

00516
- 7 -



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA DIVERSIDAD DE
LAS COMUNIDADES DE PAPILIONOIDEA (LEPIDOP-
TERA) DE LAS SIERRAS DE ATOYAC DE ALVAREZ
(GUERRERO, MEXICO) Y MANANTLAN (COLIMA Y
JALISCO, MEXICO)

FACULTAD DE CIENCIAS



DIV. EST. POSGRADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

(ECOLOGIA Y CIENCIAS AMBIENTALES)

P R E S E N T A:

BIOL. DAVID MONTEAGUDO SABATE

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JORGE ENRIQUE LLORENTE BOUSQUETS

MEXICO, D.F.

274173

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

*Als meus pares,
quan la distància és tan sols física*

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
La diversidad biológica	3
Las mariposas como indicadores de diversidad biológica	3
Patrones de diversidad	4
Presentación del estudio	5
Antecedentes	6
Marco geográfico general	7
La Sierra de Atoyac de Álvarez	8
La Sierra de Manantlán	10
Las estaciones de muestreo	10
OBJETIVOS	14
MATERIAL Y MÉTODOS	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
DIVERSIDAD ALFA: RIQUEZA ESPECÍFICA	20
Riqueza específica por localidades	20
Estimación de la riqueza total	24
Similitud taxonómica	28
Estudio comparativo de los patrones altitudinales de diversidad en las dos sierras	34
DIVERSIDAD BETA: RECAMBIO ESPACIAL	38
Índices básicos de diversidad beta en ambas sierras	39
Similitud faunística	40
Caracterización de pisos altitudinales	51
CONCLUSIONES	56
AGRADECIMIENTOS	59
REFERENCIAS	60
APÉNDICE 1: TABULACIÓN DE DATOS DE PRESENCIA – AUSENCIA (POR ESTACIONES DE MUESTREO, ALTITUDINAL)	67
APÉNDICE 2: TABULACIÓN DE DATOS DE PRESENCIA – AUSENCIA (SEGÚN UNIDADES DE VEGETACIÓN)	77
APÉNDICE 3: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE DIVERSOS ÍNDICES DE SIMILITUD	87

RESUMEN

Se efectuó un análisis de la diversidad de las comunidades de Papilionoidea (Lepidoptera) en las sierras de Atoyac de Álvarez (Guerrero) y Manantlán (Colima y Jalisco), a partir de los datos obtenidos de estudios anteriormente realizados en dichas áreas por el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, México.

Se ofrece una descripción de los patrones de diversidad presentados por el grupo en un transecto altitudinal en ambas sierras, a fin de comparar y observar la concordancia general de los mismos y determinar la posibilidad de una generalización para la sierra Madre del Sur, en la vertiente del Pacífico mexicano. A grandes rasgos, se puede reconocer una mayor riqueza de especies entre los 500 y 1000 m de altitud, aproximadamente, lo que puede estar determinado por diversos factores, dentro del patrón más general del comportamiento de la diversidad con el incremento de elevación; este comportamiento también se describe haciendo referencia a los tipos de vegetación, y se detalla para algunos taxones de mariposas.

Se analizó la diversidad beta, medida a través de la similitud a partir del índice de Sørensen, entre las comunidades identificadas en las estaciones de muestreo, para ambas sierras individualizadas y en conjunto, a fin de discernir si la importancia relativa del factor altitudinal –en cuanto a la composición de las faunas de mariposas– es mayor que el factor de pertenencia a una u otra sierra; es decir, para averiguar si se puede hablar de dos faunas claramente diferenciadas o bien distinguir pisos altitudinales, como finalmente resulta.

Se detectaron tres pisos altitudinales: se reconocieron comunidades de elevaciones bajas (hasta los 1000 o 1200 m); medias (hasta los 1700 o 1800 m), y altas (de 1800 en adelante), a partir de la composición de las faunas de mariposas que los definen, tanto por los componentes propios (exclusivos) como

por el número de especies. Este resultado está de acuerdo con la literatura existente sobre el tema. Las mismas conclusiones se establecen a partir de otros índices de similitud, destacando que los índices de Jaccard y Sørensen, quizás los más comunes en la literatura, parecen ser más apropiados -por sus características conceptuales- que otros en este tipo de estudios.

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica

Los naturalistas siempre han reconocido comunidades biológicas pobres y ricas en especies. Esta característica del número de especies y su abundancia relativa dentro del ecosistema toma forma en el concepto de diversidad biológica. La diversidad biológica, o biodiversidad (Wilson, 1988) ha sido definida de muy variadas maneras, pero éstas siempre hacen referencia a la misma como una propiedad del mundo viviente que atiende a su variabilidad, comprendida ésta a cualquier nivel (genético, organísmico, poblacional o sistémico).

En la práctica, cuando se trata de medir la diversidad de un sistema biológico, sin embargo, nos encontramos con la imposibilidad de hacerlo a través del estudio de todos sus elementos, y es por ello que el trabajo se restringe al estudio de diversidades parciales, aplicadas generalmente a taxocenosis (Margalef, 1995).

Las mariposas como indicadores de diversidad biológica

No todos los taxones permiten un trabajo de inferencia sobre la diversidad de una biota. Existen algunos grupos que pueden considerarse indicadores de tal diversidad, y así se usan en funciones de inventario o monitoreo. Los artrópodos terrestres, entre los cuales los más importantes numéricamente son los insectos, se entienden hoy como una de las mejores posibilidades para este tipo de estudios (Brown, 1991; Kim, 1993; Kremen *et al.*, 1995; Brown, 1997).

De hecho, algunos autores han definido las características que un taxón debe tener para ser un buen indicador de la diversidad biológica y su cambio. Entre éstas, Halffter (1996) destaca la necesidad de que el grupo integre un

gremio (función ecológica) bien definido, que haya un buen conocimiento taxonómico del mismo y una facilidad de registro en campo, y añade la necesidad de que el grupo sea abundante y la posibilidad de uso del mismo en funciones de monitoreo. Este investigador acuña el término de grupo parámetro para estos taxones indicadores.

Entre los insectos uno de los grupos parámetro más utilizados es el de las mariposas (Papilionoidea). Aunque su valor como indicador se discute en algunas situaciones (Kremen, 1992; Hollaway, 1993), las más de las veces se considera a Papilionoidea como un buen indicador de la diversidad del sistema, y la aplicación de su estudio en conservación (Erhardt y Thomas, 1989; Llorente y Luis, 1993; Baz y García-Boyero, 1996; Shreeve *et al.*, 1996) y monitoreo (Pollard y Eversham, 1995; Opler, 1995; Kozlov *et al.*, 1996; Mc Geoch y Chown, 1997) se halla muy extendida. A ello contribuyen características como el avanzado conocimiento taxonómico que se tiene del grupo, su conspicuidad, su abundancia y la facilidad de recolección e identificación en ambientes naturales (Llorente *et al.*, 1993).

Patrones de diversidad

El estudio de la diversidad en el espacio, considerada como el número de especies (riqueza específica) que hallamos en un lugar determinado, implica la caracterización de los patrones geográficos que ésta define. Un objetivo de la biogeografía es atender a esta fase descriptiva previamente al análisis de los procesos que los han generado (Briggs, 1987; Myers & Giller, 1988).

Globalmente, el patrón geográfico que más ha llamado la atención de los naturalistas es la enorme variación latitudinal en el número de especies de plantas y animales (Brown, 1988), pero se han descrito asimismo otros patrones haciendo referencia a otras características (elevación, aridez, profundidad, patrones entre isla y continente, entre otros). El patrón latitudinal se refiere al incremento

impresionante de la diversidad que se sucede desde los polos al ecuador (esta característica no es universal para todos los taxones), claramente correlacionado con factores físicos como la temperatura, radiación solar y estacionalidad.

Menos documentado se halla el patrón de diversidad a lo largo de un gradiente altitudinal (elevación en una montaña). Comúnmente se caracteriza a grandes rasgos –desde el clásico estudio de Humboldt acerca de la gradación altitudinal de las comunidades vegetales sobre el Chimborazo (Browne, 1983)– como un reflejo (ahora en la altura de una montaña) del latitudinal anteriormente descrito, con un decremento de especies desde las partes bajas a las más elevadas. Esta simplicidad parece ajustarse bien a las conclusiones de ciertos estudios, por ejemplo sobre la variación del número de especies de aves en un *gradiente altitudinal en Nueva Guinea* (Kikkawa y Williams, 1971) o en los bajos Andes desde la Amazonia hasta las cimas en Perú (Terborgh, 1977), cuyos resultados ofrecen una buena relación lineal (negativa) entre la riqueza de especies y la altitud.

Sin embargo, se observa un patrón algo más complicado en otras situaciones, como la riqueza en plantas sobre gradientes altitudinales en zonas áridas, donde el máximo número de especies se observa en zonas de elevación intermedia (Whittaker y Niering, 1975). Patrones parecidos se han identificado para grupos como los itominos y las solanáceas en Costa Rica (Haber, 1978). En estos dos últimos casos la relación con otras variables (gradientes de humedad) parece ser la explicación de esta “anomalía”.

Presentación del estudio

Dentro de este marco de identificación, descripción y comparación de los patrones de diversidad es donde situamos la presente investigación. El estudio consiste en la comparación de la riqueza de las faunas de mariposas de ambas sierras, así como su distribución en los transectos altitudinales correspondientes en cada una

de ellas. Para ello, se cuenta con los resultados publicados en dos trabajos anteriores (Vargas *et al.*, 1992; Vargas *et al.*, 1999), realizados por el grupo de Lepidopterología del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En ambos trabajos destaca la gran cantidad de registros acumulados, así como el hecho de haberse desarrollado con esfuerzos de recolecta y métodos similares. Estos atributos son de suma importancia al establecer un estudio comparativo, pues de otro modo no podríamos asegurar una mínima homogeneidad de los datos.

En una primera etapa, se analiza la riqueza a lo largo de cada uno de los dos transectos altitudinales, así como las diferencias en la composición taxonómica a lo largo de los mismos. Se describen los patrones observados y se comparan. Por otra parte, se analiza la diversidad beta (recambio espacial de las especies) en cada sierra, y se establece un estudio conjunto de la similitud entre las comunidades identificadas para las distintas estaciones de muestreo, a fin de evaluar la importancia del factor altitudinal (ligado al tipo de vegetación) en la composición de las faunas de Papilionoidea.

El contraste con la literatura existente sobre patrones de diversidad en el eje altitudinal permitió el planteamiento de diversas hipótesis y conclusiones, aunque el carácter general del trabajo se define dentro de un marco descriptivo, de identificación de patrones más que de inferencia acerca de los procesos que los generan.

Antecedentes

Los dos estudios que conforman la base de esta investigación representan gran sistematización de trabajo de campo y enorme acumulación de registros. En ambos casos se identificaron faunas de extraordinaria riqueza, con una gran aportación al conocimiento de la fauna de Papilionoidea de esas áreas

geográficas, consideradas importantes centros de endemismo de la región neotropical mexicana (Llorente, 1983; De la Maza, 1991).

Sobre la sierra de Atoyac de Álvarez (Vargas *et al.*, 1992) se hicieron recolectas sistemáticas desde mayo de 1982 a mayo de 1985, con un total de 144 días de recolectas y observaciones en 12 estaciones, diez de las cuales se recolectaron suficientemente; estas últimas representan un intervalo altitudinal que va desde los 300 a los 2450 msnm. La descripción de las mismas se incluye en el apartado que hace referencia a la sierra dentro del marco geográfico. La mayoría de las veces se llevaron a la par las recolectas mediante el uso de la red aérea y la trampa Van Someren-Rydon (Rydon, 1964). Se obtuvo una lista de 339 especies de mariposas en el trabajo original, que tras revisiones posteriores se redujo a 335.

En cuanto a la sierra de Manantlán (Vargas *et al.*, 1999), el trabajo de campo se desarrolló en un total de 121 días de recolecta sistemática, intensiva y continua, desde abril de 1989 hasta marzo de 1996, también con el uso de la trampa de Van Someren-Rydon y la red aérea, aparte de un registro de observaciones, en seis estaciones que representan un gradiente de elevación entre los 250 y 1750 m; éstas se describen en el apartado correspondiente al marco geográfico. Se obtuvo una lista de 315 especies de Papilionoidea.

Marco geográfico general

Una descripción más precisa del presente marco geográfico puede hallarse en los trabajos originales (Vargas *et al.*, 1992 y Vargas *et al.*, 1999). Las dos sierras en estudio pertenecen al complejo montañoso de la Sierra Madre del Sur: Manantlán en su extremo occidental y Atoyac de Álvarez en la región centro-occidental, en Guerrero. Se describe a la Sierra Madre del Sur como un sistema montañoso de gran complejidad estructural, que se extiende desde las cercanías de Puerto Vallarta hasta el estado de Oaxaca, por la vertiente del Pacífico mexicano

(Vázquez *et al.*, 1995). La altitud de las montañas constituyentes puede representar la existencia de refugios y núcleos de evolución independientes, como podemos suponer a partir del gran número de endemismos existente en muchos taxones, los cuales son de suma importancia para el reconocimiento de la historia evolutiva de Área de Transición Mexicana. Un plano de esta ubicación general se presenta en la fig. 1.

La Sierra de Atoyac de Álvarez

La Sierra de Atoyac de Álvarez pertenece al Sistema Orográfico Meridional del estado de Guerrero, y se ubica entre los 17°15' - 17°45' latitud norte y los 100°10' - 100°20' longitud oeste. Florísticamente se la ubica dentro de la Provincia de las Serranías Meridionales, en la región Mesoamericana de Montaña (Rzedowski, 1988). La mayor elevación es Cerro Teotepec (3550 m snm), siendo la topografía muy accidentada. Se presentan cinco tipos de suelos (cambisol, litosol, feozem, andosol y acrisol). El clima se halla fuertemente determinado por las formas del relieve y la altitud. La precipitación media anual es entre 1000 y 2000 mm, siendo mayor el porcentaje de humedad en la región orientada al Pacífico que en la más continental. Los tipos de clima que se identifican en la sierra son Aw [cálido subhúmedo con lluvias en verano], Aw₂(w) [con mayor grado de humedad], (A)C(m)(w) [semicálido húmedo con lluvias abundantes en verano], Cm [templado húmedo] y Cw [templado subhúmedo]. En el transecto estudiado se encuentran cuatro tipos de vegetación, más o menos mezclados como se definen en la descripción de los puntos de muestreo: bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de encino – bosque de lauráceas y bosque de pino y encino. Además, sobre este perfil existe perturbación por las plantaciones de cafetales que se encuentran en las zonas bajas del transecto. El presente estudio comprende 10 estaciones de muestreo.

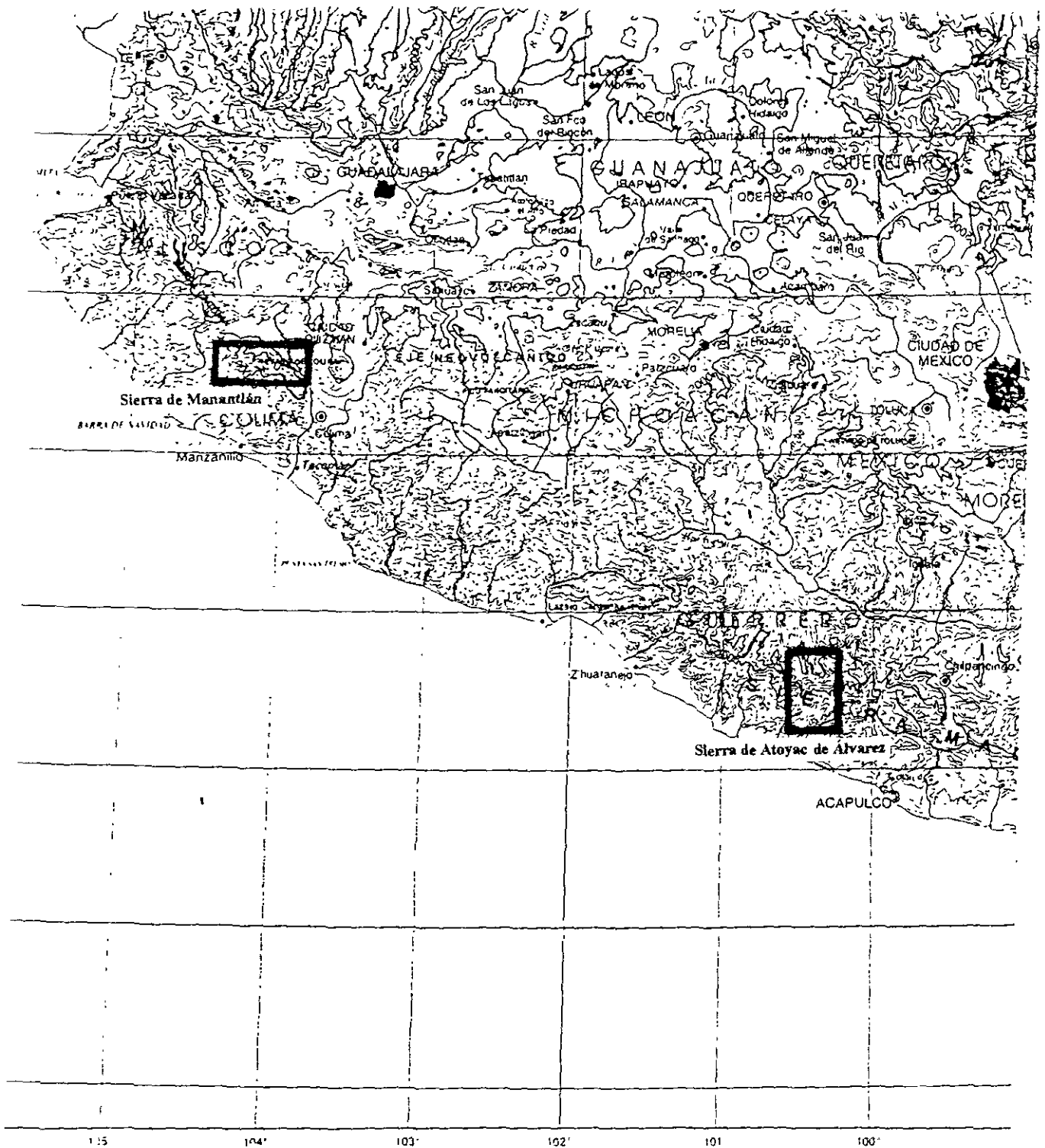


Figura 1. Ubicación geográfica de las dos sierras en estudio (modificado de INEGI, 1982a, escala 1: 4 000 000).

La Sierra de Manantlán

Se encuentra situada entre los 19° 26' - 19° 42' latitud norte y 103° 51' – 104° 27' longitud oeste. Todas las localidades del área de estudio se hallan en torno a la reserva de la Biosfera de Manantlán, en los estados de Colima y Jalisco. Se trata de una región de topografía accidentada, que comprende alturas hasta los 2860 m snm. Los suelos son de tipo regosol (entisol), cambisol (inceptisol) y litosol. Se presentan tres subtipos climáticos: Aw [cálido subhúmedo], A(C)w [semicálido subhúmedo] y (Cw) [templado subhúmedo]. La vertiente orientada al mar es mucho más húmeda. El periodo de lluvias comprende aproximadamente cinco meses, de junio a octubre, con una precipitación anual que va de los lugares más secos a los más húmedos entre 575 y 1700 mm. En el transecto estudiado se identificaron tres tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio y bosque tropical subcaducifolio. Se trata de un área de gran importancia por los elementos endémicos en su flora. En el presente estudio se trabajaron los datos provenientes de seis estaciones de muestreo para esta sierra.

Las estaciones de muestreo

A continuación se presenta una breve descripción de las estaciones de muestreo que se consideraron para ambas sierras (cuya ubicación geográfica se destaca en la fig. 2):

1. Sierra de Atoyac de Álvarez

El esfuerzo por día (ocho horas y media) de recolecta fue habitualmente de dos personas, y 15 trampas en promedio.

Rincón de Las Parotas (LP). (17°13' -100°29'). 300 m snm. Se describe como bosque tropical subcaducifolio con cafetales, siendo una zona muy perturbada,

con restos de BTS y vegetación riparia y cultivos de café y mango. 16 días de recolecta

Río Santiago (RS). (17°15' -100°19'). 680 m snm. Bosque tropical subcaducifolio con cafetales. Zona altamente perturbada, con cultivos de maíz y café, atravesada por el Río Santiago. 39 días de recolecta

Puente de Los Lugardo (PL). (17°20' -100°15'). 800 – 900 m snm. Bosque tropical subcaducifolio con cafetales. Muy perturbado. Muestreo de 12 días.

El Faisanal (EF). (17°27' -100°10'). 1250 m snm. Zona de ecotono entre bosque tropical subcaducifolio y bosque mesófilo de montaña. Existen pequeños cultivos de café. El BMM se halla en cañadas protegidas. 20 días de muestreo.

Nueva Delhi (ND). (17°25' -100°11'). 1350 – 1450 m snm. Bosque mesófilo de montaña perturbado con cafetales. 12 días de muestreo.

Los Retrocesos (LR). (17°25' -100°11'). 1580 – 1650 m snm. Bosque mesófilo de montaña predominante, aunque perturbado con cafetales. Muestreo durante ocho días.

La Golondrina (LG). (17°27' -100°11'). 1800 m snm. Predomina el bosque mesófilo de montaña, en una zona muy húmeda, atravesada por el río Las Delicias, que forma una pequeña cascada. 11 días de recolecta.

El Descanso (ED). (17°27' -100°11'). 2000 m snm. Además del bosque mesófilo de montaña y bosque de encino se presenta un tipo de vegetación denominado bosque de lauráceas, comunidad de árboles altos muy compleja y diversa, en lo que es una zona muy conservada. Cuatro días de recolecta.

El Iris (EI). (17°27' -100°12'). 1950 – 2150 m snm. Bosque de encino – bosque mesófilo de montaña (bosque de lauráceas). Domina el BMM, objeto de una reciente explotación forestal. Siete días de muestreo.

Puerto del Gallo (PG). (17°28' -100°10'). 2450 – 2500 m snm. Domina el bosque mesófilo de montaña, y en menor proporción el bosque de pino y encino en las partes expuestas de las laderas montañosas. Explotación forestal pequeña y cultivos de maíz. Se recolectó durante 12 días.

2. Sierra de Manantlán

El día de trabajo es equivalente a siete horas de muestreo, y diez trampas en promedio.

Agua Dulce (AD). (19°17' -103°55'). 250 m snm. Bosque tropical subcaducifolio, en parte perturbado. Aparte hay una zona cultivada, con un gran establo comunal que funciona como atrayente para muchas especies. Sin pendientes. Esfuerzo de muestra equivalente a 39 personas / día.

Platanarillos (PT). (19°24' -103°57'). 350 m snm. Bosque tropical subcaducifolio. Se recolectó sobre la margen del río Ranchitos, pues los alrededores se hallan muy perturbados. 45 personas / día en esfuerzo de recolecta.

La Calera (LC). (19°41' -104°25'). 650 m snm. Bosque tropical subcaducifolio, que se encuentra en grandes pendientes a lo largo de una cañada, pues en los lugares de menor pendiente ha sido sustituido por cultivos de maíz y frutales. En la época seca se mantienen "ojos" de agua que sirven de refugio a muchas especies. 53 personas / día en esfuerzo de recolecta.

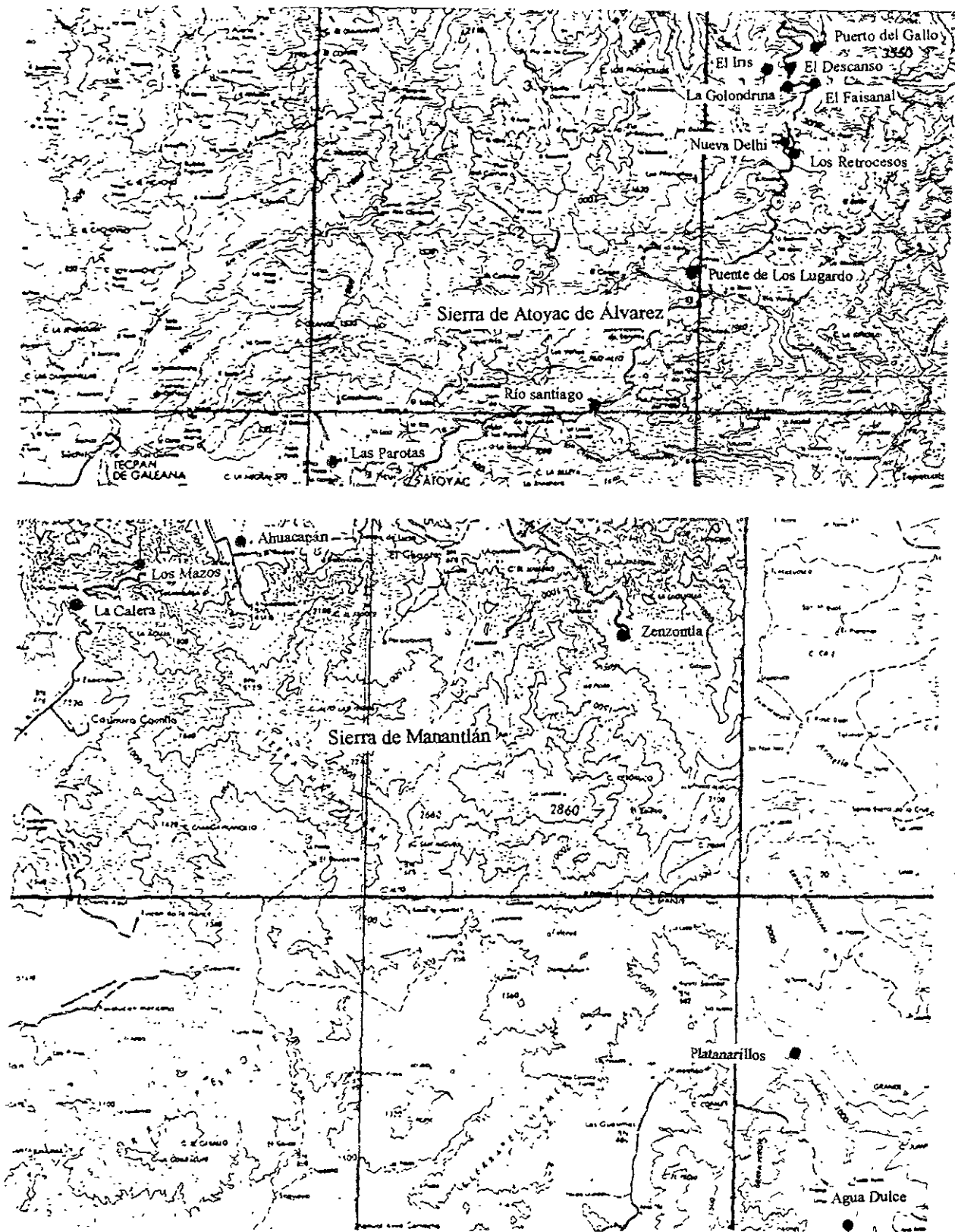


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo en las dos sierras (modificado de INEGI, 1982b,c,d, escala 1: 500 000)

Zenzontla (ZE). (19°39' -104°05'). 800 m snm. Bosque tropical caducifolio. Es la zona más seca del transecto, con la vegetación caducifolia más conservada, sobre todo en las áreas montañosas. Cruzada por un río y la carretera. Esfuerzo de recolecta de 36 personas / día.

Ahuacapán (AH). (19°42' -104°20'). 900 msnm. Bosque tropical caducifolio. Es la zona más perturbada de las seis. Ocasionalmente también se colectó en poblado. Esfuerzo de recolecta de 36 personas / día. .

Los Mazos (LM). (19°41' -104°24'). 1600 a 1750 msnm. Bosque mesófilo de montaña. En la punta de una montaña que divide la región de la costa y la continental. En época seca puede servir de refugio a especies que vienen de altitudes inferiores. Esfuerzo de recolecta de 41 personas / día.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son:

1. Describir los patrones de variación de la diversidad de las faunas (comunidades) de Papilionoidea en los transectos altitudinales y según el tipo de vegetación en las dos sierras en estudio. Asimismo, discernir la importancia de dichos factores en la distribución del taxón y de los distintos subgrupos taxonómicos
2. Efectuar un estudio comparativo de la diversidad del grupo en las dos sierras, a fin de determinar si existe o no una coincidencia en los patrones de distribución de la diversidad, así como la similitud entre las faunas de Papilionoidea de ambas sierras.

Zenzontla (ZE). (19°39' -104°05'). 800 m snm. Bosque tropical caducifolio. Es la zona más seca del transecto, con la vegetación caducifolia más conservada, sobre todo en las áreas montañosas. Cruzada por un río y la carretera. Esfuerzo de recolecta de 36 personas / día.

Ahuacapán (AH). (19°42' -104°20'). 900 msnm. Bosque tropical caducifolio. Es la zona más perturbada de las seis. Ocasionalmente también se colectó en poblado. Esfuerzo de recolecta de 36 personas / día. .

Los Mazos (LM). (19°41' -104°24'). 1600 a 1750 msnm. Bosque mesófilo de montaña. En la punta de una montaña que divide la región de la costa y la continental. En época seca puede servir de refugio a especies que vienen de altitudes inferiores. Esfuerzo de recolecta de 41 personas / día.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son:

1. Describir los patrones de variación de la diversidad de las faunas (comunidades) de Papilionoidea en los transectos altitudinales y según el tipo de vegetación en las dos sierras en estudio. Asimismo, discernir la importancia de dichos factores en la distribución del taxón y de los distintos subgrupos taxonómicos
2. Efectuar un estudio comparativo de la diversidad del grupo en las dos sierras, a fin de determinar si existe o no una coincidencia en los patrones de distribución de la diversidad, así como la similitud entre las faunas de Papilionoidea de ambas sierras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Manejo inicial de datos. A partir de las listas de especies obtenidas para las sierras de Atoyac de Álvarez y de Manantlán (Vargas *et al.*, 1992; Vargas *et al.*, 1999), se obtuvo la matriz de datos original. Ésta resultó de la fusión de los datos de registros de ambos trabajos, y representa las especies identificadas (en la primera columna) en las distintas estaciones de muestreo de ambas sierras (en 16 columnas). La intersección de las mismas filas y columnas presenta el número de registros obtenidos por especie y localidad. Esta primera lista fue proporcionada por el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (MZFC) de la UNAM, México. Estos datos que representan el número de registros sólo fueron utilizados directamente al calcular el índice 1 de Chao para la estimación de la riqueza total en las distintas localidades.

A partir de esta tabulación de datos se generaron las matrices de datos de presencia y ausencia (Apéndices 1 y 2). En primer lugar se obtuvo la correspondiente a todas las estaciones de muestreo, resultante de la sustitución de las frecuencias observadas o la ausencia de símbolo por los valores uno (1) y cero (0) respectivamente. Sobre la misma se indican las unidades taxonómicas supragenéricas (familia y subfamilia) correspondientes, de acuerdo con la clasificación usada en los registros en el MZFC (Llorente *et al.*, en preparación). Esta tabla se muestra en el Apéndice 1.

A fin de poder ampliar el estudio a las distintas unidades de vegetación se identificaron las mismas a partir de los trabajos originales (tal y como se describieron en principio en los mismos), y se sustituyeron las estaciones de muestreo por el tipo de vegetación representado en las mismas. La catalogación de las distintas unidades de vegetación a efectos del trabajo pudiera haberse hecho de otro modo, de no haber tenido en cuenta, por ejemplo, la perturbación por cafetales o haber establecido el grado de dominancia de los distintos

elementos, pero se utilizó la descrita, pues principalmente los análisis en este aspecto son complementarios y aclaratorios a la caracterización de los patrones de variación altitudinal (cuando la altitud y la vegetación no son, al nivel geográfico estudiado, variables independientes). A continuación se realizó la unión de los inventarios correspondientes a un mismo tipo de vegetación en cada una de las sierras estudiadas para obtener la tabla resultante de datos de presencia y ausencia en los distintos tipos de vegetación (Apéndice 2), de modo que se consideró la presencia de un taxón en un tipo de vegetación cuando éste se había registrado en alguna de las estaciones representativas del mismo.

Riqueza específica por localidades. A partir de tales matrices se analizó la distribución que presentan los subgrupos taxonómicos pertenecientes a la fauna de Papilionoidea de las dos áreas, tanto por localidades (estaciones de muestro, asimiladas a la altitud en la que se encuentran) como por los tipos de vegetación descritos, haciendo particular énfasis en la riqueza específica como descriptor de la diversidad en nuestro caso.

Métodos no paramétricos de estimación de la riqueza total. Aunque en el estudio se trabajó con la riqueza observada de especies, también se estimó la riqueza esperada en las distintas estaciones de muestreo, así como en las dos sierras, a fin de observar la representatividad que las distintas muestras tenían sobre el total de especies existente. Para ello se usaron estimadores no paramétricos.

Los valores de la riqueza esperada se obtuvieron a partir de la descripción de índices no paramétricos presentada por Colwell y Coddington (1994), para evaluar la homogeneidad en el nivel de conocimiento de la fauna de las distintas estaciones. Se obtuvo que de dos de ellas (ED y EI) conocíamos una menor proporción de la riqueza total, pese a lo cual se decidió seguir trabajando con las mismas en los análisis posteriores, reconociendo que los resultados presentados allí podían dar ciertas irregularidades, cuya interpretación no debía ser

necesariamente biológica. Los estimadores utilizados, basados en añadir un factor al número observado de especies (S_{obs}) fueron:

$$S_1 \text{ (Chao 1)} = S_{obs} + (a^2 / 2b),$$

donde a es el número de especies representadas por un solo individuo, y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos. Este índice se empleó al calcular el número de especies esperado para cada muestra (localidad) y el total para las sierras, mientras que los siguientes se utilizaron al calcular el número de especies esperado para toda la sierra en conjunto, tanto para Atoyac de Álvarez como para Manantlán.

$$S_2 \text{ (Chao 2)} = S_{obs} + (L^2 + 2M),$$

donde L representa el número de especies que se presenta en una sola muestra (localidad), mientras M es el número de especies presente en exactamente dos muestras.

$$S_3 \text{ (jack1)} = S_{obs} + L[(n - 1) / n],$$

donde n es el número de muestras (estaciones en nuestro caso) y L el número de especies registradas en una sola muestra.

$$S_4 \text{ (jack2)} = S_{obs} + [L(2n-3)/n - M(n-2)^2/n(n-1)],$$

donde L es el número de especies que se encuentran en una sola muestra, M el número de especies que hay en exactamente dos muestras y n el número de muestras.

Correlación de la riqueza de diversos subgrupos. Para las correlaciones entre los diversos subgrupos y distribución de las familias en el eje altitudinal (vegetación)

se usaron las posibilidades de la hoja de cálculo Excel de Office 97 para Windows. En primer lugar, se halló el coeficiente de correlación entre la riqueza de distintas subfamilias y la riqueza observada para el total de Papilionoidea en las distintas estaciones. Se analizó la constancia en el porcentaje representado por las subfamilias que presentaron mejor correlación con respecto a la riqueza observada de Papilionoidea, a fin de advertir si el comportamiento de este parámetro era similar en los distintos subgrupos y si alguna subfamilia de mariposas podía tomarse como un indicador de la riqueza de Papilionoidea en nuestro caso, como ha sido descrito en situaciones particulares (Beccaloni y Gaston, 1995).

Patrones de riqueza en el eje altitudinal en las dos sierras. Se graficó la riqueza observada para Papilionoidea y las distintas familias en el eje altitudinal en las dos sierras para reconocer las coincidencias presentes en un estudio comparativo, en la caracterización de un patrón más general. Las gráficas, atendiendo a este estudio comparativo, se realizaron con la ayuda del paquete informático Statgraphics Plus para Windows versión 2.0 (Statistical graphics corporation, 1994-96).

Índices básicos de diversidad beta. El estudio de la diversidad beta se inició con el cálculo del índice de Whittaker como índice básico (Magurran, 1988), uno de los más consistentes según la literatura. Su descripción es:

$$\beta_w = (S / \alpha) - 1,$$

donde S es el número total de especies en el sistema (diversidad gamma) y α corresponde a la riqueza específica media (por muestra).

Se evaluó el índice para toda la Sierra de Manantlán, y a fin de poder compararlo con la sierra de Atoyac de Álvarez, al ser el índice de Whittaker muy sensible a las diferencias de tamaño entre las faunas, en esta última sierra se

calculó dicho valor para todo el transecto estudiado y para el transecto LP – LG más estrictamente comparable con Manantlán de acuerdo con el intervalo de altitud comprendido.

Similitud faunística entre las dos sierras. Posteriormente se pasó al cálculo de índices de similitud entre los distintos inventarios. Para ello se decidió trabajar con el índice de similitud de Sørensen (1948), uno de los más usados en este tipo de estudios (Magurran, 1988; Pielou, 1975):

$$QS = 2s / (a+b),$$

donde para cada par de inventarios s representa el número de especies compartidas, mientras a y b representan el número de especies registradas en cada uno de los inventarios.

Se calculó la relación lineal, a partir de un análisis de regresión (Zar, 1984) entre el valor del índice de Sørensen para cada par de inventarios y la distancia que los separa en el eje altitudinal en cada una de las dos sierras. Asimismo, en el caso de la sierra de Manantlán, se calculó la relación lineal del valor del índice con la distancia que separa a los distintos inventarios en el plano, calculada a partir de la ubicación de los mismos representada en el estudio original.

A partir de las similitudes encontradas al usar la técnica del ligamiento promedio no ponderado (UPGMA) con el fin de evitar errores relativos a distancias máximas o mínimas (Pielou, 1984), se obtuvieron los dendrogramas de clasificación entre todos los inventarios y entre los tipos de vegetación descritos. Se procedió en etapas, a fin de identificar las anomalías con respecto a la situación esperada; esto es, se trabajó primero con ambas sierras por separado y después en conjunto, tanto para las estaciones de muestreo como para las unidades de vegetación (con el fin de aclarar las irregularidades detectables en el

estudio de las estaciones individuales). Para todo ello se contó con el programa informático Ntsys versión 1.80 (Applied Biostatistics Inc., 1993, 1994).

Aunque el cálculo de similitudes entre los distintos inventarios se desarrolló a partir del índice de Sørensen, también se ensayó la aplicación de otros índices comúnmente usados, cuya descripción, interpretación y resultados se describen en el Apéndice 3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DIVERSIDAD ALFA: RIQUEZA ESPECÍFICA

Riqueza específica por localidades

Para el conjunto de sitios de la sierra de Atoyac de Álvarez (10 estaciones) se identificaron 335 especies de mariposas, distribuidas taxonómicamente como sigue: 20 especies de Papilionidae (6% del total de Papilionoidea), 37 de Pieridae (11%), 151 de Nymphalidae (45%) y 127 de Lycaenidae (38%). Entre las seis estaciones se obtuvo un total de 315 especies registradas para la Sierra de Manantlán, divididas en 24 especies de Papilionidae (7.6% sobre el total de Papilionoidea), 37 de Pieridae (11.7%), 132 de Nymphalidae (41.9%) y 122 de Lycaenidae (38.7%). La representación de los mismos datos (fig.3) permite observar la gran similitud que muestra la composición relativa de Papilionoidea en ambas sierras.

Por otra parte, los cuadros 1 y 2 muestran el total de especies de cada familia registrado en todas las estaciones de muestreo y en los tipos de vegetación descritos, respectivamente.

estudio de las estaciones individuales). Para todo ello se contó con el programa informático Ntsys versión 1.80 (Applied Biostatistics Inc., 1993, 1994).

Aunque el cálculo de similitudes entre los distintos inventarios se desarrolló a partir del índice de Sørensen, también se ensayó la aplicación de otros índices comúnmente usados, cuya descripción, interpretación y resultados se describen en el Apéndice 3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DIVERSIDAD ALFA: RIQUEZA ESPECÍFICA

Riqueza específica por localidades

Para el conjunto de sitios de la sierra de Atoyac de Álvarez (10 estaciones) se identificaron 335 especies de mariposas, distribuidas taxonómicamente como sigue: 20 especies de Papilionidae (6% del total de Papilionoidea), 37 de Pieridae (11%), 151 de Nymphalidae (45%) y 127 de Lycaenidae (38%). Entre las seis estaciones se obtuvo un total de 315 especies registradas para la Sierra de Manantlán, divididas en 24 especies de Papilionidae (7.6% sobre el total de Papilionoidea), 37 de Pieridae (11.7%), 132 de Nymphalidae (41.9%) y 122 de Lycaenidae (38.7%). La representación de los mismos datos (fig.3) permite observar la gran similitud que muestra la composición relativa de Papilionoidea en ambas sierras.

Por otra parte, los cuadros 1 y 2 muestran el total de especies de cada familia registrado en todas las estaciones de muestreo y en los tipos de vegetación descritos, respectivamente.

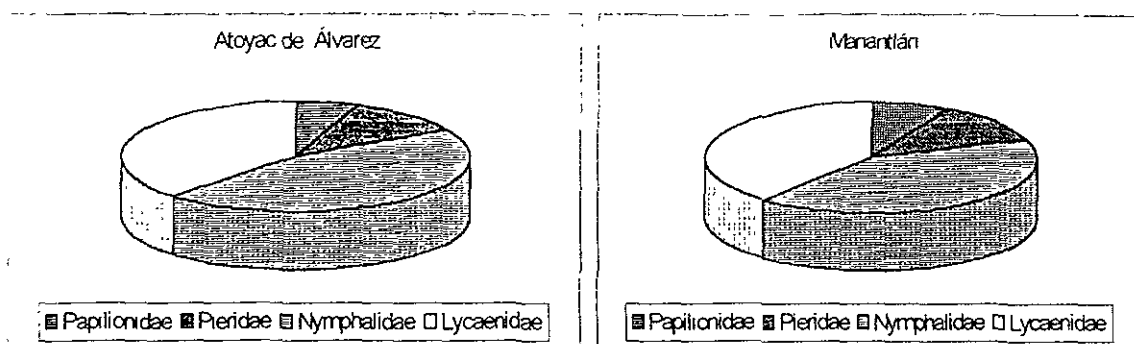


Figura 3. Representación relativa de las distintas familias de Papilionoidea en las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán

Cuadro 1. Total de especies de las distintas familias de Papilionoidea en las estaciones de muestreo de las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán

	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG	AD	PT	LC	ZE	AH	LM
Papilionidae	14	9	8	5	2	2	2	1	1	4	18	15	14	14	16	10
Pieridae	26	27	24	26	23	23	17	11	12	18	25	29	31	21	27	26
Nymphalidae	81	103	92	101	84	70	47	19	24	38	86	91	111	77	86	75
Lycaenidae	65	81	67	29	26	20	8	4	3	13	50	67	84	42	69	32
TOTAL	186	220	191	161	135	115	74	35	40	73	179	202	240	154	198	143

Cuadro 2. Total de especies de las distintas familias de Papilionoidea por unidad de vegetación en las sierras de Atoyac de Álvarez (ATO) y Manantlán (MAN)

	BTSCa	BTSBMM	BMMCa	BMM	BEBMM(BL)	BPEBMM	BTS	BTC	BMM
Sierra	ATO	ATO	ATO	ATO	ATO	ATO	MAN	MAN	MAN
Papilionidae	18	5	3	2	1	4	23	18	10
Pieridae	32	26	26	17	18	18	35	28	26
Nymphalidae	119	101	98	47	30	38	120	97	75
Lycaenidae	115	29	35	8	6	13	102	78	32
TOTAL	284	161	162	74	55	73	280	221	143

La representación del porcentaje representado por las distintas familias en las distintas estaciones de muestreo (todas se encuentran presentes en todos los

sitios) se detalla en la fig. 4, a fin de observar la variación en la riqueza relativa con la altitud.

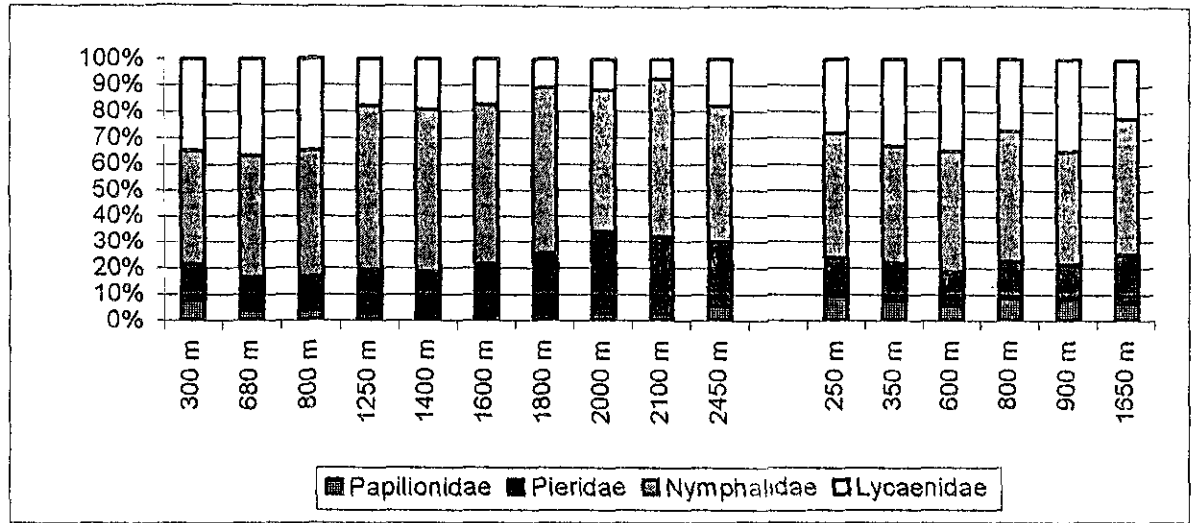


Figura 4. Representación gráfica del porcentaje de las distintas familias de Papilionoidea respecto a la altitud para las sierras de Atoyac de Álvarez (parte izquierda) y Manantlán (parte derecha)

En la representación gráfica podemos observar la presencia de un patrón de abundancias bien definido para las familias de Papilionoidea:

Papilionidae. Representa siempre, tanto en Atoyac de Álvarez como en Manantlán, el porcentaje más bajo de especies del total, siendo algo más abundantes en la sierra de Manantlán, y en una proporción más constante con respecto al total de Papilionoidea.

Pieridae. Se aprecia un incremento de su representatividad en las estaciones más elevadas, aproximadamente hacia los 1500 m de altitud, por disminución de *Lycaenidae*.

Nymphalidae. Se trata de la familia más numerosa en todos los inventarios realizados, siendo dominante a partir de los 800 msnm, coincidiendo con la

disminución de la riqueza de Lycaenidae, donde representan más de la mitad del número total de especies (con la excepción del inventario de Ahuacapán, Manantlán).

Lycaenidae. Se trata del grupo que presenta un patrón de abundancia más definido en el eje altitudinal. Siempre son más diversos a bajas altitudes, hasta los 800 m, tramo altitudinal donde representan siempre el segundo grupo en riqueza de las familias estudiadas. A partir de estas elevaciones decrece mucho su representación, y en la sierra de Atoyac de Álvarez se observa, a partir de aquí, que su riqueza es menor que la de los Pieridae, fenómeno que no detectamos en la sierra de Manantlán y que probablemente se halle influido por características del muestreo.

En la fig. 5 se detalla misma situación para los tipos de vegetación, donde podemos concluir que Lycaenidae se halla ligada de manera preponderante al bosque tropical, disminuyendo mucho su riqueza en el bosque mesófilo de montaña, hasta casi la mitad de la proporción.

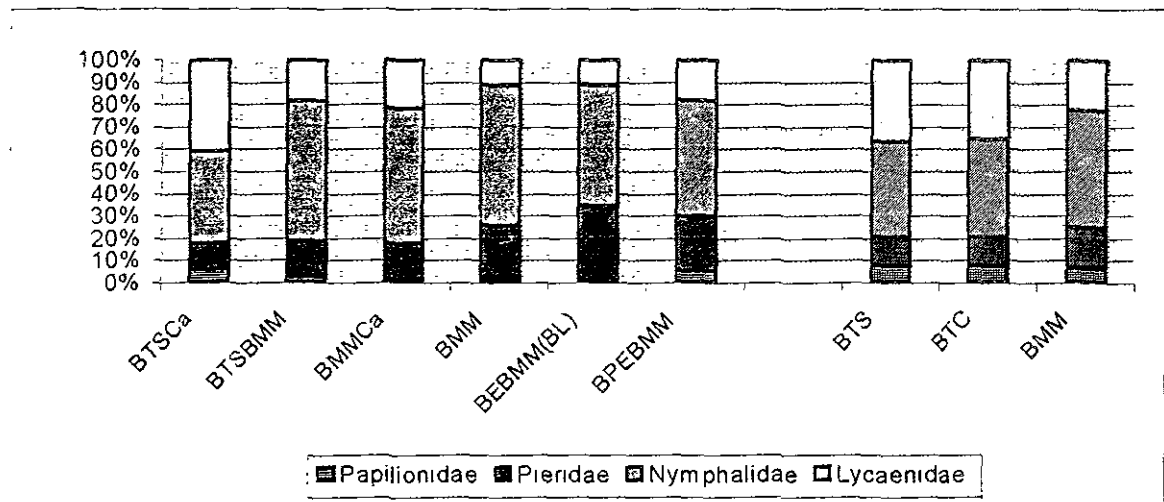


Figura 5. Representación gráfica del porcentaje de las distintas familias de Papilionoidea en las unidades de vegetación descritas para las sierras de Atoyac de Álvarez (parte izquierda) y Manantlán (parte derecha).

Estimación de la riqueza total

Las muestras con las que se contó permiten el estudio de la diversidad de las zonas seleccionadas debido a las siguientes características: En primer lugar, se trata de muestras altamente representativas por el gran número de especies e individuos catalogados (entre las dos sierras se registraron un total superior a treinta y siete mil ejemplares, representantes de cuatrocientas catorce especies de Papilionoidea). Por otra parte, puede advertirse la equivalencia de los métodos para obtenerlas, así como un esfuerzo comparable; también es importante el hecho de que hayan sido realizadas por el mismo grupo de estudio, y que no sean demasiado alejadas en el tiempo.

De todos modos, en varias localidades no se llegó a obtener un porcentaje similar de las especies totales presentes. En la literatura existen distintos métodos para estimar, a partir de una muestra, el número total de especies que esperamos hallar en una localidad determinada, siempre suponiendo ciertas características del muestreo. Dichos métodos se basan principalmente en curvas de acumulación de especies (Clench, 1979; Soberón y Llorente, 1993), extrapolación a partir de la riqueza de un subgrupo (Beccaloni y Gaston, 1995) y métodos no paramétricos (Colwell y Coddington, 1994; Chazdon *et al.*, en prensa); en este estudio se usaron sólo estos últimos.

Aplicación de métodos no paramétricos para la estimación de la riqueza en las dos sierras en estudio

Se tomó como muestra el inventario por localidad, pese al distinto esfuerzo realizado en cada una de ellas, pues el volumen de trabajo de muestreo permite suponer que existe una buena representatividad. Los resultados obtenidos permitirán inferir sobre distintos análisis la existencia de un mayor o menor sesgo en este sentido. Las frecuencias, según el índice, precisan del número de individuos registrados para cada especie. Aunque el número de registros

presentado por cada especie en los trabajos originales (Vargas *et al.*, 1992; Vargas *et al.*, 1999) no permite un trabajo ecológico con base en índices referentes a características comunitarias, como la equitatividad de las especies, se tomaron bajo la suposición que siempre hubo registro cuando las frecuencias de ejemplares para una determinada especie eran muy bajas (hasta tres individuos), pues de hecho sólo se utilizaron los casos en que de una especie se registraron únicamente uno o dos individuos, en el cálculo de S_1 (Chao1) para las estaciones individuales. Este índice (Chao1) permitió estimar el número de especies esperado por cada muestra (localidad) y para el total de las sierras, mientras que los otros solamente fueron aplicados al número esperado para toda la sierra. Los índices que por sus características se utilizaron figuran descritos en el apartado correspondiente de metodología.

En el cálculo de los índices S_2 , S_3 y S_4 se emplearon los siguientes valores:

Atoyac de Álvarez:	$S_{obs} = 335,$	$n = 10,$	$L = 73,$	$M = 55$
Manantlán:	$S_{obs} = 315,$	$n = 6,$	$L = 60,$	$M = 49$

Para el cálculo de S_1 los valores usados fueron:

	ATO	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG	MAN	AD	PT	LC	ZE	AH	LM
a	33	38	34	41	17	41	35	26	21	21	27	35	40	47	48	42	42	32
b	23	26	16	21	21	20	20	7	4	3	7	17	15	17	18	20	20	19
S_{obs}	335	187	220	191	161	135	115	74	35	40	73	315	179	202	240	154	198	143

(ATO = total de la sierra de Atoyac de Álvarez, MAN = total de la sierra de Manantlán)

Con respecto a los resultados de la riqueza esperadas según los distintos índices, en Atoyac de Álvarez, redondeando los resultados al número entero más próximo, según los índices para S_2 habría 383 especies aproximadamente (lo cual implica se habría reconocido el 87.4 % de las especies existentes en la sierra), según S_3 nos encontraríamos con una riqueza de 401 especies aproximadamente

Cuadro 4 Estimación (distintos índices) de la riqueza de Papilionoidea en la sierra de Manantlán

	MAN	AD	PT	LC	ZE	AH	LM
Sobs	315	179	202	240	154	197	143
Clench, Soberón & Llorente (ejemplares/día)*	335	208	224	270	162	215	156
Clench, Soberón & Llorente (personas/día)*	363	221	384	370	264	245	145
Von Bertalanffy (ejemplares/día)*	297	178	188	228	138	188	132
Von Bertalanffy (personas/día)*		177	248	264	178	195	132
Chao1	351	232	267	304	198	242	170
Chao2	351						
Jack1	365						
Jack2	398						

* Vargas et al., 1999

Al comparar estos resultados con los presentados en los trabajos originales para el caso de Atoyac hay grandes diferencias de muestreo entre unas estaciones y otras. Así, El Descanso –principalmente- y El Iris se hallan más pobremente representadas, lo cual se debe observar en comparaciones posteriores, aunque también, de acuerdo a la riqueza esperada, se trataría de las estaciones con comunidades de mariposas más pobres. En el trabajo original se prevé una representación aproximada del 90% de las especies de cada lugar, a partir de las curvas de acumulación de esfuerzo realizadas durante el mismo. En general, los valores obtenidos son ligeramente menores, aunque ello se debe al funcionamiento de cada índice.

En el caso de Manantlán es posible comparar las nuevas estimaciones con los valores obtenidos previamente, a partir de curvas de acumulación de especies (Clench), que dieron resultados alrededor de las 340 especies para el total de la sierra. Las estimaciones con base en la aplicación de modelos no paramétricos dan resultados algo mayores. Por regla general, también produjeron valores superiores con respecto a las estaciones individuales, aunque no fue así en todos

los casos. La coherencia de los resultados con un mismo patrón y dentro de valores lógicos hace difícil concluir qué estimaciones son más correctas, y con frecuencia las más fáciles de aplicar, siempre que se hallen bien fundamentadas, pueden dar valores razonables.

Se observa, en todo caso, una desigual representación sobre el total de las especies en las distintas estaciones de muestreo, y ello debe tenerse en cuenta en los análisis posteriores, para la definición de los patrones descubiertos.

La aplicabilidad correcta de los índices requiere una definición más precisa de la muestra (homogeneización), y quizás de una catalogación más estricta de los intervalos de abundancia de las especies, que hemos considerado sólo hasta la obtención de tres individuos.

Similitud taxonómica

En los cuadros 5 y 6 se presenta la diversificación taxonómica de las comunidades identificadas en las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, respectivamente, a fin de observar las diferencias entre las mismas. Se dividió cada familia en las respectivas subfamilias, con base en la clasificación empleada actualmente por el MZFC (Llorente *et al.*, en preparación), y para cada una de éstas se indican los números de géneros (fuera de paréntesis) y especies (entre paréntesis) identificados.

Se advierte gran similitud en la composición del grupo para las dos sierras estudiadas. A nivel de subfamilias, la única diferencia es la ausencia en Atoyac de Álvarez de Baroniinae, cuyo único representante es el endemismo mexicano *Baronia brevicornis*.

Las subfamilias que presentan una mayor riqueza específica son, dentro de los Nymphalidae, Limenitinae, Nymphalinae y Satyrinae, siendo estos últimos los

menos sensibles al factor altitudinal (respecto al patrón de disminución de especies con el incremento de altitud). Entre los Lycaenidae, Riodininae y Theclinae son los más abundantes, siendo los primeros mucho más sensibles al factor de elevación, y a elevadas altitudes decrece mucho el número de especies. Entre los Pieridae, en Atoyac de Álvarez Dismorphinae son los que presentan una disminución más notable del número de especies en elevaciones superiores, aunque nunca son muy diversos.

Con respecto a la razón de especies entre géneros (índice S/G) se observa una disminución con la altitud en la mayoría de los grupos, más fácilmente detectable en las subfamilias más numerosas de licénidos.

Cuadro 5. Diversificación en categorías inferiores (subfamilias, géneros y especies) de las distintas familias de Papilionoidea en la sierra de Atoyac de Álvarez

FAMILIA	SUBFAMILIA	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG
Papilionidae	Papilioninae	7(14)	8(9)	7(8)	3(5)	2(2)	2(2)	2(2)	1(1)	1(1)	4(4)
Pieridae	Dismorphiinae	2(2)	2(2)	3(3)	3(3)	3(3)	3(4)	3(4)		1(1)	
	Coliadinae	9(18)	8(19)	5(14)	7(17)	6(13)	7(15)	5(9)	5(9)	5(9)	7(15)
	Pierinae	7(7)	6(6)	7(7)	6(6)	6(7)	4(4)	4(4)	2(2)	1(2)	3(3)
Nymphalidae	Heliconiinae	6(7)	5(7)	5(7)	7(11)	7(10)	4(6)	3(3)	2(3)	3(3)	5(6)
	Nymphalinae	8(15)	11(22)	11(20)	11(26)	10(19)	9(16)	8(15)	4(7)	2(4)	8(12)
	Limenitinae	16(31)	16(34)	16(29)	16(28)	14(24)	11(20)	7(10)	3(3)	2(3)	4(7)
	Charaxinae	6(7)	7(11)	7(12)	7(11)	3(5)	4(6)				1(1)
	Apaturinae	1(1)			1(1)						
	Morphinae	2(2)	2(2)	2(2)	2(2)	2(2)	1(1)				
	Brassolinae	2(3)	2(4)	2(3)	2(3)	1(1)	1(1)				
	Satyrinae	6(7)	6(11)	5(10)	6(11)	8(13)	8(13)	7(13)	4(4)	7(12)	5(8)
	Danainae	2(4)	2(4)	2(3)		1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)
	Ithomiinae	4(4)	6(7)	6(6)	6(7)	7(9)	5(6)	5(5)	1(1)	1(1)	3(3)
	Libytheinae		1(1)		1(1)						
Lycaenidae	Riodininae	16(23)	17(26)	13(21)	10(14)	6(9)	6(8)	1(2)	1(1)		1(1)
	Polyommatainae	5(6)	5(7)	4(5)	4(4)	4(4)	4(5)	2(2)			3(3)
	Theclinae	25(36)	32(48)	27(41)	10(11)	11(13)	6(7)	4(4)	2(3)	3(3)	9(9)

Cuadro 6. Diversificación en categorías inferiores (subfamilias, géneros y especies) de las distintas familias de Papilionoidea en la sierra de Manantlán

FAMILIA	SUBFAMILIA	AD	PT	LC	ZE	AH	LM	
Papilionidae	Baroniinae				1(1)	1(1)		
	Papilioninae	8(18)	7(15)	8(14)	7(13)	8(15)	7(10)	
Pieridae	Dismorphiinae		2(2)	3(3)	1(1)	1(1)	2(2)	
	Coliadinae	8(18)	15(21)	8(18)	7(17)	7(18)	6(14)	
	Pierinae	7(7)	5(6)	9(10)	3(3)	8(8)	8(10)	
Nymphalidae	Heliconiinae	4(5)	5(6)	5(7)	4(4)	5(6)	4(6)	
	Nymphalinae	9(19)	12(24)	12(27)	12(24)	13(26)	12(22)	
	Limenitinae	16(28)	16(26)	16(33)	14(26)	13(25)	9(14)	
	Charaxinae	8(18)	8(11)	9(13)	5(5)	6(10)	6(8)	
	Apaturinae	1(1)	1(1)	2(2)	2(2)	2(2)	2(2)	
	Morphinae	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	
	Brassoliniinae	1(1)	1(1)	1(2)	1(1)	1(1)	1(1)	
	Satyrinae	8(14)	7(14)	9(18)	7(9)	7(9)	7(14)	
	Danainae	2(3)	2(3)	2(3)	1(3)	2(4)	3(3)	
	Ithomiinae	2(2)	4(4)	4(4)	1(1)	1(1)	4(4)	
	Libytheinae	1(1)		1(1)	1(1)	1(1)		
	Lycaenidae	Riodininae	12(25)	14(26)	16(30)	9(16)	12(26)	5(8)
		Poliommatinae	4(6)	6(8)	6(7)	5(7)	5(7)	4(6)
		Theclinae	15(19)	22(33)	27(47)	12(19)	21(36)	10(18)

Correlación entre la riqueza de diversos subgrupos

Con base en los cuadros anteriores, se analizó la relación numérica entre la representación de distintas subfamilias susceptibles de ser un buen indicador de la diversidad de Papilionoidea y el grupo en total, a fin de ver si el comportamiento de la riqueza específica de la entidad taxonómica inferior es representativo del comportamiento en conjunto de la entidad de grado jerárquico superior. Ello nos permite visualizar el comportamiento diferencial de los distintos subgrupos con respecto a sus patrones de diversidad en altitud, así como la posibilidad de

establecer algún subgrupo cuyo comportamiento sea indicador del comportamiento de Papilionoidea en conjunto.

Se correlacionó la riqueza de las subfamilias (con presencia en todos los inventarios, y representando por lo general a más del 3% del total de Papilionoidea) con la del total de mariposas, tanto en Manantlán como en Atoyac de Álvarez. Estas subfamilias fueron: Papilioninae (*pap*), Coliadinae (*col*), Pierinae (*pie*), Nymphalinae (*nym*), Limenitinae (*lim*), Charaxinae (*cha*), Satyrinae (*sat*), Riodininae (*rio*) y Theclinae (*the*), aparte de las subfamilias menos representadas numéricamente Heliconiinae (*hel*) e Ithomiinae (*ith*), fáciles de identificar en campo y que podrían resultar buenos indicadores en estudios con pocas posibilidades logísticas en caso de mostrar buenas correlaciones. Los resultados (coeficientes de correlación, *r*) fueron:

	<i>pap</i>	<i>col</i>	<i>pie</i>	<i>nym</i>	<i>lim</i>	<i>cha</i>	<i>sat</i>	<i>rio</i>	<i>the</i>	<i>hel</i>	<i>ith</i>
Atoyac	0.817	0.840	0.900	0.815	0.983	0.856	0.147	0.970	0.888	0.732	0.697
Manantlán	0.438	0.634	0.334	0.605	0.786	0.469	0.517	0.909	0.943	0.685	0.278

Se puede establecer que los grupos que presentan un comportamiento más "típico", observado como patrón general de Papilionoidea en el eje altitudinal, son las subfamilias Limenitinae, Riodininae y Theclinae, mientras que otros grupos como Satyrinae, pese a estar bien representados numéricamente, no presenta buena correlación con el conjunto. No se hallaron correlaciones negativas, que implicarían un comportamiento opuesto al observado en el grupo. También podemos inferir que, por lo general, son los grupos más representados los que más contribuyen a la constitución del patrón del grupo general y los que, en este caso, más coinciden con el mismo.

Beccaloni y Gaston (1995) habían discutido la buena representatividad que sobre la diversidad del conjunto de las mariposas, con datos de presencia y ausencia de especies, tienen los Ithomiinae en situaciones particulares (bosque

tropical en Centro y Sudamérica). Observamos que ello no es generalizable en otras condiciones, como las unidades tratadas por nosotros. Sería interesante tratar de corroborar los resultados obtenidos con estos datos en otras situaciones, como otras áreas montañosas de la vertiente del Pacífico mexicano, para constatar si los patrones se siguen de modo más general. Debe tenerse en cuenta que el área sur del Pacífico mexicano constituye el margen de distribución de las comunidades de afinidad neotropical; en la Sierra Madre del Sur se encuentra el límite de distribución de varias especies de Ithomiinae. Además, el Istmo de Tehuantepec y la cuenca del Balsas son barreras potentes que funcionan como áreas de sustracción (Llorente, 1983).

Con el fin de examinar posibles grupos indicadores, desglosamos en todos los inventarios el número total de especies de Papilionoidea y de las tres subfamilias susceptibles de ser mejores indicadores de su diversidad (Limenitinae –lim-, Theclinae –the-, Riodininae –rio-), el porcentaje (%) que representan de la riqueza total, así como la desviación estándar (Dst) y promedio (Pro) de este porcentaje en cada sierra. Cabe destacar que en todo momento se encontró hallando una correlación generalizable para las zonas estudiadas, no para un tipo de vegetación o piso altitudinal determinado, donde podría ser más clara (Beccaloni y Gaston, 1995). Los datos se hallan representados en el cuadro 7.

Se puede afirmar que no existe una subfamilia que siempre represente un porcentaje determinado del total de especies de mariposas y, por ello, no se pueden utilizar como indicador fiable, aunque es interesante destacar que, en el caso de Atoyac de Álvarez, Limenitinae presentan un porcentaje muy parecido en los inventarios de altitudes menores, hasta Los Retrocesos o La Golondrina, es decir, hasta coincidir con las unidades representativas del bosque de encinos y pinos, hábitats donde probablemente dicha subfamilia no es frecuente, lo cual nos indicaría una homogeneidad en los datos procedentes del muestreo. En Manantlán la frecuencia relativa de esta subfamilia disminuye en el bosque mesófilo de montaña. De ello se puede inferir que, hasta los 1600 a 1800 m su

presencia relativa es bastante constante respecto del total de Papilionoidea, representando entre un 13 y un 18% de las especies del grupo, al menos para las zonas estudiadas y, probablemente, extrapolable a zonas similares.

Cuadro 7. Porcentaje de distintas subfamilias representativas con respecto al total de especies de Papilionoidea observado en las estaciones de muestreo de las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán

	Especies	lim	%lim	the	%the	rio	%rio
Atoyac							
LP	187	31	16.57	36	19.25	23	12.29
RS	220	34	15.45	48	21.81	26	11.81
PL	191	29	15.18	41	21.46	21	10.99
EF	161	28	17.39	11	6.83	14	8.69
ND	135	24	17.77	13	9.62	9	6.66
LR	113	20	17.69	7	6.19	8	7.07
LG	74	10	13.51	4	5.40	2	2.70
ED	35	3	8.57	3	8.57	1	2.85
EI	40	3	7.5	3	7.5	0	0
PG	73	7	9.58	9	12.32	1	1.36
Pro			13.92		11.89		6.41
Dst			3.957		6.498		4.515
Manantlán							
AD	179	28	15.64	19	10.61	25	13.96
PT	202	26	12.87	33	16.33	26	12.87
LC	240	33	13.75	47	19.58	30	12.5
ZE	154	26	16.88	19	12.33	16	10.38
AH	198	25	12.62	36	18.18	26	13.13
LM	143	14	9.79	18	12.58	8	5.59
Pro			13.59		14.93		11.40
Dst			2.48		3.60		3.08

Con respecto a las otras subfamilias analizadas, la constancia en cuanto al porcentaje relativo todavía es menor. De ello se deduce que no son buenos indicadores de la diversidad total del grupo. No se estudió el caso con respecto al

total de especies esperadas, pues ello tendría sentido en algún grupo del cual estuvieran representadas todas las especies presentes en las localidades estudiadas (por alguna característica que favoreciera su captura, como la vistosidad, abundancia u otras).

Estudio comparativo de los patrones altitudinales de diversidad en las dos sierras

Patrones generales para Papilionoidea

La figura 6 es resultado de la sustitución de las estaciones de muestreo por la altitud en la que se encuentran representa la riqueza observada en las distintas estaciones de muestreo en Atoyac de Álvarez y en Manantlán.

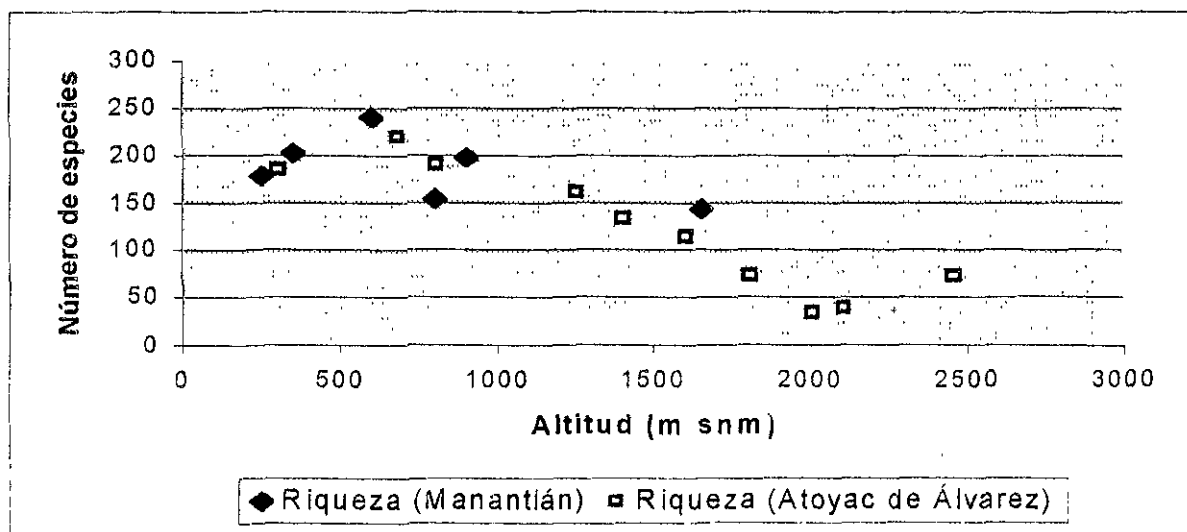


Figura 6. Patrones altitudinales de riqueza de Papilionoidea en las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán

La presente gráfica permite visualizar cómo los patrones de variación en el eje altitudinal son muy similares, hasta el punto que podría bien tratarse de datos procedentes de una misma región. El único punto discrepante con el patrón es el

correspondiente al inventario de Zenzontla (Manantlán, 800 m), y ello puede deberse a que se trata de la zona en su sierra donde se realizó un muestreo menos intenso; deberíamos hallar un mayor número de especies, con algo más de esfuerzo de recolección, y entonces observar si se sigue el mismo patrón de variación. No obstante, los distintos índices para la estimación de la riqueza total aplicables a la localidad también parecen indicar que es una zona menos rica en especies, y ello pudiera deberse a otras características propias del lugar (por ejemplo, podría influir el hecho de ser la estación más seca de las estudiadas en la sierra de Manantlán). Quizás, en menor medida, también podría observarse en el inventario de Los Mazos (Manantlán, sobre los 1700 m) un cierto desajuste con los inventarios procedentes de altitudes similares en la Sierra de Atoyac de Álvarez, por presentar un número de especies algo mayor que éstos, pero ello también sería atribuible, con gran probabilidad, a diferencias en la intensidad de muestreo, menor en las estaciones de la sierra de Atoyac de Álvarez para dichas elevaciones o a la no continuidad del transecto altitudinal tanto por arriba como por debajo de esta altitud.

En los trabajos originales (Vargas *et al.*, 1992; Vargas *et al.*, 1999) se discute la posibilidad de que las localidades de menor altitud debieran corresponder con un mayor número de especies, pero el hecho de que en las dos sierras se presenten patrones parecidos, donde la mayor riqueza se corresponda con localidades de altitud superior, y en ambos casos sobre los 800 m, nos hace suponer que éste pudiera ser el patrón regularmente seguido, algo más complejo que el regularmente descrito de disminución de la riqueza al aumentar la altitud. Ello pudiera deberse a la existencia en estas altitudes (500 – 1000 msnm) de una mayor diversidad de condiciones microclimáticas, de vegetación o, incluso, a la menor influencia antrópica en las mismas respecto de las zonas más bajas, donde ésta suele ser más intensa.

Estas observaciones se hallan de acuerdo con otras situaciones en el Neotrópico (Janzen, 1973; Janzen *et al.*, 1976) donde se afirma que las estaciones

de altitud media (1600 m en Venezuela) son lugares más productivos y, con ello, más ricos en especies que los sitios bajos. Para la superfamilia Papilionoidea en general este patrón ha sido descrito en la sierra de Juárez, como una mayor riqueza específica en las estaciones que se encuentran entre los 600 y 1000 m de altitud (Luis, 1991), mientras que para subfamilias particulares, como los dismorfinos (Llorente, 1983) o los itominos (Haber, 1978) se observa un patrón similar; es posible que el presente patrón sea generalizable a las zonas tropicales de montaña del continente americano. La diferencia en el intervalo de altitudes correspondiente a la máxima diversidad que observamos entre los estudios de Venezuela y los referidos a zonas montañas del territorio mexicano refleja un desplazamiento hacia elevaciones superiores del intervalo altitudinal correspondiente a la zona de mayor diversidad al disminuir la latitud. No obstante la altitud con mayor riqueza de especies corresponde a alturas intermedias en todos los casos descritos.

A fin de poder establecer conclusiones más generales, sería necesario realizar comparaciones a un nivel de escala espacial mayor, como podría ser el caso del Pacífico mexicano. Tampoco hay que descartar la posibilidad que en ciertos casos el patrón general se halle enmascarado (o acentuado) por situaciones particulares, v.gr. modificación del hábitat por causas antrópicas, presencia de condiciones poco propicias para el establecimiento de la mayoría de representantes del grupo, entre otras posibilidades).

Patrones para las distintas familias de Papilionoidea

El grupo más diverso es siempre el de los ninfálidos. Por regla general, les siguen en rango los licénidos, los piéridos, y por último siempre los papiliónidos. Los licénidos son el grupo cuya representatividad se muestra más afectada por el factor altitudinal, y ello es particularmente visible en las estaciones situadas a más

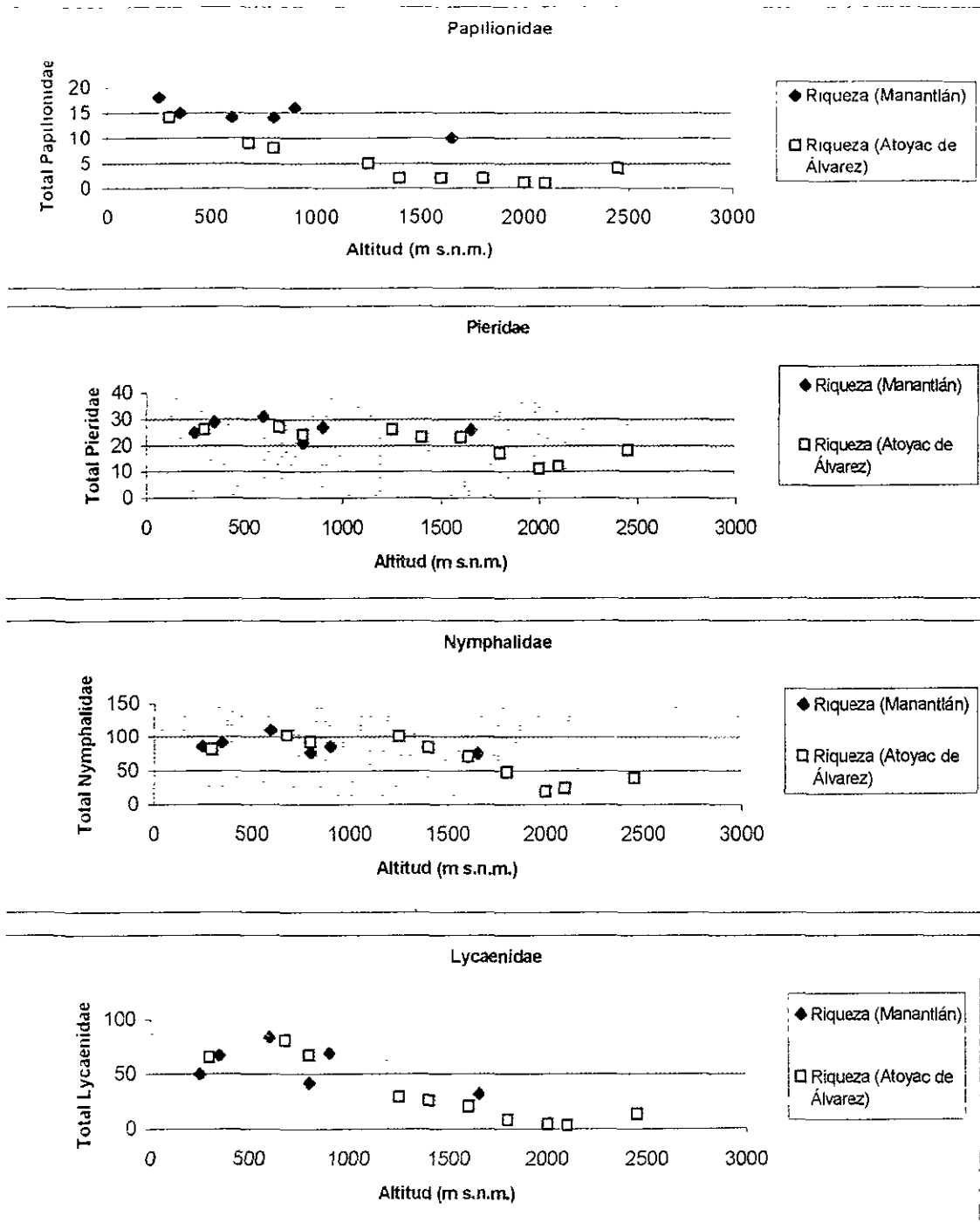


Figura 7 Patrones de variación altitudinal de la riqueza para las distintas familias de Papilionoidea en las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán

de 1000 m de altitud. En Atoyac de Álvarez observamos cómo a partir de los 1400 m el número decrece incluso hasta el punto de que la abundancia específica de los piéridos es superior por encima de esa elevación, situación que no se observa en el único inventario procedente de Manantlán que se halla en esa situación altitudinal (Los Mazos).

Tampoco se observan diferencias sobre la composición de Papilionoidea en las dos sierras, en cuanto a la división en familias del grupo; en todos los casos los porcentajes son parecidos con respecto al total. Asimismo, el número de especies identificado en cada una de ellas es muy similar (335 especies para Atoyac de Álvarez, donde se trabajaron cuatro estaciones más y, como se observa más adelante, otro piso altitudinal, y 315 especies en la sierra de Manantlán). A partir de las gráficas de la fig. 7 y los números de especies identificados se pueden establecer las observaciones siguientes: el número de especies (total de Papilionoidea) es similar para las dos sierras estudiadas, y representa dos faunas de extraordinaria riqueza.

En cuanto a las distintas familias taxonómicas: 1) la riqueza de piéridos y ninfálidos sigue un comportamiento prácticamente idéntico en el eje altitudinal en las dos sierras; 2) los papiliónidos son más abundantes en Manantlán; 3) el patrón de disminución de la diversidad con la altitud es más marcado en licénidos, a partir de los 1000 a 1500 m, y ello es más fácilmente reconocible en la sierra de Atoyac de Álvarez.

DIVERSIDAD BETA: RECAMBIO ESPACIAL

Mediante el estudio de la diversidad β se obtiene una medida del recambio espacial de las especies y la posibilidad de agrupar los distintos inventarios según la similitud entre los mismos (basada en las especies compartidas). En conjunto,

entre ambas sierras se catalogaron 414 especies (236 comunes a ambas cadenas montañosas).

Índices básicos de diversidad beta en ambas sierras

Se calculó el valor del índice de Whittaker a dos niveles, puesto que el índice es muy sensible a las diferencias de tamaño entre las faunas. Comparamos, por una parte, todos los inventarios de Manantlán contra todos los de Atoyac de Álvarez, y por otra tan sólo el intervalo de altitudes estrictamente comparable (es decir, desde LP a LG en los inventarios de Atoyac de Álvarez, de 300 a 1800 m). Los resultados de diversidad beta fueron los siguientes:

Atoyac de Álvarez

1. Para todo el transecto altitudinal (LP – PG)

$$\beta_w = (S / \alpha) - 1 = (335 / 123.1) - 1 = 2.72 - 1 = \mathbf{1.72}$$

En este cálculo, las cifras 335 y 123.1 corresponden al total de especies y al número promedio de especies por inventario, respectivamente.

2. Para el transecto LP – LG (correspondiente aproximadamente al intervalo de elevaciones que tenemos en Manantlán, entre 300 y 1800 m)

$$\beta_w = (S / \alpha) - 1 = (330 / 154.71) - 1 = 2.13 - 1 = \mathbf{1.13}$$

En este caso se tuvieron 330 especies (tan sólo cinco especies se identificaron exclusivamente en las altitudes superiores a 1800 m) y la riqueza media por inventario fue de 154.71 especies (sobre las siete estaciones).

Manantlán

$$\beta_w = (S / \alpha) - 1 = (315 / 120.83) - 1 = 2.61 - 1 = 1.61$$

De nuevo, 315 especies corresponden al número total, mientras que la riqueza media por inventario fue de 120.83 especies.

Estos resultados muestran que existe mayor diversidad beta para toda la sierra de Atoyac de Álvarez que para Manantlán, lo cual es lógico al corresponder este valor a un transecto más largo, donde la influencia de los últimos inventarios se da mayormente por presentar un número considerablemente menor de especies que por la aportación de nuevos elementos que el índice no mide. Pero si la comparación se ciñe al intervalo de altitudes estrictamente comparable, la diversidad beta es mayor en Manantlán. En este aspecto, se debe destacar la sensibilidad del índice a la diferencia de tamaño entre las muestras y que su aplicabilidad estricta precisaría homogeneizar las características de las mismas.

Similitud faunística

El cálculo de la similitud faunística entre las distintas estaciones (o tipos de vegetación) y la posterior agrupación de éstas con base en la misma, permiten identificar la importancia relativa de los factores de pertenencia a una unidad geográfica (sierra) determinada y el factor altitudinal (o tipo de vegetación) en la composición de las faunas estudiadas. Ello podría hasta cierto punto reconocerse, respectivamente, como la predominancia de factores históricos o ecológicos como determinantes en la distribución de los organismos, dentro de nuestro nivel de estudio (Sierra Madre del Sur), tema central de la evolución del pensamiento biogeográfico (Hengeveld, 1990; Espinosa y Llorente, 1993).

Atoyac de Álvarez

Cuadro 8. Valores del índice de Sørensen y número de especies compartidas por cada par de estaciones en la sierra de Atoyac de Álvarez

	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG
LP	X	148	123	104	79	62	34	16	17	36
RS	0.727	X	158	125	93	77	35	21	17	41
PL	0.651	0.768	X	121	96	77	39	21	19	38
EF	0.598	0.656	0.687	X	111	91	54	29	26	52
ND	0.491	0.524	0.539	0.750	X	88	55	29	29	45
LR	0.411	0.460	0.503	0.659	0.704	X	55	27	27	46
LG	0.261	0.238	0.294	0.460	0.526	0.582	X	24	30	39
ED	0.144	0.165	0.185	0.296	0.341	0.360	0.440	X	20	22
EI	0.150	0.131	0.165	0.259	0.331	0.348	0.526	0.533	X	28
PG	0.277	0.280	0.288	0.444	0.433	0.489	0.531	0.407	0.496	X

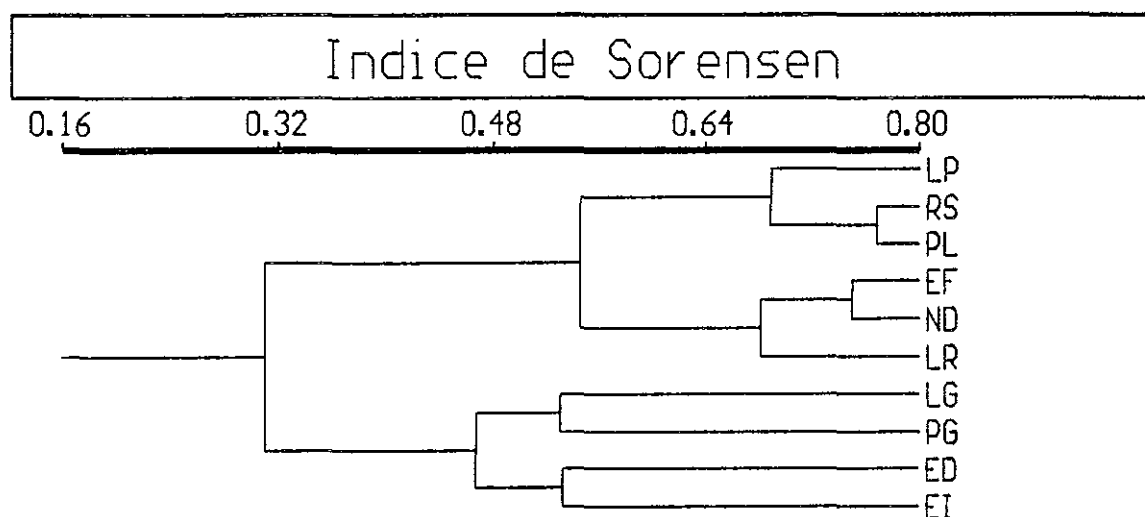


Figura 8. Dendrograma de clasificación para las distintas estaciones de muestreo en la sierra de Atoyac de Álvarez

Las agrupaciones marcadas en el dendrograma de clasificación (fig. 8) se hallan bien definidas y dentro de un patrón coherente. Se observa un primer nivel de división (a una similitud del 45%, aproximadamente) en dos grupos de estaciones claramente diferenciadas; uno de estos grupos comprende a las cuatro estaciones de mayores altitudes (LG – PG), que muestran muy baja similitud entre ellos, y el resto, donde se forman dos subgrupos diferenciados (con un grado de similitud del 70% aproximado en cada agrupación), que comprenden cada uno de ellos tres estaciones, también relacionadas altitudinalmente, pues en un grupo se presentan los tres inventarios relacionados con las elevaciones bajas (LP – PL) y en otro los intermedios (EF – LR). El grado de similitud entre los inventarios es mucho mayor en los grupos que corresponden a las altitudes bajas e intermedias que entre los inventarios de mayor altitud, lo cual puede deberse al tamaño de las faunas; posiblemente la mayor relación entre LG y PG, por una parte, y entre ED y EI, por otra, responde al grado de conocimiento distinto que se tiene de las comunidades respectivas.

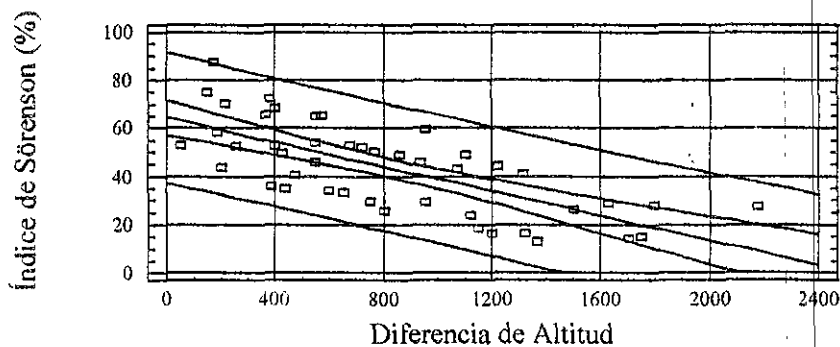


Figura 9. Relación entre los valores del índice de Sørensen y la diferencia de altitud entre pares de estaciones en la sierra de Atoyac de Álvarez

La fig. 9 representa la relación lineal entre los valores del índice y la distancia altitudinal que separa cada par de estaciones. Se obtuvo un coeficiente de determinación de 0.509, que implica la existencia de una relación lineal con

significación moderadamente fuerte (probabilidad del 99%, 45 g.l.). La recta de regresión que se obtuvo fue:

$$(\text{Índice de Sørensen, \%}) = 64.352 - 0.0254 * (\text{Diferencia de altitud, m})$$

En cuanto a los resultados de las agrupaciones conforme a los tipos de vegetación descritos, los resultados se presentan en el cuadro 9 y la fig. 10.

Cuadro 9. Valores del índice de Sørensen y número de especies compartidas entre los distintos tipos de vegetación en la sierra de Atoyac de Álvarez

	BTSCa	BTSBMM	BMMCa	BMM	BEBMM	BPEBMM
BTSCa	X	141	130	45	36	50
BTSBMM	0.634	X	123	54	39	52
BMMCa	0.583	0.762	X	63	45	53
BMM	0.251	0.460	0.534	X	37	39
BEBMM	0.212	0.361	0.415	0.574	X	51
BPEBMM	0.280	0.444	0.451	0.531	0.531	X

(BTSCa = Bosque tropical subcaducifolio-cafetales; BTSBMM = Bosque tropical subcaducifolio-bosque mesófilo de montaña; BMMCa = Bosque mesófilo de montaña-cafetales; BMM = Bosque mesófilo de montaña; BEBMM = Bosque de encino-bosque mesófilo de montaña; BPEBMM = Bosque de pino y encino-bosque mesófilo de montaña)

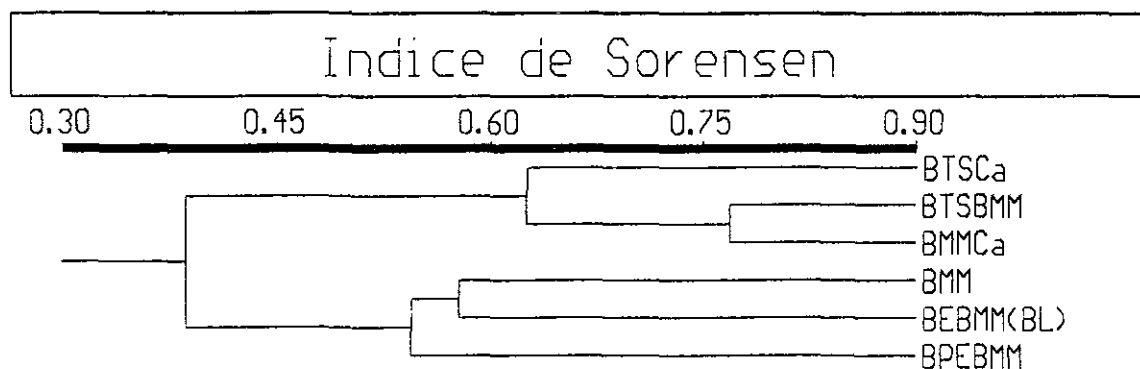


Figura 10. Dendrograma de clasificación para los distintos tipos de vegetación en la sierra de Atoyac de Álvarez

Los resultados coinciden de manera general con la clasificación según altitudes, pero observamos cómo la vegetación no parece ser tan determinante, quizás por los criterios de presencia y ausencia, que contabilizan los registros ocasionales provenientes de zonas cercanas con otro tipo de vegetación. También debe considerarse que los tipos de vegetación se imbrican en otras altitudes, formando mosaicos complejos sin tener límites precisos, sino intervalos de intergradación, así como el estado de conservación – degradación de cada tipo de vegetación.

Manantlán

Cuadro 10. Valores del índice de Sørensen (triángulo inferior) y número de especies compartidas (triángulo superior) para cada par de estaciones de la sierra de Manantlán

	AD	PT	LC	ZE	AH	LM
AD	X	149	156	119	139	82
PT	0.782	X	176	123	156	99
LC	0.744	0.796	X	131	166	114
ZE	0.715	0.691	0.664	X	130	77
AH	0.737	0.780	0.758	0.739	X	102
LM	0.509	0.574	0.595	0.519	0.599	X

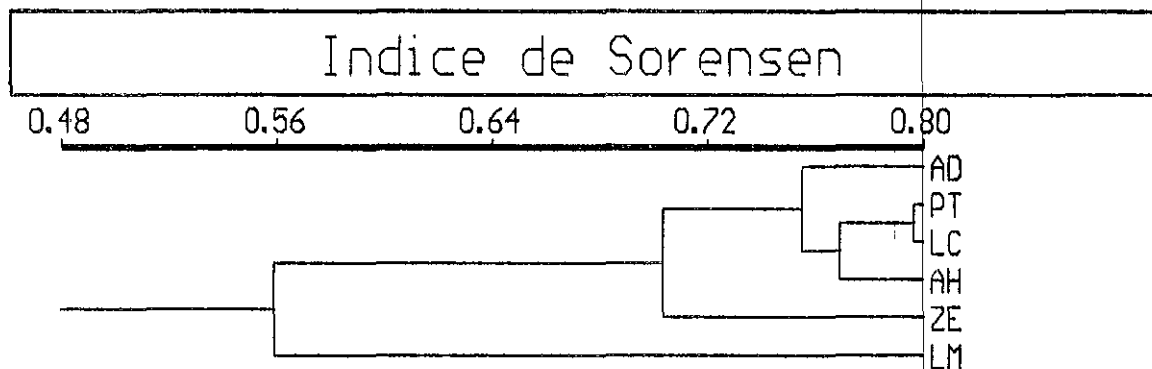


Figura 11. Dendrograma de clasificación para las distintas estaciones de muestreo en la sierra de Manantlán

Los resultados del cálculo del índice de Sørensen y las agrupaciones identificadas con base en el mismo se presentan en el cuadro 10 y la fig. 11. El dendrograma muestra un gran bloque constituido por todas las localidades de bajas elevaciones (250 – 900 m), entre las que no se define una gradación clara con respecto a la situación altitudinal o el tipo de vegetación (BTS y BTC), siendo dentro de este grupo constituido por las estaciones de menor altitud la más alejada de todas la estación de Zenzontla (800 m), en lo que influye el hecho de ser la estación más seca del transecto, y de presentar una menor diversidad para el grupo. Separada de este grupo de estaciones de baja elevación se halla la localidad de Los Mazos. Se dan valores muy altos para el índice de similitud entre todas las localidades (valores del índice entre 0.5 y 0.8). La posición relativa de Los Mazos debe ser la que determine, en un análisis conjunto con la sierra de Atoyac de Álvarez, la importancia del factor altitud en la determinación de las comunidades.

En las fig. 12 y 13 se representa la relación entre los valores del índice y la distancia que separa las estaciones en altitud (m) y sobre el plano (km), respectivamente. Se obtuvo una relación lineal moderadamente fuerte ($R^2 = 0.674$, probabilidad del 99%, g.l. = 15), como en Atoyac de Álvarez, en el primer caso, donde los datos ajustaron bien a la ecuación lineal:

$$(\text{Índice de Sørensen, \%}) = 79.4436 - 0.0193734 * x \text{ (diferencia de altitud, m)}$$

No existe relación lineal (probabilidad del 99%, 15 g.l.) entre los valores del índice y la distancia que separa a las estaciones de muestreo sobre el plano, como se observa por la dispersión de los puntos en la fig. 13. Se obtuvo un coeficiente de determinación muy bajo ($R^2 = 0.00022$) como medida de la fuerza de la supuesta relación lineal.

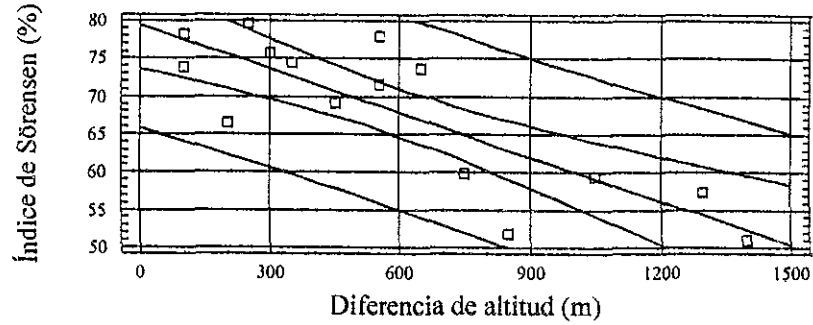


Figura 12. Relación entre los valores del índice de Sørensen y la diferencia de altitud entre pares de estaciones en la sierra de Manantlán

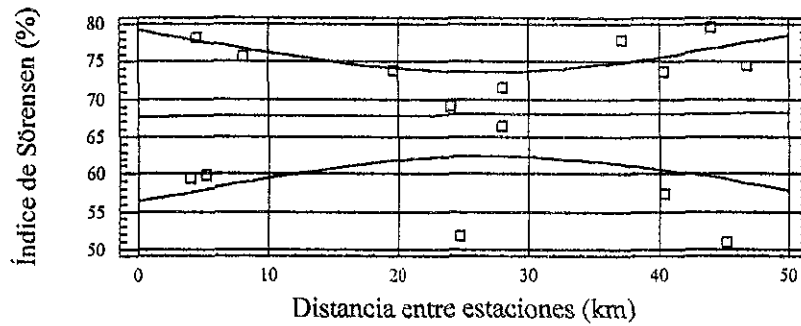


Figura 13. Relación entre los valores del índice de Sørensen y la distancia entre las estaciones en la sierra de Manantlán

Cuadro 11. Valores del índice de Sørensen (parte inferior) y especies compartidas (parte superior) entre los distintos tipos de vegetación en la sierra de Manantlán

	BTS	BTC	BMM
BTS	X	201	121
BTC	0,802	X	107
BMM	0,572	0,588	X

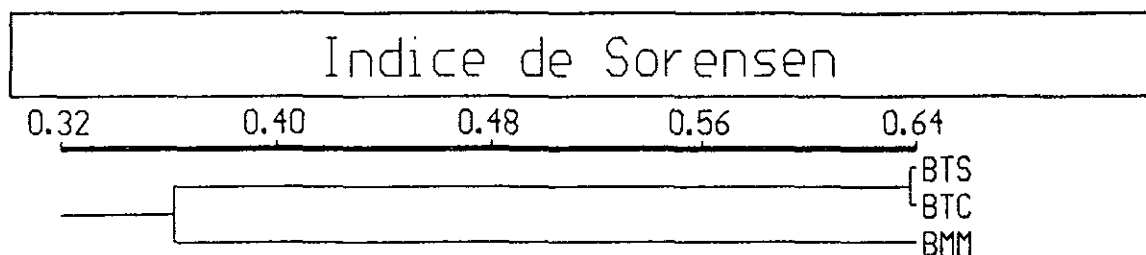


Figura 14. Dendrograma de clasificación para los tipos de vegetación en la sierra de Manantlán

Con respecto a los tipos de vegetación descritos, la posición relativa mostrada en la fig. 14 se resume en una gran afinidad entre los inventarios de BTS y BTC, y mucho más alejado de estos el de BMM.

Análisis conjunto de similitud

Cuadro 12. Valores del índice de Sørensen (triángulo inferior) y especies compartidas (triángulo superior) por las distintas estaciones de muestreo de las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán

	AD	PT	LC	ZE	AH	LM	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG
AD	X	149	156	119	139	82	113	113	102	85	61	55	27	20	20	39
PT	0.782	X	176	123	156	99	121	128	113	104	76	71	38	23	24	47
LC	0.744	0.796	X	131	166	114	131	144	132	115	87	73	39	24	25	47
ZE	0.715	0.691	0.664	X	130	77	87	97	80	75	51	49	26	17	17	36
AH	0.737	0.780	0.758	0.739	X	102	112	125	108	94	69	59	31	23	20	42
LM	0.509	0.574	0.595	0.519	0.599	X	68	78	80	82	77	69	42	30	29	43
LP	0.617	0.622	0.614	0.510	0.582	0.412	X	148	123	104	79	62	34	16	17	36
RS	0.566	0.607	0.626	0.519	0.598	0.430	0.727	X	158	125	93	77	35	21	17	41
PL	0.671	0.575	0.613	0.469	0.555	0.479	0.651	0.768	X	121	96	77	39	21	19	38
EF	0.500	0.573	0.573	0.476	0.524	0.539	0.598	0.656	0.687	X	111	91	54	29	26	52
ND	0.389	0.451	0.464	0.353	0.414	0.554	0.491	0.524	0.539	0.750	X	88	55	29	29	45
LR	0.374	0.448	0.411	0.364	0.377	0.535	0.411	0.460	0.503	0.659	0.704	X	55	27	27	46
LG	0.213	0.275	0.248	0.228	0.228	0.387	0.261	0.238	0.294	0.460	0.526	0.582	X	24	30	39
ED	0.187	0.194	0.175	0.180	0.197	0.337	0.144	0.165	0.185	0.296	0.341	0.360	0.440	X	20	22
EI	0.183	0.198	0.179	0.175	0.168	0.317	0.15	0.131	0.165	0.259	0.331	0.348	0.526	0.533	X	28
PG	0.31	0.342	0.300	0.317	0.310	0.398	0.277	0.280	0.288	0.444	0.433	0.489	0.531	0.407	0.496	X

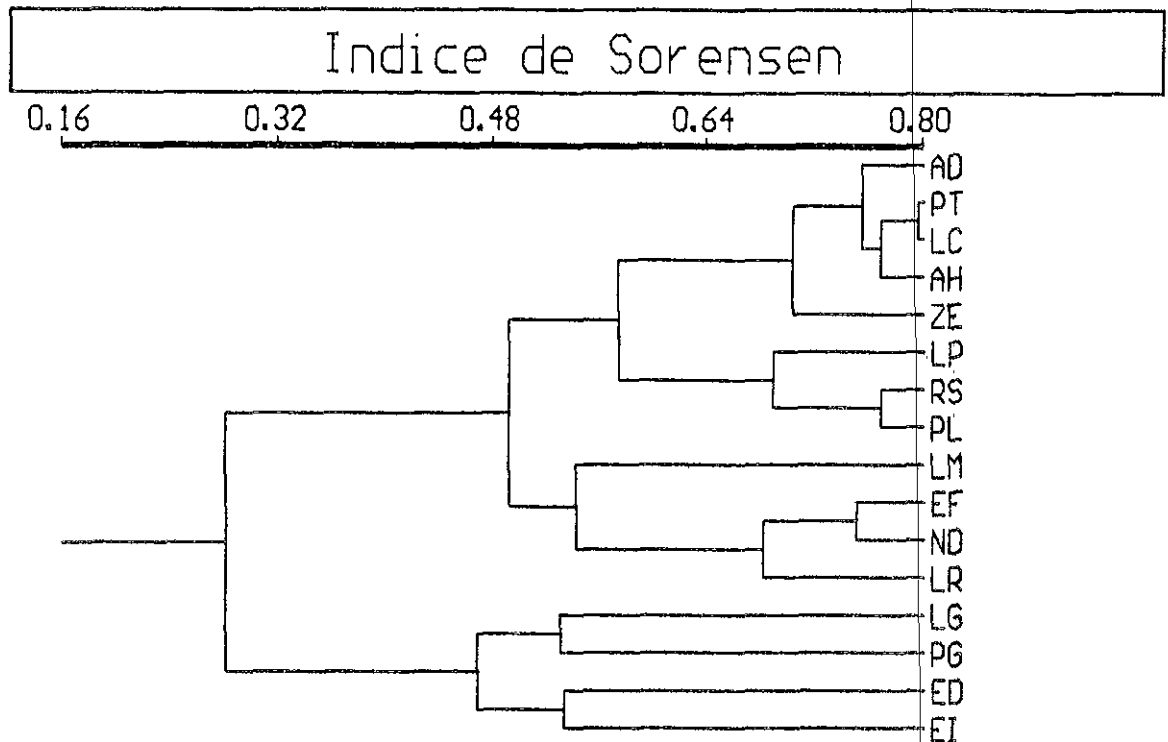


Figura 15. Dendrograma de clasificación para el conjunto de las distintas estaciones de muestreo de las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán

En el dendrograma se visualizan dos grupos mayores claramente diferenciados, uno correspondiente a las estaciones de mayores altitudes de la sierra de Atoyac de Álvarez (LG, PG, ED y EI), de elevación superior a los 1800 m, y el resto. Entre el resto de inventarios, se definen asimismo dos subgrupos altitudinales: en el primero, correspondiente a las altitudes más bajas (menos de 1000 m), se agrupan todas las estaciones de la sierra de Manantlán (excepto LM), con gran afinidad entre sus componentes, y las tres estaciones de menor altitud de la sierra de Atoyac de Álvarez; el segundo viene definido por las estaciones de elevaciones intermedias (1250 a 1750 m), que corresponden a EF, ND y LR, de Atoyac de Álvarez, y LM, de Manantlán.

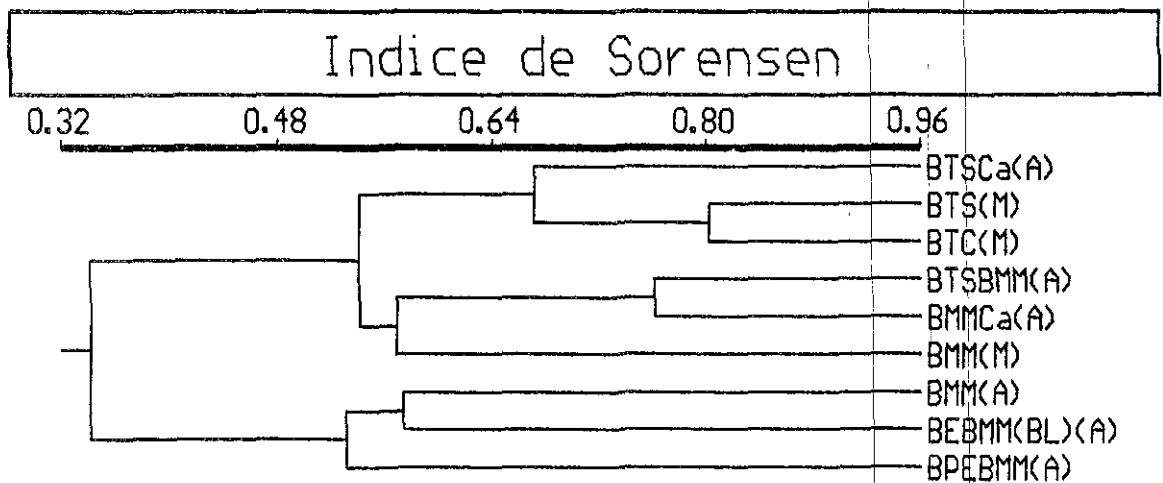
Resulta interesante la situación de la estación de los Mazos (1750 m de elevación), que muestra mayor afinidad con estaciones de similar altitud de la

sierra de Atoyac de Álvarez que con las estaciones de áreas contiguas de la misma sierra de Manantlán. Ello es un primer indicio de una mayor importancia del factor altitud que de la ubicación geográfica, dentro de nuestra área de trabajo, en la definición de las comunidades estudiadas. Esta conclusión coincide con la otros autores para otros grupos taxonómicos, como por ejemplo las plantas vasculares del bosque mesófilo de montaña en el Eje Neovolcánico (Luna *et al.*, 1989) donde la mayor similitud entre las comunidades de especies entre zonas aledañas viene determinada por la variación en las condiciones ecológicas, ligadas a la altitud, que modifica la similitud basada en la simple cercanía geográfica. Así la mayor compartición de elementos biológicos con áreas fisiográficas más cercanas o contiguas se debe comprender en primer lugar siempre y cuando estén en el mismo intervalo altitudinal y orientación.

Con respecto al análisis de las agrupaciones que se conforman según los tipos de vegetación descritos (cuadro 13 y fig. 16), se indica la mayor influencia del tipo de vegetación que de la unidad geográfica, y a grandes altitudes (sobre los 1800 m, de donde sólo se dispone de los inventarios de Atoyac) la diferenciación de las faunas es notablemente mayor. Los inventarios representativos del bosque tropical sin influencia de bosque mesófilo de montaña conforman un núcleo bastante compacto, con gran similitud entre ellos. El bosque mesófilo de montaña se divide en dos grupos de inventarios: unos más relacionados con los de las zonas bajas (de bosque tropical), que comprende los tipos de vegetación mixtos, donde BMM y bosque tropical tienen zonas de ecotono, y BMM de Manantlán; y el resto que forman un núcleo constituido por los inventarios de elevaciones superiores (todos ellos procedentes de la sierra de Atoyac de Álvarez). Esta separación en distintos bloques de los inventarios catalogados como BMM puede explicarse por la gran heterogeneidad de comunidades vegetales que reúne dicho concepto (Rzedowski, 1978).

Cuadro 13. Valores del índice de Sørensen (parte inferior) y especies compartidas (parte superior) por los tipos de vegetación de las sierras de Atoyac de Álvarez (A) y Manantlán (M)

	BTSCa(A)	BTSBMM(A)	BMMCa(A)	BMM(A)	BEBMM(BL)(A)	BPEBMM(A)	BTS(M)	BTC(M)	BMM(M)
BTSCa(A)	X	141	130	45	36	50	201	159	99
BTSBMM(A)	0.634	X	123	54	39	52	121	99	82
BMMCa(A)	0.583	0.762	X	63	45	53	110	88	91
BMM(A)	0.251	0.460	0.534	X	37	39	44	32	42
BEBMM(BL)(A)	0.212	0.361	0.415	0.574	X	34	39	34	42
BPEBMM(A)	0.280	0.444	0.451	0.531	0.531	X	51	44	43
BTS(M)	0.713	0.549	0.498	0.249	0.233	0.289	X	201	121
BTC(M)	0.630	0.518	0.460	0.217	0.246	0.299	0.802	X	107
BMM(M)	0.464	0.539	0.597	0.387	0.424	0.398	0.572	0.538	X



[BTSCa(A) = bosque tropical subcaducifolio con cafetales, Atoyac; BTS(M) = bosque tropical subcaducifolio, Manantlán; BTC(M) = bosque tropical caducifolio, Manantlán; BTSBMM(A) = bosque tropical subcaducifolio - bosque mesófilo de montaña, Atoyac; BMMCa(A) = bosque mesófilo de montaña con cafetales, Atoyac; BMM(M) = bosque mesófilo de montaña, Manantlán; BMM(A) = bosque mesófilo de montaña, Atoyac; BEBMM(BL)(A) = bosque de encino - bosque mesófilo de montaña, bosque de lauráceas, Atoyac; BPEBMM(A) = bosque de pino y encino - bosque mesófilo de montaña, Atoyac]

Figura 16. Dendrograma de clasificación para tipos de vegetación en las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán

Caracterización de pisos altitudinales

A partir del análisis es posible establecer la existencia de tres pisos altitudinales en la Sierra Madre del Sur, definidos por un mayor grado de similitud faunística entre los estratos correspondientes de dos distintas unidades geográficas, relativamente cercanas, que el que implicaría la existencia de dos faunas distintas entre las sierras estudiadas.

Para la sierra de Atoyac de Álvarez, donde se estudió un transecto altitudinal entre los 300 y 2500 m, se distinguen los tres pisos citados, mientras que en Manantlán (250 – 1750 m) no se llega a distinguir el piso superior, que se daría a mayores elevaciones. En todo caso, la división de las comunidades montañas en tres pisos altitudinales coincide con la descripción que podemos encontrar en la literatura (Llorente, 1983).

En la caracterización de los pisos altitudinales influye tanto la riqueza como la identidad de las especies. En la sierra de Atoyac de Álvarez se identificaron 284 especies en total (32 exclusivas) para las altitudes menores, 200 especies (seis exclusivas) de altitudes medias, y 118 especies (siete exclusivas) de elevaciones superiores. En la sierra de Manantlán se recolectaron 300 especies (50 exclusivas) de bajas elevaciones y 143 (tres exclusivas) de elevaciones intermedias.

Con respecto a las especies compartidas por los pisos correspondientes en las dos sierras y exclusivas de un piso altitudinal determinado se identificaron 58 especies características de altitudes inferiores (41,4% de las totales) y tan sólo dos especies (18,1% del total) para las elevaciones intermedias. Estas especies características del primer piso altitudinal son *Battus eracon*, *Parides montezuma*, *Protographium epidaus*, *Protographium philolaus*, *Protographium agesylaus*, *Mimoides thymbraeus*, *Mimoides ilus*, *Priamides anchisiades*, *Calaides ornythion*,

Phoebis agarithe, *Rhabdodrias trite*, *Melete lycimnia*, *Heliconius erato*, *Eunica monima*, *Adelpha ixia*, *Adelpha naxia*, *Zaretis callidryas*, *Syderone syntiche*, *Opsiphanes invirae*, *Megisto rubricata*, *Taygetis uncinata*, *Taygetis virgilia*, *Vareuptychia undina*, *Danaus eresimus*, *Danaus gillippus*, *Caria ino*, *Caria stillaticia*, *Lasaia sula*, *Lasaia agesilas*, *Anteros carausius*, *Apodemia hypoglauca*, *Thysbe lycorias*, *Synargis calyce*, *Theope diores*, *Theope mania*, *Brephidium exilis*, *Eumaeus toxea*, *Allosmaitia strophius*, *Pseudolycaena damo*, *Arcas cypria*, "Thecla" (*gr. umbratus*) *umbratus*, *Rekoa marius*, *Rekoa stagyra*, *Cyanophrys rerodotus*, *Panthiades bitias*, *Oenomaus ortygnus*, *Parrhasius polibetès*, *Strymon rufofusca*, *Lamprospilus collucia*, "Thecla" (*gr. hesperitis*) *nr hespe*, *Electrostrymon mathewi*, *Electrostrymon sangala*, *Electrostrymon canus*, *Calycopis demonassa*, *Ministrymon clytie*, *Brangas neora*, *Chalybs hassan*, *Erora carla* y *Caerofethra camica*. Las dos únicas especies características de elevaciones intermedias y pertenecientes a las dos sierras fueron *Cyllopsis piracmon* y *Calydna sturnula*.

A partir de este esquema, se pueden caracterizar los tres pisos altitudinales según sus componentes.

Comunidades de baja altitud

Se distinguen dos grandes bloques, uno correspondiente a las estaciones de cada sierra: Manantlán (LC, PL, AH, AD, ZE), situados entre los 250 y 900 m, y Atoyac de Álvarez (RS, PL y LP), entre 300 y 900 m. En cuanto al tipo de vegetación, se trata de las estaciones de elevaciones inferiores a la aparición del BMM (donde predominan BTS, perturbado por la presencia de cafetales en el caso de Atoyac, y BTC).

Corresponden con la zona de mayor riqueza específica para el grupo, la cual se maximiza en las estaciones de 500 a 1000 m de altitud. Taxonómicamente, se caracterizan por una mayor representación porcentual de Lycaenidae con respecto a los otros pisos descritos. Existen muchos géneros y

especies cuya distribución se limita al presente piso altitudinal, con gran número de especies exclusivas de este piso altitudinal compartidas entre ambas sierras. Los baroninos, en Atoyac de Álvarez, son la única subfamilia restringida a este piso altitudinal.

Comunidades de altitud media

Este conjunto de estaciones guarda mayor relación con el anterior que con las comunidades de altitudes elevadas. En nuestro caso representan los inventarios procedentes de EF, ND y LR (entre los 1250 y 1600 m de altitud, Atoyac de Álvarez) y, algo más diferenciado de éstos, LM (1650 m, Manantlán). Sería interesante disponer de estaciones de muestreo correspondientes a altitudes intermedias en el caso de Manantlán para determinar si existe un desplazamiento de los límites altitudinales de este piso con respecto a Atoyac de Álvarez. En un estudio más amplio incluyendo un mayor número de zonas montañosas de la vertiente del Pacífico mexicano, ello posibilitaría una mayor inferencia acerca de los patrones de diversidad en el área, y el desplazamiento de éstos en un amplio intervalo latitudinal. El piso altitudinal se inicia hacia los 1000 a 1200 m de altitud, con la presencia del BMM. En Manantlán comprende el único inventario procedente de BMM, y en Atoyac de Álvarez a los inventarios procedentes de áreas de ecotono (BTSBMM) o BMM perturbado con cafetales.

Taxonómicamente, el conjunto se caracteriza por una disminución del número de especies, y la aportación de taxones exclusivos de este piso altitudinal a la lista general es muy escasa. En ello sin duda influye el hecho que, al trabajar a partir de datos de presencia y ausencia, aparecen los registros ocasionales, y se identifican especies características de altitudes superiores e inferiores. Estadísticamente hay una disminución progresiva de los licénidos, más notable que la que presentan las otras familias.

Comunidades de elevaciones superiores

Tan sólo están representadas por las cuatro estaciones de muestreo correspondientes a las mayores altitudes registradas en la sierra de Atoyac de Álvarez, entre los 1800 y 2450 m (LG – PG) pues en Manantlán no se detecta, aunque posiblemente sería identificado en el análisis de un transecto que comprendiera elevaciones superiores, pues se llega a los 2860 m en la sierra. Los tipos de vegetación descritos corresponden al BMM (LG), con diferentes grados de mezcla con BE y BPE a mayores altitudes. Desde un punto de vista taxonómico, la característica principal es la disminución de la riqueza y la aportación mínima de nuevos taxones (aunque porcentualmente hay más taxones característicos que en las altitudes medias no podemos establecer la comparación entre las dos sierras).

Se trata del piso altitudinal donde las similitudes entre las comunidades de mariposas de las estaciones de muestreo son menores, pese a hallarse todas en la misma sierra y en áreas muy próximas. En ello sin duda influye el menor esfuerzo de muestreo realizado en las mismas, que implica mayor aleatoriedad para los registros de especies. Cabe destacar que la elección de un índice donde sin criterio de inclusión - esto es, no referido al tamaño de la comunidad con un menor número de especies - puede ser decisivo en este aspecto, pues se aprecia un decremento drástico del número de especies, más que la aparición de nuevos elementos no incluidos en las estaciones ubicadas en altitudes inferiores. Así, pues, la afinidad se establece más por esta característica que por la identificación de especies propias de este intervalo altitudinal.

Se podría desplazar a elevaciones superiores (sobre los 2000 m) el inicio de este piso superior, pues es sorprendente (A. Luis, com. pers.) la inclusión de LG (1800 m) en esta agrupación, ya que por las características del sitio como el tipo de vegetación –BMM- parece que debiera incluirse entre los inventarios de media montaña. Posibles explicaciones pueden ser el registro de numerosas especies ocasionales, procedentes de otro intervalo altitudinal al tratarse de un

inventario que define un límite, o incluso a la gran heterogeneidad que representa el término bosque mesófilo de montaña, que podría diferenciar mucho los representantes vegetales que definen la comunidad en Manantlán y Atoyac de Álvarez.

Asimismo, Vargas et al. (1992) describen estos tres pisos altitudinales en Atoyac de Álvarez incluyendo LG entre los inventarios de *media montaña*, a partir del uso del índice de Jaccard entre estaciones continuas. Este análisis maximiza la diferenciación según el número de registros, y por ello se da la mayor distinción al llegar a ED (con un número de especies mucho menor debido, en parte, a un muestreo menos intenso). Sin embargo, el estudio de la afinidad entre todas las estaciones muestra el parecido entre LG y PG—también a partir del índice de Jaccard (Apéndice 3)- y probablemente ED y El mostrarían mayor similitud si se hubieran obtenido más registros, conformando un grupo más compacto. Cabe destacar que la sierra de Atoyac de Álvarez presenta un mayor intervalo altitudinal, llegándose a los 3550 m snm (Cerro Teotepec).

Con la posibilidad de obtener muestreos a mayores altitudes, la disminución de la diversidad con la elevación implicaría la existencia de comunidades más diferenciadas a partir de los índices más utilizados (Sørensen, Jaccard), por lo cual se debería tener en cuenta la posibilidad de aplicar índices de similitud faunística donde el criterio de inclusión de una fauna de tamaño mucho menor en otra no implicara una diferenciación (índice de Simpson), o bien la aplicación de ciertas restricciones.

Esta mayor afinidad entre faunas según intervalos altitudinales se halla influida por la pertenencia de ambas sierras a la misma unidad fisiográfica (Sierra Madre del Sur). De modo más general, se reconoce como primer elemento determinante en la similitud de las biotas montañas en el territorio mexicano la pertenencia de las mismas a la vertiente pacífica o atlántica (Balcázar, 1993). La ampliación del presente estudio, con la introducción de datos de un transecto

altitudinal en la relativamente cercana sierra de Juárez (vertiente atlántica), en el complejo montañoso del norte de Oaxaca (Luis *et al.*, 1991), ofreció un panorama más complejo, donde a grandes rasgos se acrecentó la disimilitud entre las zonas más elevadas, y los inventarios de bajas y medianas altitudes de esta última unidad geográfica no siguieron el patrón descrito, pues definieron un complejo por sí mismos, antes de relacionarse con los inventarios procedentes de la Sierra Madre del Sur (Monteagudo, en preparación).

CONCLUSIONES

1. Se trata de dos áreas con comunidades de mariposas de extraordinaria riqueza, tanto para los registros en el estudio como para la riqueza estimada como riqueza total. La riqueza es muy similar en ambas sierras, en torno a las 350 especies de Papilionoidea o algo más según distintos métodos de estimación. La estimación de la riqueza total a partir de métodos no paramétricos ofrece valores algo superiores a los obtenidos a partir de curvas de acumulación de especies, pero coherentes en todo caso con la situación y con los patrones observados.
2. Se identifica un patrón similar de diversidad para Papilionoidea en los transectos estudiados en Atoyac de Álvarez y en Manantlán, de disminución de la riqueza al incrementar la altitud. Sin embargo, la mayor diversidad para el grupo no se da en las zonas más bajas del transecto estudiado, sino que corresponde el intervalo altitudinal entre los 500 y 800 (1000) m de altitud aproximadamente. Este patrón pudiera ser generalizable a un área mayor (latitudes tropicales en el continente americano), según se desprende de la literatura.
3. Atendiendo a las distintas familias taxonómicas que constituyen el grupo, en Lycaenidae es más marcado el patrón de disminución de la diversidad con la altitud, manifestándose más claramente esta tendencia en la sierra de Atoyac de Álvarez.

altitudinal en la relativamente cercana sierra de Juárez (vertiente atlántica), en el complejo montañoso del norte de Oaxaca (Luis *et al.*, 1991), ofreció un panorama más complejo, donde a grandes rasgos se acrecentó la disimilitud entre las zonas más elevadas, y los inventarios de bajas y medianas altitudes de esta última unidad geográfica no siguieron el patrón descrito, pues definieron un complejo por sí mismos, antes de relacionarse con los inventarios procedentes de la Sierra Madre del Sur (Monteagudo, en preparación).

CONCLUSIONES

1. Se trata de dos áreas con comunidades de mariposas de extraordinaria riqueza, tanto para los registros en el estudio como para la riqueza estimada como riqueza total. La riqueza es muy similar en ambas sierras, en torno a las 350 especies de Papilionoidea o algo más según distintos métodos de estimación. La estimación de la riqueza total a partir de métodos no paramétricos ofrece valores algo superiores a los obtenidos a partir de curvas de acumulación de especies, pero coherentes en todo caso con la situación y con los patrones observados.
2. Se identifica un patrón similar de diversidad para Papilionoidea en los transectos estudiados en Atoyac de Álvarez y en Manantlán, de disminución de la riqueza al incrementar la altitud. Sin embargo, la mayor diversidad para el grupo no se da en las zonas más bajas del transecto estudiado, sino que corresponde el intervalo altitudinal entre los 500 y 800 (1000) m de altitud aproximadamente. Este patrón pudiera ser generalizable a un área mayor (latitudes tropicales en el continente americano), según se desprende de la literatura.
3. Atendiendo a las distintas familias taxonómicas que constituyen el grupo, en Lycaenidae es más marcado el patrón de disminución de la diversidad con la altitud, manifestándose más claramente esta tendencia en la sierra de Atoyac de Álvarez.

4. No se observa una diferencia importante en la composición taxonómica de las faunas de Papilionoidea entre las dos sierras estudiadas, presentándose los grupos más abundantes en similar proporción para el mismo transecto altitudinal. Asimismo, no se observa la existencia de una subfamilia claramente indicador de la diversidad total de mariposas, si bien Limenitinae representa en bajas altitudes un porcentaje bastante constante del total del grupo, lo que implica aquí un comportamiento típico (similar al conjunto de Papilionoidea), más generalizable que el de las otras subfamilias.

5. En un estudio sobre la similitud de las comunidades conjunto a toda la zona se aprecia mayor influencia en la composición de las mismas de los factores altitud y vegetación que de la ubicación geográfica (pertenencia a una u otra sierra), lo cual viene definido por la mayor similitud de la localidad de Los Mazos (Manantlán) con localidades de la sierra de Atoyac de Álvarez de altitud similar, aun a pesar de la distancia, que con las estaciones contiguas de la misma sierra que se agruparían en un nivel altitudinal inferior. Así, no se definen de dos faunas bien diferenciadas y se observa una mayor influencia de factores ecológicos que históricos. En todo caso, el hecho de que la mayor diferenciación se dé en las comunidades de elevaciones superiores representa una consecuencia lógica de la disminución del tamaño de las faunas y del mayor aislamiento de las mismas.

6. La aplicación del análisis de clasificación conjunto sobre la similitud de las faunas estudiadas (a partir del índice de similitud de Sørensen) para la definición de pisos altitudinales permite caracterizar en nuestro transecto tres pisos altitudinales diferenciados según la composición de las comunidades de mariposas, que ubicamos aproximadamente: 1) desde 250 a unos 1000 (1200) m, 2) hasta unos 1700 (1800) m y 3) de unos 1800 m en adelante. Estos tres niveles son observables en el estudio de la sierra de Atoyac de Álvarez, mientras que en Manantlán, por la diferencia de altitud en el transecto estudiado tan sólo distinguimos los dos primeros. Probablemente, ampliando el intervalo de altitud (y latitud) del estudio deberían escogerse otros índices de similitud, pues en la

definición de los estratos superiores influye más la disminución del tamaño de la fauna que la aparición de nuevos elementos no presentes en altitudes inferiores. La ampliación de este intervalo nos permitiría identificar y definir mejor los patrones de diversidad en un área más amplia, por ejemplo al nivel de la vertiente del Pacífico mexicano, pero para ello sería necesario contar con estudios previos realizados con métodos similares.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas e instituciones que contribuyeron a la realización de este trabajo.

En primer lugar, al Convenio de Colaboración Internacional entre la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de Barcelona, gracias al cual se posibilitó mi estancia en México y la realización de la presente tesis. A todas las personas que, desde el lado del Atlántico que corresponda, lo hicieron posible. Gracias por creer en mí.

A las personas que amablemente accedieron a la revisión del manuscrito, de los cuales los cuatro primeros formaron parte asimismo del comité Tutorial que dio seguimiento a la realización del trabajo: Dr. Jorge Enrique Llorente Bousquets, M. en C. Moisés Armando Luis Martínez, Dr. Jorge Arturo Meave del Castillo, M. en C. Miguel Murguía Romero, Dr. Gonzalo Halffter Casas, Dr. Manuel Artemio Balcázar Lara y M. en C. Isabel Vargas Fernández.

Al proyecto DGAPA IN-211397, que aportó el financiamiento para la recolección de los ejemplares.

A los compañeros del Museo de Zoología, por su apoyo y amistad.

A los cuates de la Maestría: mis queridísimos Sergio, Noé, Mónica, Martha, Irma, Pilar, Alba, Esperanza... que aunque me dejó algunos nombres no me olvido de ellos. Gracias por todo.

A todos esos mexicanos y mexicanas anónimos que, con un pozole o una conversación, han ayudado a enriquecer mi mundo vivencial y cultural.

.. Y a la chinita que conocí... creo que sí valías la pena.

REFERENCIAS

- BALCÁZAR, M. 1993. Butterflies of Pedernales, Michoacán, Mexico, with notes of seasonality and faunistic affinities (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Tropical Lepidoptera*, 4: 93 – 105.
- BAZ, A. y A. GARCÍA-BOYERO. 1996. The SLOSS dilemma a butterfly case study. *Biodiversity and Conservation*, 5: 493 – 502.
- BECCALONI, G.W. y K.J. GASTON. 1995. Predicting the species richness of Neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation*, 71: 77 - 86.
- BRIGGS, J.C. 1987. The development of the science. In: *Biogeography and Plate Tectonics*. Elsevier Science publishers. Nueva York. pp. 1 – 13.
- BROWN, J.H. 1988. Species diversity. In: *Analytical Biogeography. An Integrated Approach to the Study of Animal and Plant Distributions*. Ed. A.A. Myers y P.A. Giller. Chapman & Hall, Londres. pp. 57 – 89.
- BROWN, K.S. Jr. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. In: *Conservation of Insects and their Environments*. Ed. N.M. Collins & J.A. Thomas. Academic Press, Londres. 349 – 404.
- BROWN, K.S. Jr. 1997. Diversity, disturbance and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*, 1: 1 – 18.
- BROWNE, J. 1983. *The Secular Ark. Studies on the History of Biogeography*. Yale University Press. Nueva Haven y Londres.
- CHAZDON, L., R. COLWELL, J. DENSLOW y M. GUARIGUATA. En prensa. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. En: *Forest Biodiversity in North, central and South America and the Caribbean*. Ed. Dallmeier, F. And Comiskey. Parthenon Press.
- CLENCH, H. 1979. How to make regional lists of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopterist's Society*, 33: 216 - 231.

- COLWELL, R.K. y J.A. CODDINGTON. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*, 345: 101 - 118
- DE LA MAZA, R. 1991. *Mariposas Mexicanas*. Fondo de Cultura Económica. México.
- ERHARDT, A. y J.A. THOMAS. 1989. Lepidoptera as indicators of change in the seminatural grasslands of lowland and upland Europe. In: *The Conservation of Insects and Their habitats*. (15th Symposium of the Royal Entomological Society of London, 4 - 15 set. 1989). Ed. Collins y J.A.Thomas. Academic Press, Londres. 213 - 236.
- ESPINOSA, D. y J. LLORENTE. 1993. *Fundamentos de Biogeografías Filogenéticas*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- HABER, W. A. 1978. *Evolutionary Ecology of Tropical Mimethic Butterflies (Lepidoptera: Ithomiinae)*. Tesis doctoral. Universidad de Minnessota.
- HALFFTER, G. 1996. ¿Cómo medir la diversidad biológica? Taller Iberoamericano sobre Diversidad Biológica. CYTED. Viña del Mar.
- HENGEVELD, R. 1990. *Dynamic Biogeography*. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press. Cambridge.
- HOLLAWAY, J.D. 1993. Lepidoptera in New Caledonia: diversity and endemism in a plant-feeding insect group. *Biodiversity Letters*, 1: 92 - 101.
- INEGI. 1982 a. Carta topográfica (México). Escala 1 : 4 000 000. Proyección Cónica Conforme de Lambert. México.
- INEGI. 1982 b. Carta topográfica (E14-7-10). Escala 1 : 250 000. Proyección UTM. México.
- INEGI. 1982 c. Carta topográfica (E13-2-5). Escala 1 : 250 000. Proyección UTM. México.
- INEGI. 1982 d. Carta topográfica (E13-3). Escala 1 : 250 000. Proyección UTM. México.
- JANZEN, D.H. 1973. Sweep samples of tropical foliage insects: description of study sites, with data on species abundance and size distribution. *Ecology*, 54: 659 – 686.

- JANZEN, D.H., M. ATAROFF, M. FARIÑAS, S. REYES, N. RINCÓN, A. SOLER, P. SORIANO y M. VERA. 1976. Changes in the arthropod community along an elevational transect in the Venezuelan Andes. *Biotropica*, 8: 193 – 203.
- KIKKAWA, J. Y E.E. WILLIAMS. 1971. Altitudinal distribution of land birds in New Guinea. *Search*, 2: 4 – 9.
- KIM, K.C. 1993. Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter. *Biodiversity and Conservation*, 2: 191 - 214.
- KOZLOV, M.V., A.L. LVOVSKY y K. MIKKOLA. 1996. Abundance of day-flying Lepidoptera along an air pollution gradient in the northern boreal forest zone. *Entomologia Fennica*, 7: 137 - 144.
- KREMEN, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications*, 2: 203 - 217.
- KREMEN, C., R.K. COLWELL, T.L.ERWIN, D.D. MURPHY, R.F. NOSS y M.A. SANJAYAN. 1995. Terrestrial arthropods assemblages: their use in conservation planning. In: *Readings from Conservation Biology*. Ed. David Ehrenfeld. Society for Conservation Biology y Blackwell Science. Cambridge, Massachussets. 22 – 24.
- LLORENTE, J. 1983. Sinopsis sistemática y biogeográfica de los Dismorphiinae de México con especial referencia al género *Enantia* Hübner (Lepidoptera: Pieridae). *Folia Entomológica Mexicana*, 58: 1 – 207.
- LLORENTE, J. y A. LUIS. 1993. Conservation – oriented analysis of Mexican butterflies: Papilionidae (Lepidoptera: Papilionoidea). In: *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Ed. Ramamoorthy, T., R. Bye, A. Lot y J. Fa. Oxford University Press. pp. 147 – 177.
- LLORENTE, J., A. LUIS, I. VARGAS y J. SOBERÓN. 1993. Biodiversidad de las mariposas: su conocimiento y su conservación en México. In: *Diversidad Biológica. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural (Vol. esp., 14): 313 - 324.*
- LLORENTE, J., A. LUIS y G. LAMAS. En preparación. Lista sinonímica actualizada de los Papilionoidea de México.

- LUIS, A., I. VARGAS y J. LLORENTE. 1991. Lepidopterofauna de Oaxaca I. Distribución y fenología de los Papilionoidea de la sierra de Juárez. Publicaciones especiales del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 3: 1 – 121.
- LUNA, I., L. ALMEIDA y J. LLORENTE. 1989. Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilán, estados de Morelos y México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica, 59: 63 - 87
- MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press. Princeton, Nueva Jersey.
- MARGALEF, R. 1995. Ecología. Capítulo 11. La Diversidad. Omega. Barcelona. pp. 359 - 882
- MC GEOCH, M.A. y S. L. CHOWN. 1997. Impact of urbanization on a gall-inhabiting Lepidoptera assemblage: the importance of reserves in urban areas. *Biodiversity and Conservation*, 6(7):979 - 993.
- MONTEAGUDO, D. En preparación. Similitud entre las faunas de Papilionoidea de áreas montañosas en México, aplicada a la caracterización de pisos altitudinales y tipos de vegetación.
- MYERS, A.A. y P.S. GILLER. 1988. Process, pattern and scale in biogeography. In: *Analytical Biogeography: an Integrated Approach to the Study of Animal and Plant Distributions*. Ed. por A.A. Myers y P.S. Giller. Chapman & Hall, Londres. 3 – 12.
- OPLER, P.A. 1995. Conservation and management of butterfly diversity in North America. In: *Ecology and Conservation of Butterflies*. Ed. A.S. Pullin. Chapman & Hall. Londres.
- PIELOU, E.C. 1975. Ecological Diversity. John Wiley & Sons. Nueva York.
- PIELOU, E.C. 1984. The Interpretation of Ecological Data. John Wiley & Sons. Nueva York.
- POLLARD, E. & B.C. EVERSHAM. 1995. Butterfly monitoring 2 – interpreting the changes. In: *Ecology and Conservation of Butterflies*. Ed. A.S. Pullin. Chapman & Hall. Londres.

- RAHEL, F.J. 1990. The hierarchical nature of community persistence: a problem of scale. *The American Naturalist*, 136: 328 - 344.
- RYDON, A. 1964. Notes on the use of butterfly traps in East Africa. *Journal of Lepidopterists Society*, 18: 51 – 58.
- RZEDOWSKI, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México.
- SÁNCHEZ, O. y G. LÓPEZ. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*, 75: 119 - 145.
- SHREEVE, T.G., R.L.H. DENNIS y A.S. PULLIN. 1996. Marginality: scale determined processes and the conservation of the British butterfly fauna. *Biodiversity and Conservation*, 5: 1131 – 1141.
- SOBERÓN, J. y J. LLORENTE. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7 (3): 480 - 488.
- TERBORGH, J. 1977. Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology*, 58: 1007 – 1019.
- VARGAS, I., J. LLORENTE y A. LUIS. 1992. Listado lepidopterofaunístico de la Sierra de Atoyac de Álvarez en el Estado de Guerrero: Notas acerca de su distribución local y estacional (Rhopalocera: Papilionoidea). *Folia Entomológica Mexicana*, 86: 41 - 178.
- VARGAS, I., 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, Universidad Nacional Autónoma de México*, 11: 1 - 185.
- VÁZQUEZ, J.A., R. CUEVAS, T. COCHRANE, H.H. ILTIS, F.J. SANTANA y L. GUZMÁN (Eds). 1995. *Flora de Manantlán. Plantas Vasculares de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco – Colima, México*. SIDA, Botanical Miscellany, 13. Texas.
- WHITTAKER, R.H. y NIERING, W.A. 1965. Vegetation of Santa Catalina mountains, Arizona: a gradient analysis of the south slope. *Ecology*, 46: 429 - 452.

WILSON, E.O 1988. Biodiversity National Academic Press Washington D.C.

ZAR, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. 2ª Edición. Prentice – Hall. Englewood Cliffs. Nueva Jersey.

APÉNDICE 1

MATRIZ DE DATOS DE PRESENCIA – AUSENCIA (POR ESTACIONES DE MUESTREO, ALTITUDINAL)

La siguiente matriz nos muestra los datos de presencia (1) y ausencia (0) de las distintas especies en las estaciones de muestreo estudiadas, tanto en Atoyac de Álvarez como en Manantlán. Los datos proceden de la combinación de los datos de las tablas presentadas en los trabajos originales (Vargas *et al.*, 1992, con mínimas modificaciones realizadas para este trabajo; Vargas *et al.*, 1999), por sustitución de los datos correspondientes a frecuencias (número de registros) por datos de presencia y ausencia. Asimismo se indican otros datos como el total de especies de cada familia y las unidades taxonómicas supragenéricas (subfamilias y familias) representadas, atendiendo a la clasificación usada en el MZFC (Llorente *et al.*, en preparación).

El paso a una tabla de datos de presencia y ausencia representa, en este caso, la visualización de una situación más real, pues por las características del muestreo llevado a cabo, determinadas por los objetivos de los trabajos de procedencia, no se da una idea adecuada de la representación relativa de las especies en la comunidad. Asimismo, la composición al nivel de presencia de especies es, efectivamente, mucho más constante en el tiempo y en el espacio que las representaciones relativas de las mismas dentro de la comunidad (en este caso taxocenosis) estudiada (Rahel, 1990), aunque jerárquicamente representa un nivel inferior de descripción de la misma. El uso de estos datos binarios es generalizado en estudios de índole biogeográfica (Brown, 1990).

Además, la mayor simplicidad de este tipo de datos facilita el trabajo posterior con los mismos. Ésta fue, de hecho, la matriz base a partir de la cual se obtuvieron los resultados de la presente contribución.

	ATOYAC DE ÁLVAREZ											MANANTLÁN					
	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG	AD	PT	LC	ZE	AH	LM	
Altitud	300	680	800	1250	1400	1600	1800	2000	2100	2450	250	350	600	800	900	1650	
FAMILIA PAPILIONIDAE																	
Subfamilia Baroninae																	
<i>Baronia brevicornis brevicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
Subfamilia Papilioninae																	
<i>Battus philenor philenor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Battus polydamas polydamas</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	
<i>Battus laodamas lopus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	
<i>Battus eracon</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
<i>Parides photinus photinus</i>	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Parides montezuma montezuma</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	
<i>Parides erithalion trichopus</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
<i>Protographium epidaus tepicus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	
<i>Protographium philolaus philolaus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
<i>Protographium agesilaus fortis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Protographium thyastes occidentalis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Protesilaus protesilaus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Mimoides thymbraeus aconophos</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	
<i>Mimoides ilus occidus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Priamides phamaces</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
<i>Priamides erostratus vazquezae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	
<i>Priamides anchistades idaëus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	
<i>Calaides ornythion ssp</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
<i>Calaides androgeus ssp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	
<i>Heraclides thoas autocius</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
<i>Heraclides crespontes</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
<i>Papilio polyxenes asterius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	
<i>Pterourus pilumnus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Pterourus multicaudatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Pyrrhosticta garamas garamas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
<i>Pyrrhosticta abderus baroni</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Pyrrhosticta victorinus morellus</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
Total Papilionidae	14	9	8	5	2	2	2	1	1	4	18	15	14	14	16	10	
FAMILIA PIERIDAE																	
Subfamilia Dismorphiinae																	
<i>Enantia mazal dlazi</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
<i>Leinix neblina</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Leinix nemesis nayantensis</i>	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	
<i>Dismorphia amphiona</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
Subfamilia Coliadinae																	
<i>Zerene casonia casonia</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Anteos clarinda nivifera</i>	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Anteos maerula lacordairei</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Phoebis aganthe aganthe</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	
<i>Phoebis argante argante</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
<i>Phoebis neocypris virgo</i>	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Phoebis philea philea</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Phoebis senecae marcellina</i>	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	
<i>Rhabdoryas trite trite</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Aphnssa statira jada</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	

	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG	AD	PT	LC	ZE	AH	LM
<i>Abaeis nicippe</i>	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Pynsita dina westwoodi</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pynsita lisa centralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
<i>Pynsita nise nelphe</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pynsita proterpia proterpia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eurema albula celata</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Eurema boisduvaliana</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eurema daira</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eurema mexicana mexicana</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Eurema salome jamapa</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Nathalis iole</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1
<i>Kncogonia lyside</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Subfamilia Pierinae																
<i>Hesperochans costancensis pasion</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
<i>Hesperochans crocea jaliscana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hesperochans graphites avivolans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Catasticta flisa flisa</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Catasticta nimbece nimbece</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Catasticta teuthia teuthia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Peroute charops leonilae</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
<i>Melete lycimnia isandra</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Glutopnssa drusilla tenuis</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Pontia protodice</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Leptophodia anpa elodia</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
<i>Itaballia demophile centralis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prenballia viardi laogore</i>	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
<i>Ascia monuste monuste</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Ganyra josephina josepha</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
Total Pieridae	26	27	24	26	23	23	17	11	12	18	25	29	31	21	27	26
FAMILIA NYMPHALIDAE																
Subfamilia Heliconiinae																
<i>Actinote guatemalena querrerensis</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dione juno huascuma</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
<i>Dione moneta poayi</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
<i>Agraulis vanillae incarnata</i>	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Dryas iulia moderata</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eueides atypha gracilis</i>	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eueides isabella nigricornis</i>	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heliconius chantonía vazquezae</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Heliconius erato punctata</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Heliconius nortense</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
<i>Euptoieta claudia daunius</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euptoieta negesia hoffmanni</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Subfamilia Nymphalinae																
<i>Vanessa atalanta ruana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Cynthia annabella</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cynthia cardui</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>Cynthia virginicensis</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
<i>Nymphalis antiope antiope</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Polygona g-argenteum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Hypanartia dione</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG	AD	PT	LC	ZE	AH	LM
<i>Eunica monima</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Eunica olympias agushna</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eunica tabla tabla</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Hamadryas amphinome mazai</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Hamadryas atlantis lelaps</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Hamadryas februa ferentina</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Hamadryas glauconome gnsea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Hamadryas guatemalena marmance</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Pymogrya edocla paradisea</i>	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pymogrya neaerea hypsenor</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Temenis laothoe quillapayunia</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Ephile adrasia escalantei</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Nica flavilla bachiana</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dynamine dyonis</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Dynamine postverta mexicana</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Dynamine theseus</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaethna salvadorensis mixteca</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaethna astala asterode</i>	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaethna astena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Cyclogramma bacchis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Cyclogramma pandama</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Adelpha basiloides basiloides</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
<i>Adelpha celeno diademata</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Adelpha donysa ssp. nov.</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Adelpha fessonia fessonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Adelpha iphiclus massulides</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Adelpha rixa leucas</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Adelpha leucena leucena</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
<i>Adelpha leucenoides ssp</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Adelpha lycones melanthe</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Adelpha naxia epiphicia</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Adelpha paroeca emathia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Adelpha phylaca phylaca</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
<i>Adelpha pithys vodena</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Marpesia ciron manus</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Marpesia petreus tethys</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Marpesia zerynthia dentigera</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Subfamilia Charaxinae																
<i>Arcnaeoprepona amphimachus baroni</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arcnaeoprepona demophon occidentalis</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
<i>Arcnaeoprepona demophon mexicana</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Arcnaeoprepona phaedra ssp</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Preona laertes octavia</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
<i>Zaretis callidryas</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Zaretis itus anzuleita</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Siderone syntiche syntiche</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Hypna clytemnestra mexicana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Anaea troglodyta aidea</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Consul electra castanea</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Consul fabius cecrops</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Fountainia euryppyle glanzi</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1

	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG	AD	PT	LC	ZE	AH	LM
<i>Fountainea glycerum glycerum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
<i>Fountainea nobilis rayoensis</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Memphis foreri</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
<i>Memphis pithyusa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Subfamilia Apaturinae																
<i>Asterocampa idylla argus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Doxocopa laure acca</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Subfamilia Morphinae																
<i>Morpho achilles guerrerensis</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pessonia polyphertus polyphemus</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Subfamilia Brassolinae																
<i>Opsiphanes bolsduvalli</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Opsiphanes tamarindi</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Opsiphanes invirae fabricii</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Calligo prometheus memnon</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subfamilia Satyrinae																
<i>Manataria maculata</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Cissia terrestris</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyllopsis caballeroi</i>	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
<i>Cyllopsis clinas</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyllopsis diazi</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>Cyllopsis hedemanni hedemanni</i>	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>Cyllopsis henschawi hoffmanni</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cyllopsis nayari</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Cyllopsis perplexa</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
<i>Cyllopsis pyracmon pyracmon</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cyllopsis sulvalenoides</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
<i>Cyllopsis sulvalens ssp. nov.</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cyllopsis sp.</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euptychia fetna</i>	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Harmeuptychia hermes</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Megisto rubricata pseudocleophes</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Paramacera coplosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paramacera xicaque rubrosuffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pindis squamistriga</i>	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Taygetis kerea kerea</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taygetis marmorata gnseomarginata</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Taygetis uncinata</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Taygetis virgilia</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Taygetis weymeri</i>	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Vareuptychia themis</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Vareuptychia undina</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Dionste tauropolis</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Drucina championi ssp</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxeoschistus hilara ssp</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pedallodes dejecta circumducta</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Subfamilia Danainae																
<i>Danaus eresimus montezuma</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Danaus gilippus thersippus</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Danaus plexippus plexippus</i>	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Lycorea halia atergalis</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1

	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG	AD	PT	LC	ZE	AH	LM
<i>Aneha thirza thirza</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
Subfamilia Ithomillinae																
<i>Melinaea ilis flavicans</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Mechanitis menapis saturata</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Olena paula</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Olena zea diazi</i>	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dircenna klugii klugii</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Episcada salvinia portilla</i>	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Pteronymia rufocincta</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
<i>Pteronymia simplex timagenes</i>	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Hypomenitis annette moschion</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
<i>Greta morgane morgane</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
Subfamilia Libytheinae																
<i>Libytheana canentia mexicana</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
Total Nymphalidae	81	103	92	101	84	70	47	19	24	38	86	91	111	77	86	75
FAMILIA LYCAENIDAE																
Subfamilia Riodininae																
<i>Euselasia hieronymi hieronymi</i>	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euselasia eubule eubule</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Euselasia aurantaca aurantaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Mesosemia telegone iamachus</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Eurybia halimede elvina</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Napaea umbra umbra</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Rhetus arcus beutelspechen</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Calephelis sp 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Calephelis sp 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
<i>Calephelis sp 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Calephelis sp 4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Calephelis sp 5</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>Calephelis sp 6</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Notheme eumeus ssp nov.</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calephelis sp1</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Calephelis sp2</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calephelis sp3</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calephelis sp4</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cana ino ino</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Cana rapetta?</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>Cana shlabacia</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Baeotis zonata simbla</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Lasara sula sula</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Lasara agestias callina</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Lasara sessilis</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Lasara mana mana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Exoptisia praxithea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Melanis dixie sexpunctata</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Melanis cephise cephise</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>Mesene margareta ssp</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarota sp (aff. psaros)</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anteros carausius carausius</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Calydna stumula negias</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Emesis mandana furcr</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0

	LP	RS	PL	EF	NO	LR	LG	ED	EI	PG	AD	PT	LC	ZE	AH	LM
<i>Thereus cithonius</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thereus oppia</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thereus ortalus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arawacus sito</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Arawacus jada</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Rekoa meton</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>Rekoa palegon</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>Rekoa zebina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Rekoa manus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Rekoa stagira</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Ocana ocnia</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Chlorostrymon simaethis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chlorostrymon telea</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Cyanophrys amyntor</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyanophrys herodotus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Cyanophrys miserabilis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
<i>Cyanophrys agricolor</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyanophrys longula</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Panthiades bitias</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Panthiades ochus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Panthiades bathildis</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Oenomaus ortygnus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Parnasius polibetes</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Parnasius orgia</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parnasius moctezuma</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Michaelis jebus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Michaelis hecate</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Michaelis vibidia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>*Thecia* (grupo gadira) gadira</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>*Thecia* (grupo gadira) norax</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Strymon abata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
<i>Strymon rufofusca</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Strymon oebrycia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Strymon bazochii</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Strymon yojoa</i>	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Strymon cestri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Strymon istapa</i>	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Strymon ziba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Strymon megarus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Strymon serapio</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lamprospilus collucia</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>*Thecia* (grupo arza) tarpa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>*Thecia* (grupo hesperitis) sylis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>*Thecia* (grupo hesperitis) hesperit</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>*Thecia* (grupo hesperitis) nr hespe</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>*Thecia* (grupo hesperitis) ceromia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>*Thecia* (grupo hesperitis) sethon</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
<i>*Thecia* (grupo hesperitis) denanus</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>*Thecia* (grupo hesperitis) guzanta</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>*Thecia* (grupo camissa) vespasianus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Electrostrymon mathewi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

	LP	RS	PL	EF	ND	LR	LG	ED	EI	PG	AD	PT	LC	ZE	AH	LM
<i>Electrostrymon sangala</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Electrostrymon canus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Symbopsis nr tanais</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calycopis calus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calycopis demonassa</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>Calycopis clanna</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Calycopis bactra</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calycopis isobea</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Tmolus echion</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
" <i>Thecia</i> " (<i>grupo opalia</i>) <i>phobe</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
" <i>Thecia</i> " (<i>grupo keila</i>) <i>keila</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Siderus philinna</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siderus caninus</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siderus thoria</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aubergina paetus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
" <i>Thecia</i> " (<i>grupo mycon</i>) <i>mycon</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
" <i>Thecia</i> " (<i>grupo tephraeus</i>) <i>tephraeus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0
<i>Ministrymon clyte</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Ministrymon arola</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ministrymon zilda</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ministrymon phrutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Ministrymon azia</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Ipidecia mladora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
" <i>Thecia</i> " (<i>grupo upupa</i>) <i>maeonis</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Brangas neora</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Chalybs hassan</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Hypostrymon cntola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Neslostrymon celona</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erora subflorens</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erora nitelis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Erora carla</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Erora opisena</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Caerofethra carnica</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
" <i>Thecia</i> " (<i>grupo latagus</i>) <i>latagus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Total Lycaenidae	65	81	67	29	26	20	8	4	3	13	50	67	84	42	69	32
TOTAL PAPILIONOIDEA	188	220	191	161	135	115	74	35	40	73	179	202	240	154	198	143

APÉNDICE 2

MATRIZ DE DATOS DE PRESENCIA – AUSENCIA (SEGÚN UNIDADES DE VEGETACIÓN)

En la siguiente matriz se muestran los datos de presencia y ausencia de las distintas unidades específicas identificadas en los dos estudios en los tipos de vegetación descritos para las dos sierras. Para el trabajo con unidades de vegetación se hizo el agrupamiento de los datos de las estaciones que representan un mismo tipo, del modo que sigue:

En Atoyac de Álvarez se describen: Bosque Tropical Subcaducifolio - Cafetales (de ahora en adelante BTSCa, donde agrupamos los inventarios de Rincón Las Parotas, Río Santiago y Puente Los Lugardo), Bosque tropical Subcaducifolio - Bosque Mesófilo de Montaña (BTSBMM, correspondiente al Ecotono descrito en El Faisanal), Bosque Mesófilo de Montaña con Cafetales (BMMCa, en Nueva Delhi y Los Retrocesos), Bosque Mesófilo de Montaña (BMM, en La Golondrina), Bosque de Encinos -Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Lauráceas (BEBMM(BL), en El Descanso y El Iris) y Bosque de Pino y Encino - Bosque Mesófilo de montaña (BPEBMM, en Puerto Gallo).

A la vez, en Manantlán agrupamos los inventarios según unidades de vegetación en Bosque Tropical Subcaducifolio (a partir de ahora BTS, con Agua Dulce, Platanarillos y La Calera), Bosque Tropical Caducifolio (BTC, con los registros de Zenzontla y Ahuacapan) y Bosque Mesófilo de Montaña (BMM, con el inventario de Los Mazos).

La siguiente tabla es resultado de la unión de los datos procedentes de la tabla anterior (Apéndice 1), considerándose presente una especie en una sierra y tipo de vegetación si se identificó en alguna de las estaciones de muestreo correspondientes.

	ATOYAC DE ÁLVAREZ						MANANTLÁN		
	BTSCa	BTSBMM	BMMCa	BMM	BEBMM(BL)	BPEBMM	BTS	BTC	BMM
FAMILIA PAPILIONIDAE									
Subfamilia Baroninae									
<i>Baronia brevicornis brevicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Subfamilia Papilioninae									
<i>Battus philenor philenor</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Battus polydamas polydamas</i>	1	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Battus laodamas iopas</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Battus eracon</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Parides photinus photinus</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Parides montezuma montezuma</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Parides erithalion trichopus</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Protographium epidaus tepicus</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Protographium philolaus philolaus</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Protographium agesilaus fortis</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Protographium thyastes occidentalis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protesilaus protesilaus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mimoides thymbraeus aconophos</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Mimoides ilus occidus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Priamides phamaces</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Priamides erostratus vazquezae</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Priamides anchisiades idaeus</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Calaides ormythion ssp</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Calaides androgeus ssp</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Heraclides thoas autocles</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Heraclides cresphontes</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Papilio polyxenes asterius</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Pterourus pilumnus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pterourus multicaudatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pyrrhosticta garamas garamas</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pyrrhosticta abderus baroni</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Pyrrhosticta victorinus morelius</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Total Papilionidae	18	5	3	2	1	4	23	18	10
FAMILIA PIERIDAE									
Subfamilia Dismorphinae									
<i>Enantia mazai diazi</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	1
<i>Lieinix neolina</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Lieinix nemesis nayantensis</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>Dismorphia amphiona isolda</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	0
Subfamilia Coliadinae									
<i>Zerene cesonia cesonia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Anteos clorinda nivifera</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Anteos maerula lacordairei</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	1
<i>Phoebis aganthe aganthe</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Phoebis argante argante</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	0
<i>Phoebis neocypris virgo</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Phoebis philea philea</i>	1	1	0	0	1	1	1	1	1
<i>Phoebis sennae marcellina</i>	1	1	0	0	1	0	1	1	1
<i>Rhabdodryas nte nte</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Aphrissa statira jada</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Abaeis nicippe</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	0
<i>Pyrsitia dina westwoodi</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1

	BTSCa	BTSBMM	BMMC	BMM	SEBMM(BL)	BPEBMM	BTS	BTC	BMM
<i>Pynsisia lisa centralis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Pynsisia nise nephe</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pynsisia proterpia proterpia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eurema albula celata</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	0
<i>Eurema boisduvaliana</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eurema daira</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eurema mexicana mexicana</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Eurema salome jamapa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nathalis iole</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Subfamilia Pierinae									
<i>Kncogonia lyside</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Hesperocharis costancensis pasion</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>Hesperocharis crocea jaliscana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hesperocharis graphites avivolans</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Catasticta flisa flisa</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	1
<i>Catasticta nimbice nimbice</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>Catasticta teutlia teutlia</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Perote charops leonilae</i>	0	1	1	0	0	1	1	1	1
<i>Melete lycimnia isandra</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Glutophrissa drusilla tenuis</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Pontia protodice</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Leptophobia arpa elodia</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Itaballia demophile centralis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prenballia viardi laogore</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	1
<i>Ascia monuste monuste</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Ganyra josephina josepha</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Total Pieridae	32	26	26	17	18	18	35	28	26
FAMILIA NYMPHALIDAE									
Subfamilia Heliconiinae									
<i>Actinote guatemalena guerrerensis</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Dione juno huascuma</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>Dione moneta poeyii</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Agraulis vanillae incarnata</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	0
<i>Dryas iulia moderata</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	1
<i>Eueides aiopha gracilis</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Eueides isabella nigricomis</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Heliconius charitonia vazquezae</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	1
<i>Heliconius erato punctata</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Heliconius hortense</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Euptoieta claudia daunius</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euptoieta hegesia hoffmanni</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Subfamilia Nymphalinae									
<i>Vanessa atalanta rubria</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cynthia annabella</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	1
<i>Cynthia cardui</i>	0	1	0	0	1	1	0	1	1
<i>Cynthia virginensis</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	1
<i>Nymphalis antopa antiopa</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	0
<i>Polygonia g-argenteum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Hypanarta dione</i>	0	1	1	1	0	1	0	0	0
<i>Hypanarta godmani</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	1
<i>Hypanarta kefersteini</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Hypanarta lethe</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0

	BTSCa	BTSBMM	BMMCα	BMM	BEBMM(BL)	βPEBMM	BTS	BTC	BMM
<i>Anartia amathea colima</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Anartia jatrophae luteipicta</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	0
<i>Siproeta epaphus epaphus</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Siproeta stelenes biplagiata</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	1
<i>Junonia coenia</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Junonia genoveva nigrosuffusa?</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	0
<i>Anemeca ehrenbergii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Chlosyne gloriosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chlosyne hippodrome hippodrome</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>Chlosyne janais</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Chlosyne lacinia lacinia</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Chlosyne marianna</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chlosyne marina dryope</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Chlosyne melanarga</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlosyne riobalsensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Chlosyne rosita rosita</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Thessalia theona thekla</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Texola anomalus anomalus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Texola elada elada</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Microtia elva elva</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Phyciodes pictus pallascens</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Phyciodes vesta graphica</i>	1	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>Anthanassa alexon alexon</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Anthanassa ardys ardys</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Anthanassa atronia atronia</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Anthanassa drusilla lelex</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Anthanassa frisia tulcis</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	0
<i>Anthanassa otanes otanes</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Anthanassa ptolyca amator</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Anthanassa sitafces cortez</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Anthanassa texana texana</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Tegosa anieta luka</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Tegosa guatemalena</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0
<i>Castilia myia myia</i>	1	1	1	0	0	0	1	0	0
Subfamilia Limenitinae									
<i>Historis odius dious</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	0
<i>Coea acheronta acheronta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Smyrna biomfilidia datis</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Smyrna karwinski</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Colobura dirce dirce</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0
<i>Biblis hypena aganisa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Mestra dorcas amymone</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Myscelia cyananthe cyananthe</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Myscelia cyaniris alvaradia</i>	1	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Catonephele cortez</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Catonephele numilia immaculata</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Eunica alcmena</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Eunica malvina almae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunica monima</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Eunica olympias agustina</i>	0	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Eunica tatila tatila</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Hamadryas amphinome mazai</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	0

	BTSCa	BTSBMM	BMMCa	BMM	BEBMM(BL)	BPEBMM	BTS	BTC	BMM
<i>Asterocampa idylla argus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Doxocopa laurae acca</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Subfamilia Morphinae									
<i>Morpho achilles guerrerenensis</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pessonia polyphemus polyphemus</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	1
Subfamilia Brassolinae									
<i>Opsiphanes boisduvalii</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Opsiphanes tamarindi</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Opsiphanes invirae fabncil</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Caligo prometheus memnon</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Subfamilia Satyrinae									
<i>Manatana maculata</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cissia terrestris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyllopsis caballeroi</i>	1	1	1	0	0	0	1	0	1
<i>Cyllopsis clinas</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Cyllopsis diazi</i>	0	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>Cyllopsis hedemanni hedemanni</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	1
<i>Cyllopsis henshawi hoffmanni</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	1
<i>Cyllopsis nayarit</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Cyllopsis perplexa</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Cyllopsis pyracmon pyracmon</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cyllopsis suivalenoides</i>	0	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Cyllopsis suivalens ssp. nov.</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Cyllopsis sp.</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Euptychia fetna</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	0
<i>Hermeuptychia hermes</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	0
<i>Megisto rubricata pseudocleophes</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Paramacera copiosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paramacera xicaque rubrosuffusa</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Pindis squamistnga</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	1
<i>Taygetis kerea kerea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taygetis mermena griseomarginata</i>	1	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Taygetis uncinata</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Taygetis virgilia</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Taygetis weymeri</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Vareuptychia themis</i>	1	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>Vareuptychia undina</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Dioriste tauropolis</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	1
<i>Drucina championi ssp</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Oxeoschistus hilara ssp</i>	0	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Pedallodes dejecta circumducta</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	1
Subfamilia Danainae									
<i>Danaus eresimus montezuma</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Danaus gilippus thersippus</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Danaus plexippus plexippus</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	1
<i>Lycorea halia atargatis</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Anetta thirza thirza</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	1
Subfamilia Ithomiinae									
<i>Melinaea lilis flavicans</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Mechanitis menapis saturata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oleria paula</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Oleria zea diazi</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0

	BTSCa	BTSBMM	BMMCa	BMM	BEBMM(BL)	BPEBMM	BTS	BTC	BMM
<i>Rekoa manus</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Rekoa stagira</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Ocana ocnsia</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0
<i>Chlorostrymon simaethis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Chlorostrymon telea</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cyanophrys amyntor</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyanophrys herodotus</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Cyanophrys miserabilis</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Cyanophrys agnicolor</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Cyanophrys longula</i>	0	0	1	1	1	0	0	1	1
<i>Panthiades bitias</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Panthiades ochus</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Panthiades bathildis</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oenomaus ortygnus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Parrhasius polibetes</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Parrhasius orgia</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parrhasius moctezuma</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Michaelus jebus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Michaelus hecate</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Michaelus vibidia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>*Thecia* (grupo gadira) gadira</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>*Thecia* (grupo gadira) norax</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Strymon albata</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Strymon rufusca</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Strymon bebrycia</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Strymon bazochii</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Strymon yojoa</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	1
<i>Strymon cestri</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Strymon istapa</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	1
<i>Strymon ziba</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Strymon megarus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Strymon serapio</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lamprospilus collucia</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>*Thecia* (grupo arza) tarpa</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>*Thecia* (grupo hesperis) sylis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>*Thecia* (grupo hesperis) hesperit</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>*Thecia* (grupo hesperis) nr hespe</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>*Thecia* (grupo hesperis) ceromia</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>*Thecia* (grupo hesperis) sethon</i>	0	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>*Thecia* (grupo hesperis) denarius</i>	1	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>*Thecia* (grupo hesperis) guzanta</i>	1	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>*Thecia* (grupo camissa) vespasianus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Electrostrymon mathewi</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Electrostrymon sangala</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Electrostrymon canus</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Symbiopsis nr tanais</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calycopis calus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calycopis demonassa</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Calycopis clanna</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Calycopis bactra</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calycopis isobeaon</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Tmolus echion</i>	1	1	0	0	0	1	1	1	0

	BTSCa	BTSBMM	BMMC _a	BMM	BEBMM(BL)	BPEBMM	BTS	BTC	BMM
"Thecia" (grupo opalia) phobe	1	0	0	0	0	0	0	0	0
"Thecia" (grupo keila) keila	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Siderus philinna	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Siderus caninius	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Siderus thoria	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Aubergina paetus	1	0	0	0	0	0	0	1	1
"Thecia" (grupo mycon) mycon	1	1	1	0	0	0	1	1	1
"Thecia" (grupo tephraeus) tephraeus	1	0	0	0	0	1	1	1	0
Ministrymon clytie	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Ministrymon arola	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ministrymon zilda	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ministrymon phrutus	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Ministrymon azia	1	0	0	0	0	1	1	1	0
Ipidecia miadora	0	0	0	0	0	0	1	0	0
"Thecia" (grupo upupa) maeonis	1	0	1	1	0	0	0	0	1
Brangas neora	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Chalybs hassan	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Hypostrymon critola	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Nesiostrymon celona	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Erora subflorens	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Erora nitetis	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Erora carla	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Erora opisena	1	0	1	0	0	0	0	0	1
Caerofethra camica	1	0	0	0	0	0	1	0	0
"Thecia" (grupo latagus) latagus	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Total Lycaenidae	116	29	35	8	6	13	102	78	32
TOTAL PAPILIONOIDEA	284	161	162	74	55	73	280	221	143

APÉNDICE 3

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE DIVERSOS ÍNDICES DE SIMILITUD

En el presente estudio, se escogió el índice de Sørensen para la presentación de resultados, principalmente por ser éste uno de los índices de similitud más frecuentemente utilizados en estudios de similitud faunística y por dar mayor peso a las especies compartidas, aunque el uso de otros índices (Jaccard, Cuadrado Medio) también se halla muy generalizado (Magurran, 1988; Pielou, 1975). En el presente apéndice se presentan los resultados de las agrupaciones obtenidas a partir del ensayo de éstos y otros índices de similitud, a fin de observar la concordancia o divergencia entre los mismos.

La elección de un índice de similitud se debe a cuestiones prácticas, de aplicación al caso particular, y filosóficas, pues cada índice representa una postura de pensamiento. Los índices que se ensayaron en el presente trabajo se detallan y comentan a continuación:

Índice del Cuadrado Medio

$$SM = (a + d) / (a + b + c + d),$$

donde a corresponde a la presencia de una especie en ambos inventarios, b y c en uno sólo, y d a la doble ausencia). Se trata de uno de los índices más usados en la evaluación de similitud taxonómica entre zonas, pero no se escogió en un principio porque asume como criterio a favor de similitud la doble ausencia, y ello implicaría la existencia de un espacio muestral mejor definido. Sería más recomendable cuando tuviéramos más inventarios y éstos correspondieran, por ejemplo, con la totalidad de especies de un espacio mayor o más continuo.

Índice de Jaccard

$$J = s / (a + b - s),$$

donde a y b corresponden al número de especies que se hallan presentes en un solo inventario, mientras s son las especies presentes en los dos inventarios que se comparan). Es un índice muy utilizado, conceptualmente muy parecido al índice de Sørensen, que da menor peso a las especies compartidas.

Índice de Simpson

$$S = s / N_2,$$

donde s es el número de especies compartidas por ambos inventarios y N_2 la riqueza de la fauna con menor número de especies). Este índice implica la asunción del concepto de inclusión como similitud total (entre faunas), esto es que el hecho de que todas las especies de una fauna se hallen incluidas en otra fauna mayor implica que ambas faunas son iguales (Sánchez y López, 1988). Puede ser utilizable en los casos en que hay grandes diferencias de muestreo (haciendo ciertas presunciones), pero tiende a homogeneizar las diferencias que son las que nos permiten hacer agrupaciones posteriores.

Índice de Kulczinsky

$$K1 = s / (N_1 + N_2 - 2s)$$

e Índice de Peters

$$O = s / (N_1 * N_2)^{0.5}.$$

Se trata de dos índices conceptualmente muy parecidos al anterior, que tratan de referir la similitud al tamaño total de las faunas, pero en este caso ponderando entre el tamaño de la fauna mayor y menor.

A partir de estos índices se identificaron las agrupaciones que se presentan a continuación (en todos los casos con la técnica del ligamiento promedio, UPGMA). Como puede apreciarse en las figuras correspondientes, a partir de los índices de Jaccard, Kulczinky y Peters se obtuvieron prácticamente los mismos resultados que con el uso de Sørensen, siempre con la definición de los tres grandes grupos de inventarios descritos como pertenecientes a un intervalo altitudinal determinado.

El uso del índice de Simpson definió dos grupos de inventarios, según altitud, pero entre los de alta elevación (que incluye a los de elevaciones medias) los grupos encuentran una definición más complicada, y poco lógica. Así, no se considera correcto para el caso. Curiosamente, al realizar las agrupaciones por tipos de vegetación los dos grandes bloques que surgen son los inventarios de Manantlán y los inventarios de Atoyac de Álvarez. En definitiva, aunque se esperaba que ayudara a aclarar la situación en realidad se complica por la gran influencia del tamaño de las faunas que se comparan, factor más importante al referirse a los tipos de vegetación. Con el índice del Cuadrado Medio se modifican las relaciones individuales de los distintos inventarios, pero no en cuanto a los grandes grupos definidos (tanto en altitud como en tipos de vegetación), con la excepción del inventario de Los Mazos, que resulta ser el más diferenciado del resto en las agrupaciones de todos los inventarios, uniéndose a los de altitudes medias y elevadas de Atoyac de Álvarez cuando éstos ya se han definido en dos grupos. Las agrupaciones no son tan claras.

Para el presente estudio, a posteriori, nos inclinaríamos por el uso de los índices de Jaccard o Sørensen indistintamente, pues son los que han dado unas definiciones más claras a la situación y de más fácil aplicación y comprensión.

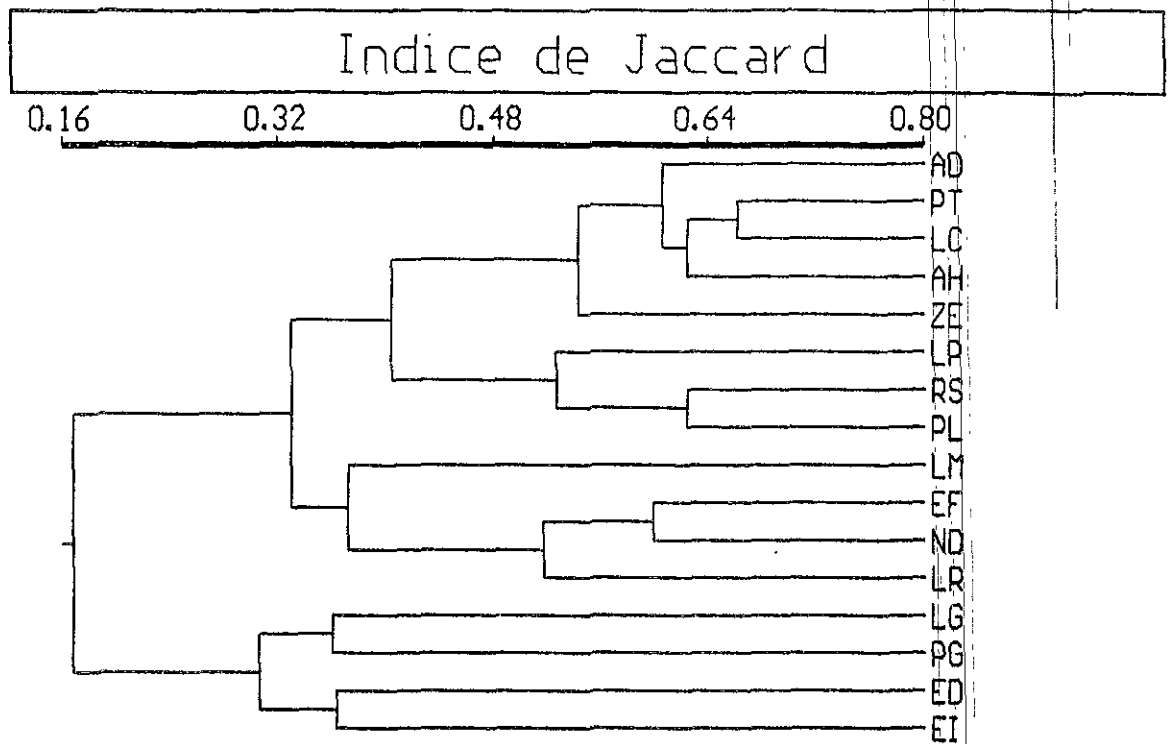


Figura 17. Dendrograma de clasificación para las estaciones de muestreo de las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, obtenido mediante el uso del índice de similitud de Jaccard.

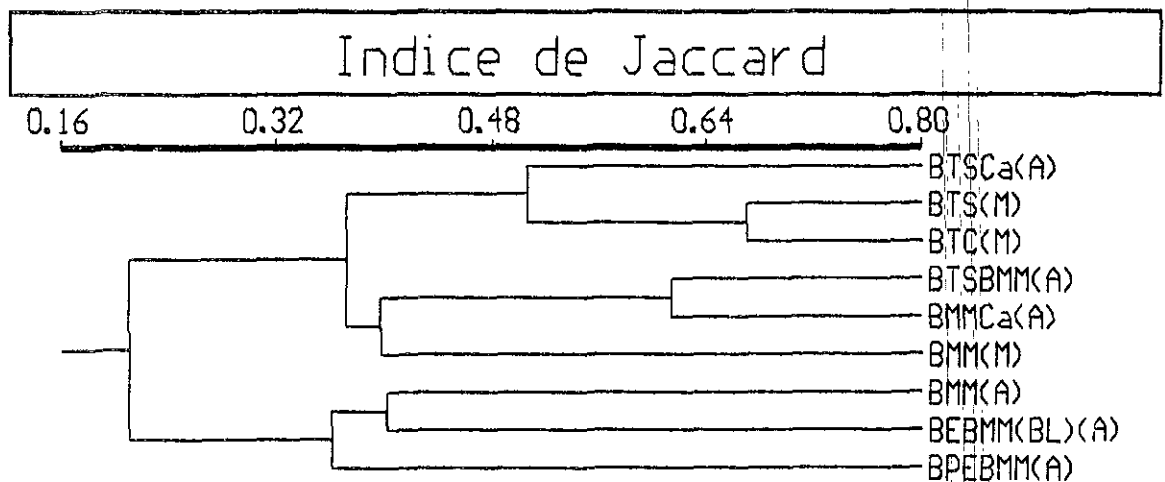


Figura 18. Dendrograma de clasificación para tipos de vegetación en las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, obtenido mediante el uso del índice de Jaccard.

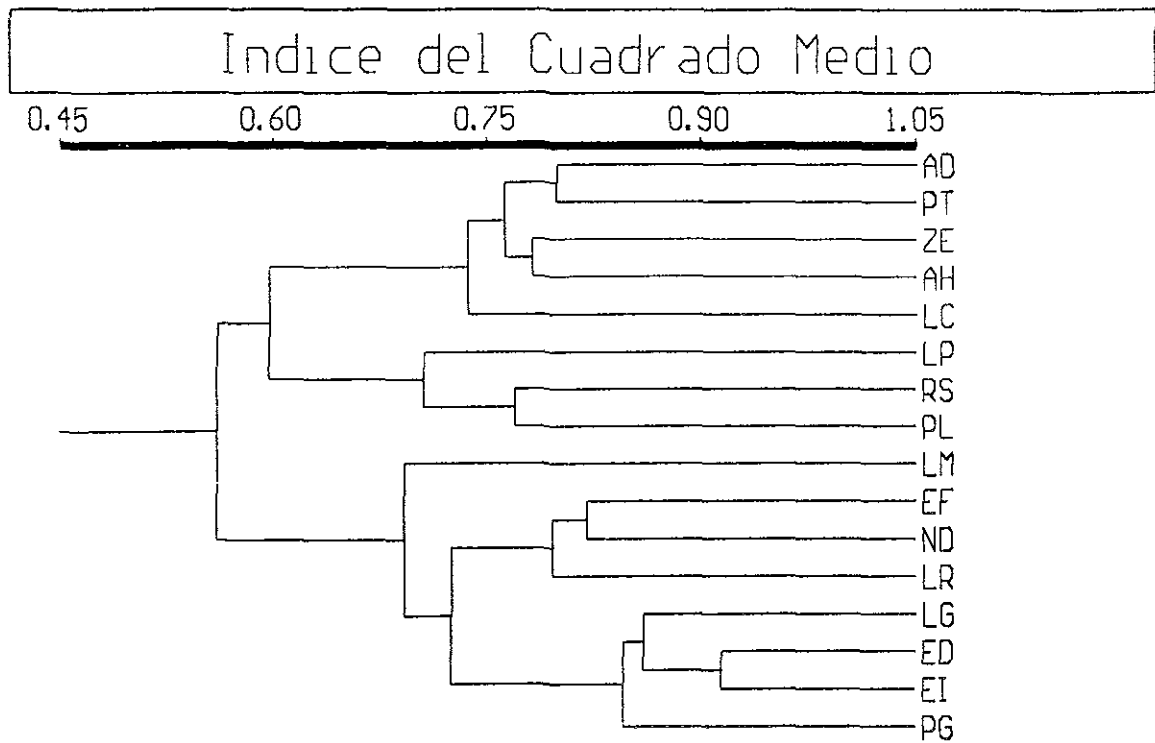


Figura 19. Dendrograma de clasificación para las estaciones de muestreo de las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, obtenido mediante el uso del índice de similitud del Cuadrado Medio.

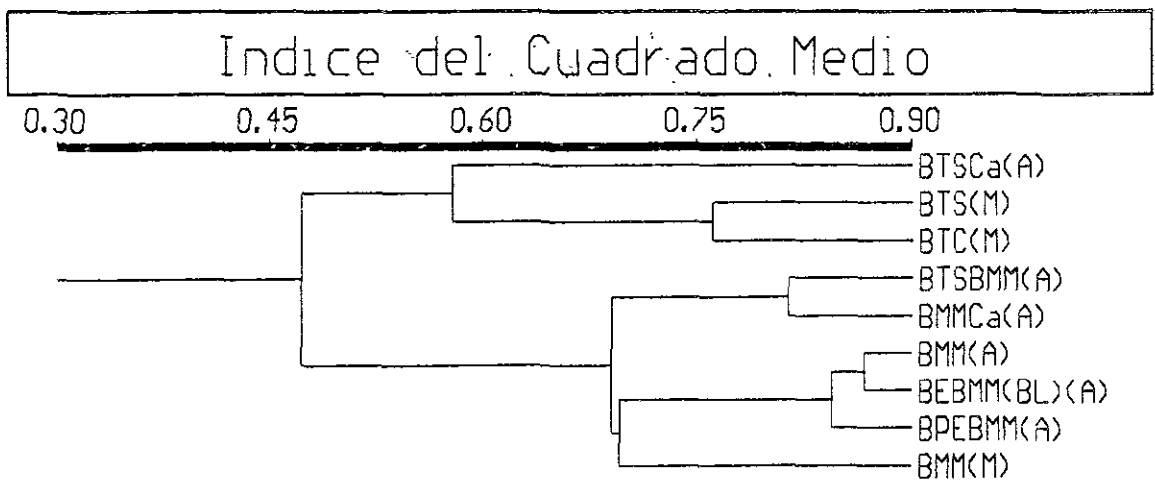


Figura 20. Dendrograma de clasificación para tipos de vegetación en las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, obtenido mediante el índice del Cuadrado Medio.

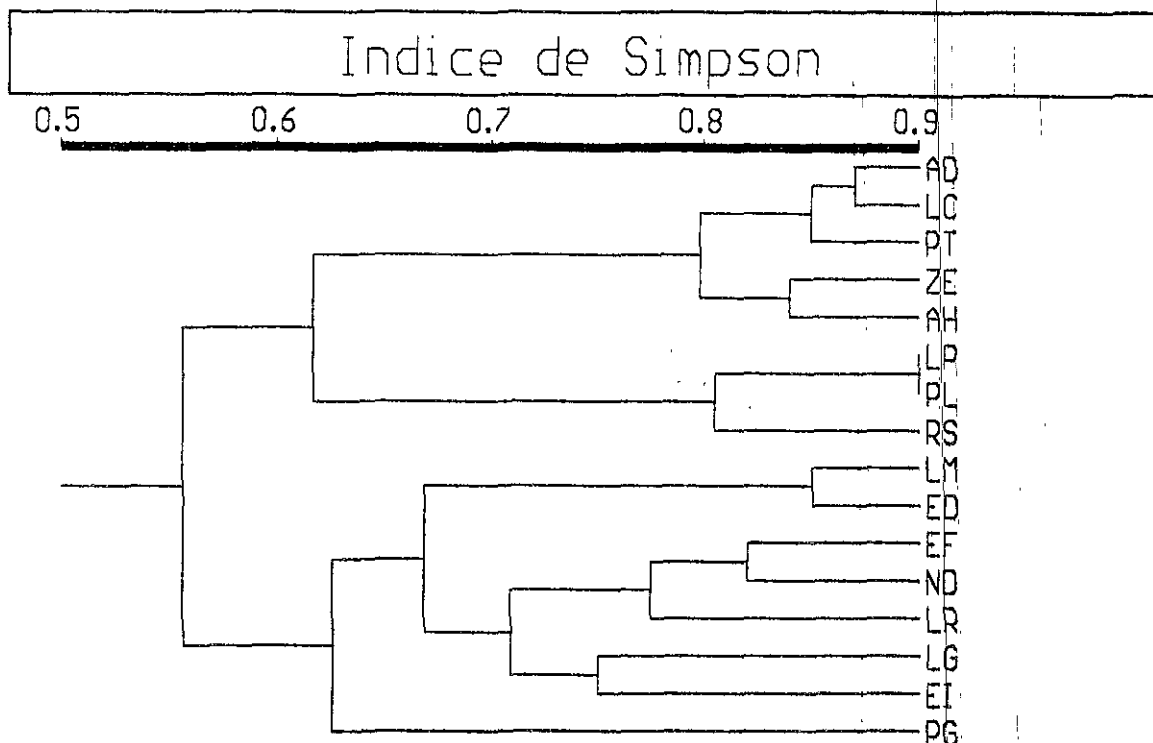


Figura 21. Dendrograma de clasificación para las estaciones de muestreo de las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, obtenido mediante el uso del índice de similitud de Simpson.

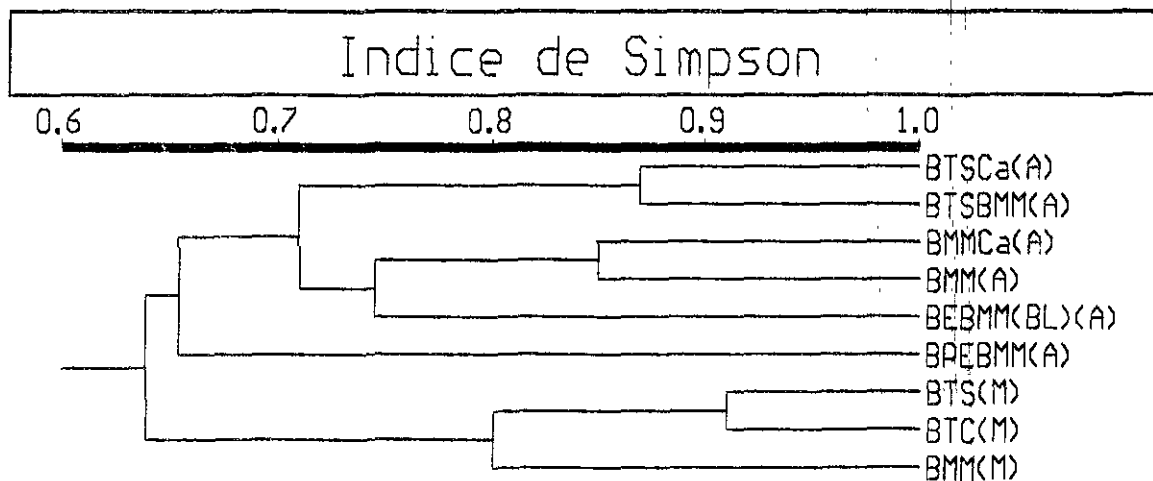


Figura 22. Dendrograma de clasificación para tipos de vegetación en las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, obtenido mediante el índice de Simpson.

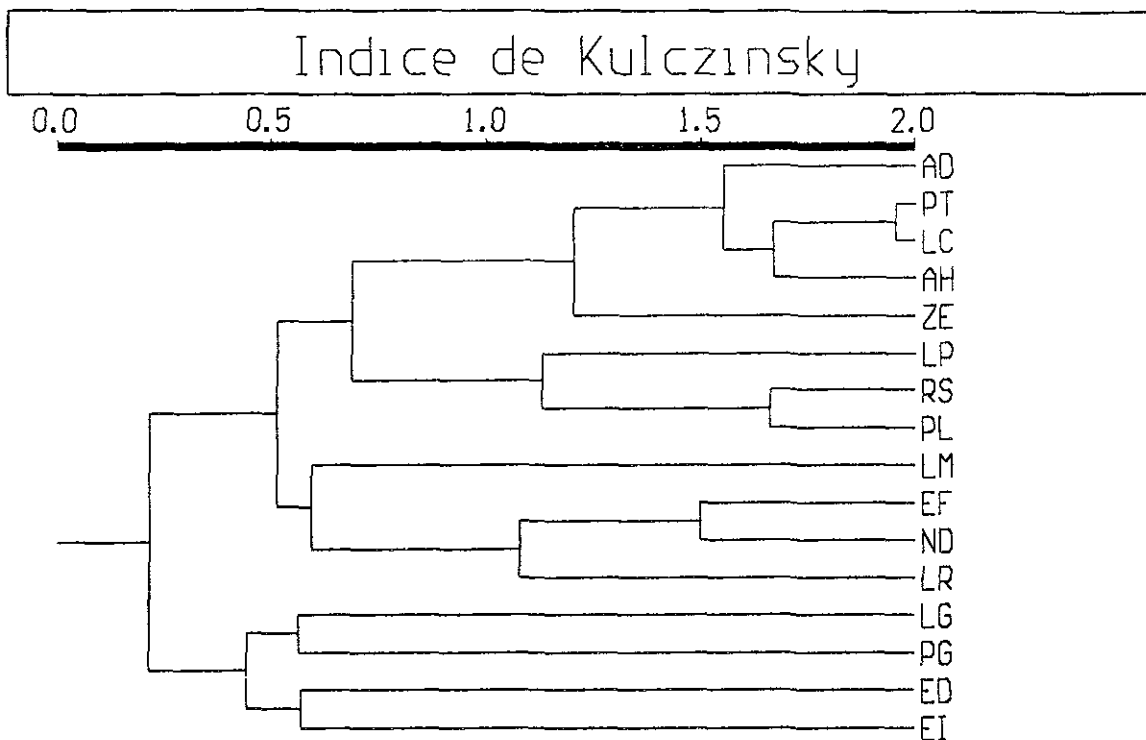


Figura 23. Dendrograma de clasificación para las distintas estaciones de muestreo de las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, obtenido mediante el uso del índice de similitud de Kulczinsky.

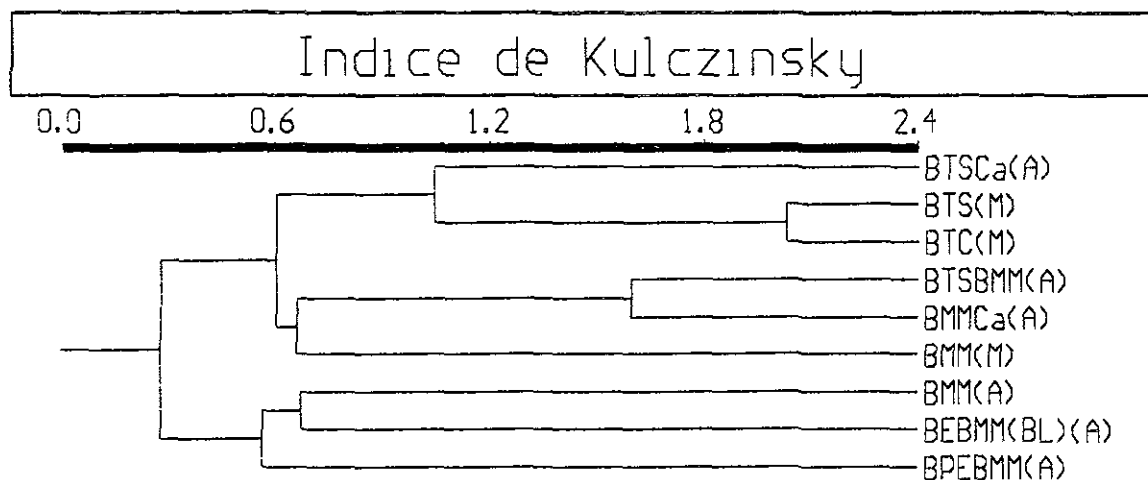


Figura 24. Dendrograma de clasificación para tipos de vegetación en las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, obtenido mediante el índice de Kulczinsky.

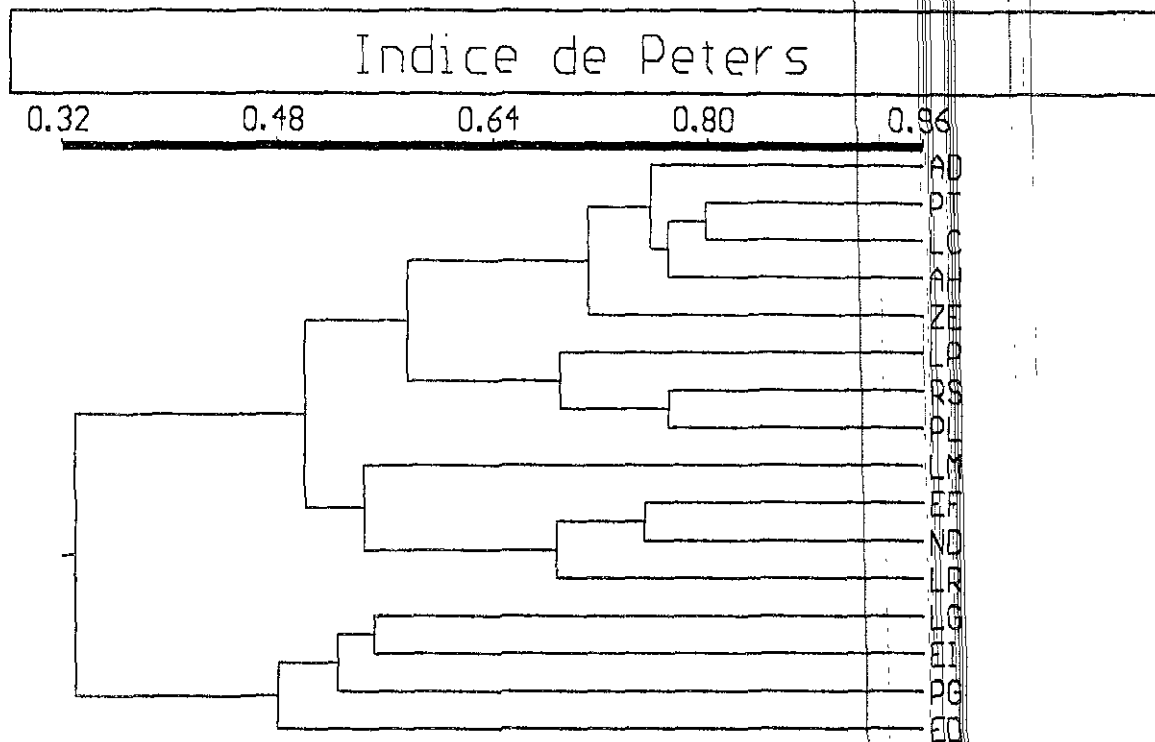


Figura 25. Dendrograma de clasificación para las estaciones de muestreo de las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, obtenido mediante el uso del índice de similitud de Peters.

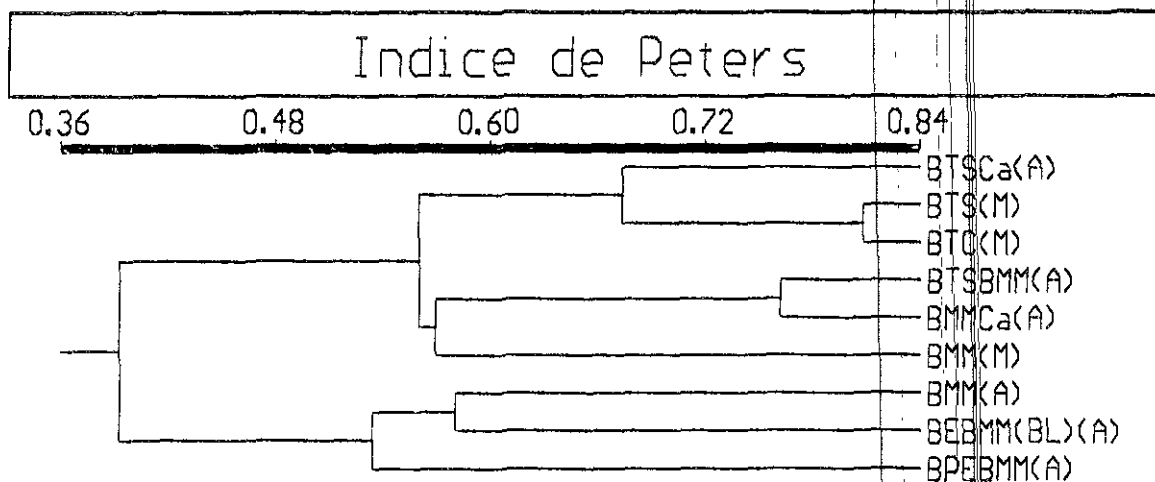


Figura 26. Dendrograma de clasificación para tipos de vegetación de las sierras de Atoyac de Álvarez y Manantlán, obtenido mediante el índice de Peters.