200
19	6	1995	1	86	2	257	1	2201
23	9	1995	0	86	3	260	3	2204
24	9	1995	2	88	5	265	3	2207
1	10	1995	1	89	7	272	93	2300
7	10	1995	8	97	3	275	155	2455
8	10	1995	0	97	2	277	70	2525

DIA	MES	AÑO	SPP NUEVAS	SPP_ACUM	ESFUERZO	ESF_ACUM	INDIVIDUOS	INDIV_ACUM
14	10	1995	0	97	4	281	75	2600
15	10	1995	0	97	4	285	124	2724
11	11	1995	1	98	3	288	52	2776
12	11	1995	1	99	4	292	153	2929
18	11	1995	1	100	2	294	71	3000
19	11	1995	0	100	5	299	79	3079
17	12	1995	0	100	2	301	28	3107
21	1	1996	3	103	4	305	114	3221
27	1	1996	1	104	2	307	57	3278
28	1	1996	2	106	2	309	65	3343
11	2	1996	0	106	2	311	58	3401
17	2	1996	1	107	2	313	70	3471
18	2	1996	1	108	3	316	61	3532
25	2	1996	0	108	5	321	130	3662
16	3	1996	2	110	2	323	131	3793
17	3	1996	2	112	4	327	118	3911
24	3	1996	0	112	3	330	83	3994
20	4	1996	0	112	6	336	167	4161
21	4	1996	2	114	3	339	140	4301
27	4	1996	0	114	2	341	16	4317
28	4	1996	0	114	4	345	28	4345
			TOTAL 114		TOTAL 345		TOTAL 4345	