

LAS MARIPOSAS (RHOPALOCERA: PAPILIONIDAE, PIERIDAE Y NYMPHALIDAE) DE LA SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA DE LA REGIÓN DE CALAKMUL, MÉXICO, CON NUEVOS REGISTROS

AIXCHEL MAYA MARTÍNEZ¹, CARMEN POZO ^{2,1} Y EMIGDIO MAY UC¹

¹Museo de Zoología, El Colegio de la Frontera Sur. Av. Centenario km 5.5, C.P. 77900, Chetumal, Q. Roo.

²McGuire Center for Lepidoptera and Biodiversity, Florida Museum of Natural History. SW 34th. Street and Hull Road, Gainesville, Florida 32611-2710, USA. amaya@ecosur-qroo.mx, cpozo@flmnh.ufl.edu, emagiyc@hotmail.com

Maya Martínez, A., C. Pozo y E. May Uc. 2005. Las mariposas (Rhopalocera: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) de la selva alta subperennifolia de la región de Calakmul, México, con nuevos registros. *Folia Entomol. Mex.*, 44(2): 123-143.

RESUMEN. Este trabajo presenta una lista de especies de mariposas diurnas (Papilionoidea: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) de la selva alta subperennifolia húmeda (SASH) de la región de Calakmul (RCK). Este ambiente hasta ahora ha sido poco documentado y, aún cuando son mínimos los parches de esta selva en la RCK, ellos podrían representar un papel importante en el incremento de las especies de mariposas diurnas para la zona. En 2003 se hicieron 27 días de muestreo en enero, abril, mayo, agosto, septiembre y noviembre ("nortes", secas y lluvias) utilizando redes entomológicas y trampas cebadas. Además de la lista, se obtuvo la estacionalidad de las mariposas; se realizó un análisis comparativo en la SASH, y las selvas baja caducifolia seca (SBC) y mediana subcaducifolia (SMSs) de la RCK, obteniendo la diversidad beta entre ellas; se comparó, también, a la SASH de la RCK con otros sitios de México con selva alta. Se obtuvieron 123 especies de mariposas, con cuatro nuevos registros para la Península de Yucatán y tres para el estado de Campeche. Se observó un incremento importante de especies en el mes de agosto (lluvias). La SASH compartió un mayor número de especies (108) con la SMSs de la RCK, presentando una alta diversidad beta (0.78) entre los tres tipos de vegetación. Finalmente, la comunidad de mariposas diurnas de la SASH de la RCK se asemejó con las de sitios de Chiapas y Tabasco que presentan selva alta. Este trabajo demuestra la importancia de los manchones de SASH de la RCK en la contribución faunística regional.

PALABRAS CLAVE: Mariposas, selva alta subperennifolia, Calakmul, diversidad beta, nuevos registros, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae.

Maya Martínez, A., C. Pozo, and E. May Uc. 2005. Butterflies (Rhopalocera: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) of the high tropical evergreen forest of the region of Calakmul, Mexico, with new records. *Folia Entomol. Mex.*, 44(2): 123-143.

ABSTRACT. We present a list of diurnal butterflies (Papilionoidea: Papilionidae, Pieridae and Nymphalidae) associated with the high tropical evergreen forest (SASH) from the Calakmul area (RCK). This patchy forest type has been poorly studied to date, and while it represents a low percentage of the natural vegetation in RCK, it might contribute significantly to the richness of diurnal butterflies in the area. During 2003, we sampled three SASH patches for a total of 27 days, in January, April, May, August, September and November, in order to encompass the three seasons recognized for the area ("north winds", dry, and rainy seasons). Samplings were conducted using entomological nets and baited traps. Besides compilation of a species list, we also obtained the seasonality of butterflies associated with SASH within RCK. We compared SASH fauna with low tropical semi-evergreen forest (SBC) and medium tropical semi-evergreen forest (SMSs) for RCK, to estimate beta diversity. We also compared SASH from RCK with other high tropical forests from Mexico. We recorded 123 species of diurnal butterflies for SASH in RCK, including four new records for the Yucatan Peninsula, and three for the state of Campeche. Species richness presented a peak in August, during the rainy season. SASH shared the highest number of species (108) with SMSs in RCK, but beta diversity was

high (0.78) among the three types of vegetation. Finally, the community of diurnal butterflies of SASH in RCK was rather similar to that of high tropical evergreen forest in Chiapas and Tabasco. This study highlights the regional contribution of SASH patches to butterfly richness in the area, which will help to design monitoring programs, and favor the conservation of biodiversity in the region.

KEY WORDS: Butterflies, high tropical evergreen forest, Calakmul, beta diversity, new records, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae.

Los ropalóceros son el grupo de insectos mejor conocido taxonómicamente, debido a lo cual han resultado muy atractivos para estudios de ecología, biogeografía, etología, además de ser utilizado como un grupo sustituto para medir la diversidad de plantas. Por este motivo, las mariposas diurnas han estado ganando la atención de los ecólogos y conservacionistas para estudios de biodiversidad, conservación, impacto ambiental y monitoreo de poblaciones animales, todo lo anterior, por ser un taxón indicador, ya que es conspicuo, abundante, y de fácil recolección e identificación (Blair, 1999; Llorente *et al.*, 1996; New, 1997; Summerville y Crist, 2003).

La selva alta (SA) cubre el siete por ciento de la superficie continental y, debido a su creciente disminución, su conservación requiere de especial atención (Norman, 1988; Wilson, 1988). En México, esta selva llegó a cubrir el 13% del territorio (Rzedowski, 1978); sin embargo, Granillo (1985) y Toledo (1988) consideran que se ha reducido al 10% de su superficie original. Actualmente solo se le encuentra en la región de la Lacandona y en algunos enclaves de la Llanura Costera del Golfo de México Sur, mientras que en el Pacífico sólo ocupa una pequeña parte al sur del Soconusco, Chiapas. En el estado de Campeche existe en la zona sur (Martínez y Galindo-Leal, 2002; Miranda, 1958; Miranda y Hernández-X, 1963; Rzedowski, 1978). En la Reserva de la Biosfera de Calakmul existe selva alta subperennifolia húmeda (SASH), según la clasificación que presentan Martínez y Galindo-Leal (2002); esta selva se presenta en parches pequeños y aislados, y en ellos se encuentra alrededor del 50% de las especies vegetales registradas para toda la zona (Galindo-Leal, 2001; Galindo-

Leal, *et al.*, 2000).

Pozo *et al.* (2003) citan 423 especies de mariposas diurnas para la región de Calakmul (RCK), con base en trabajos faunísticos dirigidos hacia la selva mediana subcaducifolia seca (SMSs) y selva baja caducifolia (SBC). Además se hicieron recolectas en parches de SASH, en donde los autores registraron 89 especies de Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae.

Salinas-Gutiérrez *et al.* (2004) elaboraron un análisis de la diversidad de mariposas en las selvas altas de la vertiente atlántica de México, utilizando los trabajos realizados en Tabasco (Martínez, 1994; Routledge, 1977; Villegas, 1998), Oaxaca (Luis *et al.*, 1991), Chiapas (de la Maza y de la Maza, 1985a, b), Veracruz (Luis *et al.*, 1995; Raguso y Llorente, 1991; Ross, 1975-1977), en donde concluyeron que el 50% de la diversidad de los Papilionoidea de México se encuentra representada en la SA.

De acuerdo con lo anterior, la SASH de la RCK podría representar un papel muy importante en el total de la riqueza de mariposas diurnas para la región. Esta vegetación ha sido poco estudiada, y su distribución se encuentra restringida. Está representada por parches pequeños, aislados y se encuentra inmersa en un mosaico, cuya matriz está formada por otros tipos de vegetación, en donde predominan las áreas de SBC y SMSs (Martínez y Galindo-Leal, 2002).

Los objetivos para la realización de este estudio son conocer la riqueza de las mariposas diurnas (Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) de la SASH de la RCK, así como su contribución a la diversidad de los Papilionoidea de esta región mediante un análisis comparativo de sus comunidades y los tipos de vegetación en los que ocu-

Cuadro 1

Características ambientales de localidades de México y Guatemala que presentan algún tipo de selva alta (Calakmul: Ck; Tikal: Tk; Cerro Coconá: CC; Agua Blanca: AB; Tenosique: Ten; La Gringa: LG; Chalchijapa: Cha; Sierra de Juárez: SJ; Yaxchilán: Yax; Chajul: Chj; Los Tuxtlas: LT; altura promedio de los árboles: AA; precipitación: pp; altura sobre el nivel del mar: asnm; temperatura media anual: °C)

Estado	Localidad	Tipo	Composición arbórea	AA	pp	asnm	Clima	°C
Campeche	Ck	Subperennifolia	<i>Manilkara zapota</i> , <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Bucida buceras</i> , <i>Aspidosperma cruentus</i>	25	1076	200-250	Tropical subhúmedo con lluvias de verano	24.6
Guatemala	Tk	Subperennifolia	<i>Pouteria sp.</i> , <i>Manilkara zapota</i> , <i>Mastichodendron foetidissimum</i> , <i>Wimmeria concolor</i> , <i>Brosimum alicastrum</i>	25	1500	100-400	Tropical con lluvias a lo largo del año; los meses más lluviosos son junio, septiembre y octubre	24.5
Tabasco	CC,AB,Ten	Subperennifolia	<i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Dialium gulanense</i> , <i>Pouteria unilocularis</i> , <i>Manilkara zapota</i>	30	2500-3000	0-900	Cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano	26.1
Oaxaca	LG,Cha, SJ	Perennifolia	-	30	1600-3000	-	Cálido a cálido subhúmedo	20
Chiapas	Yax, Chj	Perennifolia y subperennifolia	<i>Bumelia persimilis</i> , <i>Prunus salasii</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Brosimum alicastrum</i>	30	2000 - 5000	100-1400	Cálido húmedo a subhúmedo	20
Chiapas	Yax, Chj	Perennifolia y subperennifolia	<i>Bumelia persimilis</i> , <i>Prunus salasii</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Brosimum alicastrum</i>	30	2000 - 5000	100-1400	Cálido húmedo a subhúmedo	20
Veracruz	LT	Perennifolia	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Ficus sp.</i>	30-40	2000-4500	-	Cálido-húmedo con lluvia todo el año y abundantes lluvias en verano	18-26

ren. Con lo cual se pretende entender la importancia de la SASH en la RCK a través de un grupo modelo como los Rhopalocera.

Área de estudio. La RCK se encuentra dentro de la Provincia Biótica del Petén, y contiene el área forestal más extensa del trópico mexicano; es una región con relieve plano, en donde dominan suelos calizos y corrientes superficiales limi-

tadas. Esta región se caracteriza por presentar una marcada estacionalidad, dividida en tres temporadas: “nortes” (octubre-enero), secas febrero-mayo) y lluvias (junio-septiembre) (Galindo-Leal, 2003; Martínez y Galindo-Leal, 2002; Miranda, 1958; Miranda y Hernández-X, 1963; Orellana *et al.*, 2003; UAdY, 1999; Valencia-Díaz, 2001).

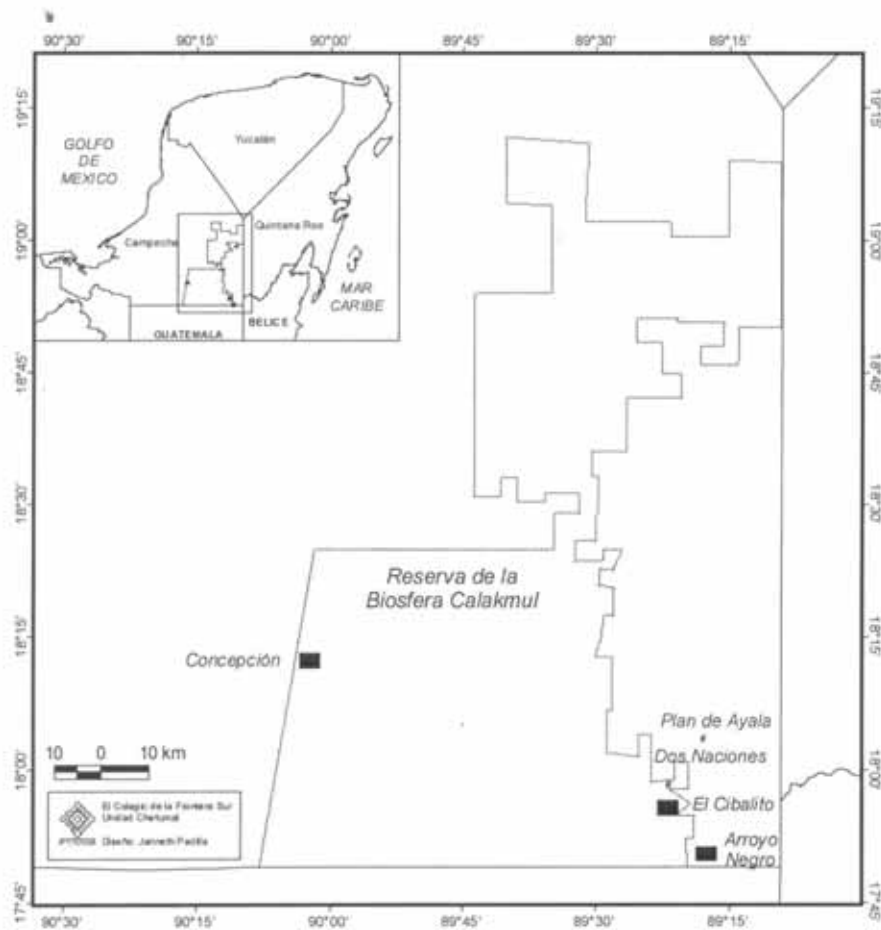


FIGURA 1. Mapa de localización de sitios con selva alta subperennifolia húmeda de la región de Calakmul (Arroyo Negro, El Cibalito, Concepción, Dos Naciones y Plan de Ayala). El rectángulo representa las localidades recolectadas en este trabajo, las demás localidades son los datos tomados de literatura y museo.

La SASH se distribuye en la zona sur de la RCK, en sitios con suelos desarrollados y protegidos de los vientos, en una franja cercana a la frontera con Guatemala; esta intercalada con bajos y carece de palmas en el sotobosque, a diferencia de la otros tipos de selvas altas de México y Centro América (García *et al.*, 2001; Galindo-Leal *et al.*, 2000; Martínez y Galindo-Leal, 2002; Rzedowski, 1978). Esta selva es de tipo subperennifolio, el estrato dominante mide 25 m o más de altura promedio; su precipitación anual no es superior a los 2000 mm; su temperatura media anual varía entre los 20 y 26 °C (Martínez y Galindo-Leal, 2002) (Cuadro 1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo. La presente investigación se realizó en tres sitios con SASH, inmersos en el paisaje de la RCK: Arroyo Negro (17°51'32.1''N, 89°15'00.1''O), El Cibalito (17°55'21''N, 89°24'37''O) y Concepción (18°12'2''N, 90°1'8''O) (Figura 1). Los sitios de estudio se seleccionaron según su tamaño, distribución en la RCK y acceso. Para la recolecta de mariposas se emplearon diez horas de muestreo por día, y tres días por temporada ("nortes", secas y lluvias) para cada área (Arroyo Negro, El Cibalito y Concepción), lo que totaliza 27 días, distribuidos en los meses de noviembre, enero, abril, mayo, agosto y septiembre. La elección de estas temporadas se hizo con base en los trabajos de Galindo-Leal (2003), Martínez y Galindo-Leal (2002), Orellana *et al.*, (2003), Pozo *et al.* (2003) y Valencia-Díaz (2001), quienes mencionaron la marcada estacionalidad de la región.

Se utilizaron redes entomológicas áreas y 15 trampas tipo *Van Someren-Rydon* (Rydon, 1964) por sitio, diez de las cuales se pusieron de forma sistemática en los mismos puntos en cada salida; las cinco restantes se colocaron al azar en diferentes lugares en cada salida. Asimismo, se emplearon binoculares, recomendados para uso entomológico (10x, 25; *BioQuip*®), para avistar es-

pecies que se distribuyen en el dosel de los árboles (Brown, 1972; Llorente *et al.*, 1990). El horario de recolecta fue cubierto por tres personas de las 7:00 a las 17:00 horas, y las trampas fueron revisadas a las 8:00 y a las 16:00 horas.

Trabajo de laboratorio. Se realizó una búsqueda de ejemplares de mariposas diurnas (Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) recolectados en SASH de la RCK, tanto en literatura (Pozo *et al.*, 2003) como en la Colección Lepidopterológica del Museo de Zoología de ECOSUR/Chetumal (ECO-CH-L). Algunos ejemplares se montaron en el laboratorio, siguiendo las técnicas de preparación y rotulación estándar (Howe, 1975; Llorente *et al.*, 1990). Con los datos obtenidos en la literatura, la Colección y el trabajo de campo se generó la lista de especies de Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae (*sensu* Kristensen, 1976) de la SASH de la RCK, con referencia a su época de vuelo; la nomenclatura de esta lista sigue la obra de Lamas (2004).

Se presenta un análisis de las especies que la SASH comparte con cada uno de los ambientes (SBC y SMSs) que dominan en la RCK, así como las exclusivas y las que se encuentran en los tres tipos de vegetación. Se obtuvo la diversidad beta (b) para la RCK: $b = (\sum n^1/n)^{-1}$, donde "n¹" es el número de especies de cada vegetación, y "n" es el número total de especies (Moreno, 2001).

Se hizo un análisis comparativo entre la SASH y sitios de México y Guatemala en donde se documenta la presencia de SA, considerando los datos de diversos autores que vienen incluidos en la investigación de Salinas-Gutiérrez *et al.* (2004), el trabajo de Austin *et al.*, (1996) y datos inéditos de Yaxchilán, Chiapas (A. Luis, *com. pers.*). Aunque en este trabajo los datos obtenidos son cuantitativos, para la comparación se convirtieron en datos binarios de presencia-ausencia, esto con la finalidad de evitar sesgos por intensidad de muestreo entre los distintos sitios comparados. Para la comparación se utilizó el programa *Primer*, versión 5 (Clarke y Gorley, 2001a) y se

obtuvo el índice de Bray-Curtis, el cual es cuantitativo, pero es recomendado para utilizarse en casos de datos cualitativos binarios tanto por el mismo programa, como por varios autores (Clarke y Gorley, 2001b; Herrando-Pérez, 2003; Herrera-Moreno, 2000).

RESULTADOS

De la revisión de los ejemplares depositados en la colección ECO-CH-L, en la literatura, y de las

recolectas hechas en campo, se obtuvieron 2070 ejemplares de mariposas diurnas para la SASH de tres familias, 13 subfamilias, 69 géneros y 123 especies (12 Papilionidae, 19 Pieridae y 92 Nymphalidae) provenientes de las localidades Arroyo Negro (50 especies), El Cibalito (58), Concepción (32), Dos Naciones (107) y Plan de Ayala (64) (Cuadro 2; Anexo 1).

Cuadro 2

Riqueza específica de cinco sitios con selva alta subperennifolia húmeda de la región de Calakmul (Arroyo Negro: AA; El Cibalito: Ci; Concepción: Co; Dos Naciones: DN; Plan de Ayala: PA). Entre paréntesis se presenta el porcentaje de cada familia en relación al total de mariposas diurnas de la selva alta de Calakmul

Familia	AA	Ci	Co	DN	PA	Total
Subfamilia						
Papilionidae	3	7	3	8	1	12 (10%)
Papilioninae	3	7	3	8	1	12
Pieridae	3	3	6	19	12	19 (15%)
Coliadinae	2	1	5	15	11	15
Pierinae	1	2	1	4	1	4
Nymphalidae	44	48	23	80	51	92 (75%)
Heliconiinae	2	5	3	10	7	10
Nymphalinae	8	8	3	17	9	17
Biblidinae	9	11	5	17	14	21
Charaxinae	10	7	5	10	4	13
Apaturinae	-	-	-	2	3	3
Morphiinae	6	5	3	3	4	6
Satyrinae	8	12	4	11	9	14
Danainae	-	-	-	4	3	4
Ithomiinae	1	2	-	3	-	3
Libytheinae	-	-	-	1	-	1
Total	50 (41%)	58 (47%)	32 (26%)	107 (87%)	64 (52%)	123

La riqueza conocida de Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae en la RCK se aumentó de 149 a 156 especies. De igual manera incrementó el número de especies de mariposas diurnas registradas para la SASH de 89 a 123 (34 especies), de acuerdo con los datos de Pozo *et al.* (2003) y por este trabajo.

Se obtuvieron siete (6%) nuevos registros, de los cuales cuatro son para la Península de Yucatán: *Archaeoprepona meander phoebus* (Boisduval, 1870); *Consul fabius cecrops* (Doubleday, [1849]); *Memphis philumena xenica* (H.W. Bates, 1864); y *Taygetis mermeria excavata* Butler, 1868; y tres para el estado de Campeche: *Heliconius ismenius telchinia* Doubleday, 1847; *Heraclides androgeus epidaurus* (Godman y Salvin, 1890); y *Opsiphanes tamarindi tamarindi* C. Felder y R. Felder, 1861. De estos nuevos registros, cinco son de El Cibalito, cuatro de Arroyo Negro, y dos de Dos Naciones (Cuadro 3; Anexo 2). De las 123 especies registradas en la SASH, 88 (72%) se recolectaron en la temporada de “nortes”, 67 (54%) en secas, 108 (88%) en llu-

vias, y 51 (41%) ocurren en las tres temporadas. Cuatro especies (3%) fueron recolectadas solo en la temporada de “nortes”, cinco (4%) para secas, y 25 (20%) para lluvias (Figura 2; Anexo 1). Comparando la SASH con las selvas mediana subcaducifolia seca y baja caducifolia de la RCK, se tiene que los tres tipos de vegetación comparten 101 especies, lo que representa el 65%; mientras que la SASH con la SMSs comparte 108 (69%), con la SBC 102 (65%), y la SMSs con la SBC 119 especies (76%). En cuanto a las especies exclusivas para cada ambiente, la SASH tiene 13, lo que representa el 11% del total de sus especies, la SMSs ocho (6%) y la SBC seis (5%) (cuadro 4). Con este trabajo, las especies exclusivas para la SASH de la RCK incrementa de seis a trece especies, según lo registrado por Pozo *et al.* (2003). La diversidad beta entre los tres tipos de vegetación es alta (0.78), mientras que entre la SASH y la SMSs es de 0.39, entre la SASH y la SBC es de 0.40, y entre la SMSs y la SBC es de 0.39.

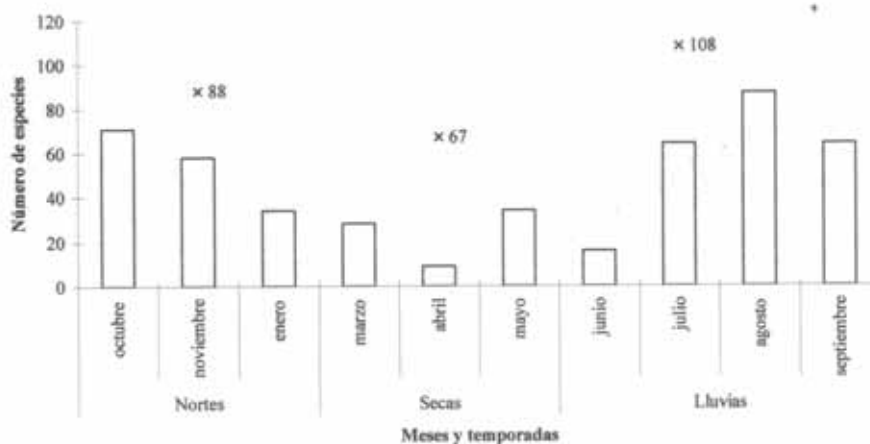


FIGURA 2. Meses de recolecta y temporalidad de las mariposas diurnas de tres sitios de selva alta subperennifolia húmeda de la región de Calakmul (x: especies por temporada).

Cuadro 3

Especies exclusivas para la selva alta subperennifolia húmeda de la región de Calakmul y nuevos registros para la Península de Yucatán y el estado de Campeche

Especie	Exclusivas	Nuevos registros
<i>Heraclides androgeus epidaureus</i> (Godman & Salvin, 1890)	*	*
<i>Philaethria diatonica</i> (Fruhstorfer, 1912)	*	
<i>Heliconius ismenius telchinia</i> Doubleday, 1847	*	*
<i>Castilia ofella</i> (Hewitson, [1864])	*	
<i>Tigridia acesta</i> ssp. n.	*	
<i>Archaeoprepona meander phoebus</i> (Boisduval, 1870)	*	*
<i>Consul fabius cecrops</i> (Doubleday, [1849])	*	*
<i>Memphis philumena xenica</i> (H.W. Bates, 1864)	*	*
<i>Opsiphanes tamarindi tamarindi</i> C. Felder & R. Felder, 1861	*	*
<i>Cissia labe</i> (Butler, 1870)	*	
<i>Taygetis mermeria excavata</i> Butler, 1868	*	*
<i>Mechanitis menapis doryssus</i> H.W. Bates, 1864	*	
<i>M. polymnia lycidice</i> H.W. Bates, 1864	*	

De las 13 especies exclusivas para la SASH, siete son los nuevos registros ya mencionados para la RCK; más cinco que ya habían sido reportadas como exclusivas para la SASH por Pozo *et al.* (2003): *Philaethria diatonica* (Fruhstorfer, 1912); *Castilia ofella* (Hewitson, [1864]); *Tigridia acesta* ssp. n.; *Mechanitis menapis doryssus* H.W. Bates, 1864; y *M. polymnia lycidice* H.W. Bates, 1864; además se registra como exclusiva a *Cissia labe* (Butler, 1870) (Cuadro 3). Aunque ninguna de estas especies se puedan considerar restringidas a las SA en México, en la región no se han registrado fuera de las islas de SASH.

En la figura tres se presenta el dendrograma de las localidades que incluyen los diferentes tipos de selvas altas en México, desde las más húmedas (Sierra de Juárez y Chajul) hasta las más secas (Yaxchilán y Calakmul); así como diferencias en el esfuerzo de recolecta, el tiempo empleado

en cada localidad y el tamaño de las áreas (Cuadros 1 y 6).

Entre la lepidoptero fauna de las SA estudiadas en México y la localidad de Tikal en Guatemala se obtienen, en primera instancia, dos grupos (Figura 3a; b), separándose Tikal (Guatemala) del resto de las localidades de México. El segundo grupo y que está representando a las localidades mexicanas, está dividido a su vez en dos subgrupos en los cuales se están asociando las localidades con dos tipos de selvas y muestreos (Figura 3c; d); en el primer subgrupo se tienen las localidades con mayor extensión, humedad y esfuerzo de recolecta contra las localidades con menor humedad, menor tamaño y conservación, a excepción de las zonas de Calakmul la cual es el área más grande o similar al área de localidades del primer subgrupo y conservada, presumiblemente, de ambos subgrupos (Cuadros 1 y 6).

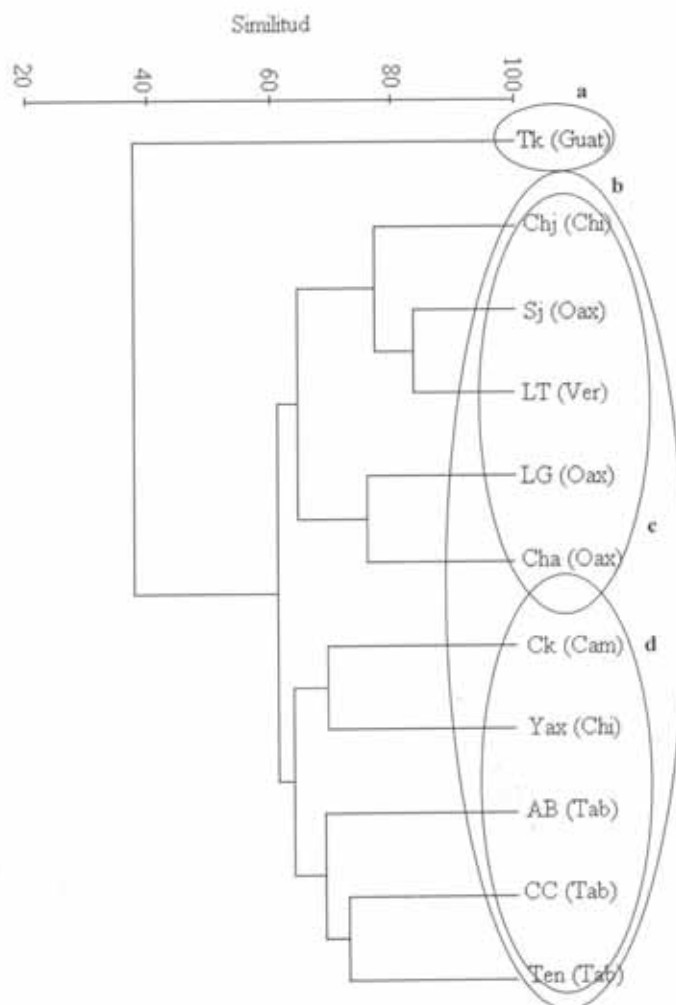


FIGURA 3. Dendrograma de similitud entre sitios de México y Guatemala con vegetación de selva alta, con base en el índice de Bray-Curtis, utilizando el programa Primer, versión 5. a) selva alta de Guatemala; b) grupo de localidades con selva alta de México; c) subgrupo de localidades de mayor extensión geográfica, humedad y esfuerzo de recolecta; d) subgrupo de localidades de menor humedad, menor tamaño y grado de conservación, exceptuando la región de Calakmul. Tikal = Tk; Guatemala = Guat; Chajul = Chj; Chiapas = Chi; Sierra de Juárez = SJ; Oaxaca = Oax; Los Tuxtlas = LT; Veracruz = Ver; La Gringa = LG; Chalchijapa = Cha; Calakmul = Ck; Campeche = Cam; Yaxchilán = Yax; Agua Blanca = AB; Tabasco = Tab; Cerro Coconá = CC; Tenosique = Ten.

DISCUSIÓN

Riqueza Específica. El registro de cuatro nuevas especies para la Península de Yucatán y tres para el estado de Campeche es notorio, si se considera que las SMSs y SBC de la RCk y diferentes sitios del estado de Quintana Roo han sido muestreados de manera sistemática en las últimas décadas (de la Maza y Gutiérrez, 1992; Hoffmann, 1940; Llorente *et al.*, 1997; Luis *et al.*, 2003; Pozo *et al.*, 1991; Pozo *et al.*, 2003; Pozo

y Salas-Suárez, 1998; Salas-Suárez, 1995; Vargas, 1999). De estas especies, *A. meander phoebus*, *C. fabius cecrops* y *T. mermeria excavata* han sido registradas como de ambientes con presencia de algún tipo de selva alta (Hoffmann, 1940; de la Maza, 1987; de la Maza y Gutiérrez, 1992; Llorente *et al.*, 1997; Luis *et al.*, 2003); sin embargo, las especies restantes han sido registradas para otros tipos de ambiente (Anexo2).

Cuadro 4

Matriz de especies compartidas (lados inferior izquierdo) y no compartidas (lado superior derecho) para cada tipo de vegetación de la región de Calakmul (selva alta subperennifolia húmeda: SASh; selva mediana subcaducifolia seca: SMSs; selva baja caducifolia seca: SBC); así como las especies para cada tipo de vegetación y las exclusivas a cada uno de ellos.

	SASh	SMSs	SBC
SASh		41	44
SMSs	108		22
SBC	103	119	
Total	123	134	127
Exclusivas	13	8	6

La mayoría de los nuevos registros provienen de El Cibalito (Anexo 2) debido a las características microambientales que este sitio presenta, tales como la topografía, pues el muestreo se realizó, en su mayoría, en un sendero ubicado entre dos pendientes, situación que no se observó en las demás áreas de recolecta, a excepción de Dos Naciones. En los sitios de Arroyo Negro y Concepción generalmente se recolectó entre la vegetación y no a lo largo de caminos. Mientras que en Dos Naciones, donde también se recolectó una parte importante de los nuevos registros (Anexo 2), además de muestrear cerca de una pendiente, se tenía la influencia de una corriente de agua.

Los sitios que presentan un mayor número de especies son Dos Naciones y Plan de Ayala (Cuadro 2), aún cuando en este último solo se re-

colectó por ocho días y durante la temporada de lluvias (Anexo1), en la que son más abundantes las mariposas (de la Maza 1985a, b; Luis, *et al.*, 1991; Raguso y Llorente, 1991; Shapiro, 1974). Además, el sitio cuenta con especies de borde, lo que incrementa su riqueza (Ries y Debinski, 2001); asimismo, cuenta con un cuerpo de agua (“aguada”), lo cual permite la presencia de un mayor número de especies (New, 1997). Mientras que para los demás sitios (Arroyo Negro, El Cibalito y Concepción) se recolectó solo dentro de los parches de SASh, además de que estos tres son sitios menos alterados que Dos Naciones y Plan de Ayala (Martínez y Galindo-Leal, 2002), y no se encontraron especies características de ambientes abiertos o con algún tipo de disturbio, como píeridos (Larsen, 1996; Lawton *et al.*,

1998).

Estacionalidad. Las mariposas presentan una distribución estacional a lo largo del año, lo cual está influenciada por diversas características ambientales, principalmente por la precipitación (Raguso y Llorente, 1991; Shapiro, 1974). En las selvas de México se pueden observar, de forma frecuente, dos picos de riqueza de mariposas diurnas: uno en la estación seca, y el segundo en la temporada de lluvias (de la Maza 1985a, b; Luis, *et al.*, 1991; Raguso y Llorente, 1991). Sin embargo, de acuerdo con Pozo *et al.* (*en preparación*), para la RCh, el incremento en la riqueza de especies que se presenta en la temporada de secas es mínimo o nulo, comparado con el número de especies registradas en la temporada de lluvias, situación que coincide con lo obtenido en este estudio (Figura 2), en el que se encontró un ligero aumento del número de especies en el mes de mayo (34 especies).

El no encontrar el pico de mariposas en la temporada seca, mencionado por otros autores (de la Maza 1985a, b; Luis, *et al.*, 1991; Raguso y Llorente, 1991), puede estar ocurriendo porque, además de la presencia de tres temporadas en la región ("nortes", secas y lluvias), de ellas, la seca llega a ser extrema, y son pocos los cuerpos de agua superficiales que se presentan (Martínez y Galindo-Leal, 2002; Orellana *et al.*, 2003). Dicha situación probablemente afecta la riqueza de mariposas de la selva alta de Calakmul durante esta temporada, ya que las mariposas en su estadio adulto, requieren de ciertas condiciones de humedad para la obtención de recursos (néctar de flores, miel, secreciones, frutos, entre otros), que favorezcan la realización de sus funciones vitales (vuelo, reproducción, alimentación, etc.) (Gilbert, 1989; New, 1997).

La SASH a nivel regional. El mosaico ambiental de la RCh, en el que se encuentran inmersas diferentes asociaciones vegetales, tiene importancia ecológica para muchos grupos de animales,

entre ellos los Rhopalocera, que obtienen sus recursos en este ambiente heterogéneo (Blair, 1999; Colwell y Coddington, 1994; Larsen, 1996; Lawton *et al.*, 1998; Llorente *et al.*, 1996; Martínez y Galindo-Leal, 2002; New, 1997; Summerville y Crist, 2003); de este mosaico, la SASH esta considerada como uno de los cinco tipos únicos de selva, a escala nacional, mencionados por Martínez y Galindo-Leal (2002); además tiene relevancia por ser de las últimas selvas de la Península de Yucatán en buen estado de conservación, por contener una importante representatividad vegetal de la RCh y por la presencia de afloramientos calizos, situación notable en sitios con clima tropical-húmedo (Martínez, *et al.*, 1999), entre otras características.

Así, las poblaciones de mariposas de la RCh podrían estar comportándose de acuerdo con las particularidades de cada asociación vegetal de la región, observándose que las mas similares entre si, en cuanto a la composición de su lepidoptero-fauna, son la SMSs y la SBC, mientras que la selva alta tiene un número menor de especies compartidas con cada una de ellas (108 con la SMSs y 103 con la SBC). También resalta el hecho de que la SASH presenta una mayor proporción de especies exclusivas (11%), lo que podría indicar que algunas características de esta asociación vegetal, que la hacen diferente de los dos ambientes ya mencionados, tales como la composición, la altura y cobertura vegetal (el dosel es más cerrado), la humedad, el tipo de suelo, entre otras (Cuadro 5), pudieran estar influyendo en la presencia o no de las especies de mariposas en cada tipo de vegetación.

Otra situación que es importante destacar es que, aún cuando el mosaico que conforma a la RCh presenta un gradiente homogéneo de selvas bajas, medianas y altas, y entre ellas no hay una distinción clara en cuanto a la composición de especies de plantas, aunque si en las abundancias de ellas, se registra que la SASH es la que presen-

Cuadro 5

Características ambientales de tres tipos de vegetación de la región de Calakmul.

	SASh	SMSs	SBC
Composición vegetal (especies dominantes)	<i>Manilkara zapota</i> , <i>brosimum alicastrum</i> , <i>Bucida buceras</i> , <i>Aspidosperma cruentus</i> , <i>A. megalocarpum</i> , <i>Lonchocarpus castilloi</i>	<i>Gualacum sanctum</i> , <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> , <i>Beuceamea plibilis</i> , <i>Astronium graveolens</i> , <i>Piscidia piscipula</i>	<i>Piscidia piscipula</i> , <i>Gumnanthes lucida</i> , <i>Manilkara zapota</i>
Altura promedio del estrato arbóreo	25 m	15 a 25 m	5 a 15 m
Ubicación en la región de Calakmul	Sur y suroeste	Ladera occidental, a lo largo de la meseta y en la planicie nororiental	En la parte occidental de la meseta y en cerros de la ladera centro y noroccidental
Suelo	Desarrollado y protegido de los vientos	Poco desarrollados	Poco desarrollados

ta una importante representación de especies de árboles restringidas a ella que la caracterizan, entre las que se incluyen *Aspidosperma megalocarpum* Müll. Arg., *A. cruentum* Woodson, *Calophyllum brasiliense* Cambess., *Pseudolmedia spuria* (Sw.) (Martínez y Galindo-Leal, 2002; Pérez-Salicrup, 2004; Vester, *com. per.*). Esta situación también se ve reflejada con lo que ocurre en la composición de especies de mariposas de la selva alta de la región, ya que ella es la que cuenta con una mayor proporción de especies restringidas a este tipo de vegetación, seguida por la SMSs y la SBC respectivamente.

De las especies de mariposas exclusivas para la SASh de la RCK se registra a *C. labe*, la cual ya había sido reportada por Pozo *et al.* (2003); sin embargo, estos autores no la recolectaron, sólo la encontraron registrada en un museo, y no precisan a qué tipo de vegetación está asociada, por lo que en este trabajo se considera exclusiva para la SASh de la RCK.

Con esta investigación se observa que, aún cuando entre cada par de ambientes (SASh-

SMSs, SASh-SBC y SMSs-SBC) la diversidad beta es media, es decir, son comunidades similares (Bond y Chase, 2002; Condict *et al.*, 2002; Halffter *et al.*, 2001; Ricklefs y Miller, 1999; Ricklefs y Schluter, 1993; Schmitt y Seitz, 2002), la diversidad gamma se ve claramente incrementada por la presencia de cada una de ellas, teniendo una diversidad beta alta entre las tres (SASh-SMSs-SBC). Lo anterior puede deberse a que, aunque es un mosaico en donde sus componentes están muy superpuestos entre sí, cada uno presenta ciertas diferencias micro y macroambientales, tales como la humedad, la composición de especies vegetales o la cobertura arbórea (Martínez y Galindo-Leal, 2002), que son reflejadas en la presencia de especies exclusivas.

La SASh a nivel México y Guatemala. La afinidad ecológica de las especies que se encontraron como exclusivas para la SASh de RCK se corrobora para *H. ismenius telchinia*, al ser registrada en los once sitios de SA documentados por Austin *et al.* (1996) y Salinas-Gutiérrez *et al.* (2004), lo mismo se puede decir para *O. tama-*

rindi tamarindi, *M. menapis doryssus*, *M. polynia lycidice* (10 sitios) y para *C. fabius cecrops* (nueve). Es interesante ver que DeVries (1987) ya las caracterizaba como especies de ambientes primarios con una marcada estacionalidad, situación que ocurre en la SASH de la RCk (Galindo-Leal, 2003; Martínez y Galindo-Leal, 2002; Orellana *et al.*, 2003; Pozo *et al.*, 2003; Valencia-Díaz, 2001).

Debido a que la biota no tiene fronteras o límites políticos, la separación en dos grupos de los sitios con SA de México y Guatemala se debe, probablemente, a factores de muestreo (Cuadro 6), ya que la fauna de la SASH debería estar más asociada con Tikal que con Yaxchilán, Chiapas, por su cercanía, su historia biogeográfica, y su semejanza ambiental, puesto que las selvas de Tikal y de Calakmul presentan una marcada temporada de sequía (Austin *et al.*, 1996; Martínez y

Galindo-Leal, 2002), situación que no se observa en otras selvas altas de México (Álvarez del Toro *et al.*, 1993; Martínez y Galindo-Leal, 2002; Raguso y Llorente, 1991; Schulze y Whitacre, 1999). Asimismo, en el cuadro seis se observa que para estas tres familias, la región guatemalteca es donde se ha registrado una menor diversidad, lo que pudiera estar afectando el índice empleado (Herrera-Moreno, 2000; Moreno, 2001; Sánchez y López, 1988). Además las comunidades reportadas para la SASH de la RCk se incluyen especies de dos sitios en los que se recolectaron especies de borde (Dos Naciones y Plan de Ayala), como se mencionó en párrafos anteriores, ya que al utilizar sólo lo reportado para Arroyo Negro, El Cibalito y Concepción, la composición de lepidópteros de la RCk y Tikal se asemejan más (A. Maya, *Obs. pers.*).

Cuadro 6

Número de especies de mariposas diurnas, por familia, de ocho localidades de México con selva alta (para las siglas ver cuadro 1). Se anotan datos de horas de recolecta. Entre paréntesis se muestran las proporciones de cada familia en relación al total por localidad, y en el total para cada sitio se da el porcentaje en relación a las especies de Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae para México (567 especies).

Localidad	Horas	Papilionidae	Pieridae	Nymphalidae	Total
Ck	256.5	12 (10%)	19 (15%)	92 (75%)	123 (22%)
Tk	-	4 (6%)	3 (4%)	62 (90%)	69 (12%)
CC	416	15 (10%)	23 (15%)	118 (76%)	156 (28%)
AB	270	11 (9%)	15 (13%)	91 (78%)	117 (21%)
Ten	-	14 (16%)	21 (18%)	82 (70%)	117 (21%)
Chj	-	24 (10%)	31 (13%)	181 (77%)	236 (42%)
Yax	660	15 (10%)	26 (17%)	116 (74%)	157 (28%)
LG	272	16 (11%)	19 (13%)	113 (76%)	148 (26%)
Cha	240	12 (9%)	6 (5%)	112 (86%)	130 (23%)
SJ	1997	29 (11%)	22 (9%)	196 (79%)	247 (44%)
LT	-	30 (11%)	45 (16%)	198 (73%)	273 (48%)

Las regiones de Yaxchilán en Chiapas y las islas de SASH en Calakmul resultaron asociadas con una similitud mayor del 75%, lo cual se debe a que son dos de las áreas con SA más secas del País, además de que fisiológicamente estas dos localidades son muy similares (Johnson, 1989) (Cuadro 1). Las localidades de Tabasco resultaron asociadas, probablemente, debido a que se caracterizan por presentar una mayor humedad, poco esfuerzo de recolecta y un estado de deterioro avanzado del ecosistema (Salinas-Gutiérrez et al., 2004) (Cuadros 1 y 6).

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y a El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) por el financiamiento de este proyecto; al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca proporcionada a la primera autora; a Noemí Salas Suárez y Armando Luis Martínez por la determinación de ejemplares, y a este último por facilitarnos los datos inéditos de la localidad de Yaxchilán, Chiapas, así como por la revisión de este artículo, lo mismo que a Sophie Calmé y Enrique Escobedo por sus acertadas correcciones y sugerencias al trabajo; a Alejandro Tuz y Rene Calderón por su apoyo en el trabajo de campo; a R. Calderón y Blanca Rosa Prado Cuellar por su ayuda en la obtención de bases de datos; en la elaboración de mapas, a B. Prado y Janneth Padilla Saldivar. Por su apoyo en la realización de esta investigación a Gonzalo Halffter, Lucrecia Arellano, Gabriela Zacarías de León y José Santos Gómez Morales.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ DEL TORO, M., E.P. ESPINOSA, T.G. CABRERA, C.A. GUICHARD R., A. RAMÍREZ Y G.J. CARTAS. 1993. *Chiapas y su biodiversidad*. Gobierno del Estado de Chiapas, México, 152 pp.
- AUSTIN, G.T., N.M. HADDAD, C. MÉNDEZ, T.D. SISK, D.D. MURPHY, A.E. LAUNER AND P.E. EHRLICH. 1996. Annotated checklist of the butterflies of the Tikal National park Area of Guatemala. *Tropical Lepidoptera*, 7: 21–37.
- BLAIR, R.B. 1999. Birds and butterflies along an urban gradient: surrogate taxa for assessing biodiversity? *Ecological Applications*, 9 (1): 164–170.
- BOND, E.M., AND J.M. CHASE. 2002. Biodiversity and ecosystem functioning at local and regional spatial scales. *Ecology Letters*, 5: 467–470.
- BROWN, K.S., JR. 1972. Maximizing Daily Butterfly Counts. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 26(3): 183–196.
- CLARKE KR., AND R.N. GORLEY. 2001a. *PRIMER v5*. PRIMER-E, Plymouth, UK.
- CLARKE KR., AND R.N. GORLEY. 2001b. *PRIMER v5: User manual/tutorial*. PRIMER-E, Plymouth, UK, 91pp.
- COLWELL, R.K., AND J. CODDINGTON. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Biological Sciences*, 345: 101–118.
- CONDICT, R., N. PITMAN, E.G. LEIGH JR, AND J. CHAVEZ. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science*, 295 (5555): 666–669.
- DE LA MAZA, J.E. Y R.E. DE LA MAZA. 1985a. La fauna de mariposas de Boca de Chajul, Chiapas, México, (Rhopalocera). Parte I. *Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 9: 23–44.
- DE LA MAZA, J.E., Y R.E. DE LA MAZA. 1985b. La fauna de mariposas de Boca de Chajul, Chiapas, México, (Rhopalocera). Parte II. *Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 10: 1–17.
- DE LA MAZA, R.F. 1987. *Mariposas Mexicanas*. Fondo de Cultura Económica, México, 302 pp.
- DE LA MAZA, R.G., Y D. GUTIÉRREZ C. 1992. Ropaloceros de Quintana Roo, su distribución, origen y evolución. *Revista de la Sociedad de Lepidopterología*, 15(1): 3–14.
- DEVRIES, P.J. 1987. *The Butterflies of Costa Rica and their Natural History: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*. Princeton University Press, New Jersey, USA, 327 pp.
- GALINDO-LEAL, C. 2001. Calakmul. Seeing the forest through the trees. *Wildflower*, 17(1): 28–31.
- GALINDO-LEAL, C. 2003. *De dos mundos: sapos, ranas y salamandras en la Península de Yucatán, México*. Pangea Pub. Saint Paul, USA, 152 pp.
- GALINDO-LEAL, C., J.P. FAY, S. WEISS, AND B. SANDLER. 2000. Conservation priorities in the greater Calakmul region, México: correcting the consequences of a congenital illness. *Natural Areas Journal*, 20(4): 376–380.
- GARCÍA G., G., I. MARCH M., Y M.A. CASTILLO S. 2001. Transformación de la vegetación por cambio de uso del suelo en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche. *Boletín del Instituto de Geografía*, 46: 45–57.
- GILBERT, L.E. 1989. The biology of butterfly communities. pp. 41–54. In: R.I. Vane-Wright and P.R. Ackery (eds.), *The biology of butterflies*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- GRANILLO, V.S. 1985. Uso y abuso de la selva. *Información Científica y Tecnológica*, 7: 35–38.
- HALFFTER, G., C.E. MORENO Y E.O. PINEDA. 2001. Manual

- para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. *Manuales & Tesis SEA 2*: 79 p.
- HERRANDO-PÉREZ, S. 2003. *Medidas de diversidad biológica mediante técnicas multivariadas*. Manual de curso. Troglobia, España, 20 pp.
- HERRERA-MORENO, A. 2000. *La clasificación numérica y su aplicación en la ecología*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana, 88 pp.
- HOFFMANN, C. C. 1940. Catálogo sistemático y zoogeográfico de los lepidópteros mexicanos. Primera parte: Papilionoidea. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 11:639-739.
- HOWE, W.H. (ED.) 1975. *The butterflies of North America*. Doubleday and Co. Inc., Garden City, New York, XIII, 633 pp.
- JOHNSON, J.D. 1989. *A biogeographic analysis of the herpetofauna of Northwestern Nuclear Central America*. Milwaukee Public Museum. USA, 76:1-75.
- KRISTENSEN, N. 1976. Remarks on the family-level phylogeny of butterflies (Insecta, Lepidoptera, Rhopalocera). *Zeitschrift fuer Zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, 14:25-33.
- LAMAS, G. 2004. Checklist: part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea. In: J.B. Heppner (ed.), *Atlas of Neotropical Lepidoptera*. Association for Tropical Lepidoptera/ Scientific Publishers, Vol. 5A, Gainesville, USA.
- LARSEN, T.B. 1996. Butterflies as indicator species in Africa. *Tropical Lepidoptera News*, 3:1-4
- LAWTON, J.H., D.E. BIGNELL, B. BOLTON, G.F. BLEMERS, P. EGGLETON, P. M. HAMMOND, M. HODDA, R.D. HOLT, T.B. LARSEN, N.A. MAWDSLEY, N.E. STORK, D.S. SRIVASTABA, AND A.D. WATT. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*, 391(1): 72-76.
- LORENTE B., J., A. GARCÉS, T. PULIDO E I. LUNA. 1990. *Manual de recolección y preparación de animales*. UNAM, México, 270 pp.
- LORENTE B., J., A. LUIS M., I. VARGAS F., Y J. SOBERÓN M. 1996. Papilionoidea (Lepidoptera). pp. 531-549. In: J. Lorente B., A. N. García A., y E. González S. (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM, México.
- LORENTE B., J.E., L. OÑATE O., A. LUIS M., E I. VARGAS F. 1997. *Papilionidae y Pieridae de México: distribución geográfica e ilustración*. CONABIO-UNAM. México, viii + 227 pp, 28 pls.
- LUIS M., A., J.E. LORENTE B. E I. VARGAS F. 2003. *Nymphalidae de México I (Danainae, Apaturinae, Biblidinae y Heliconinae): distribución geográfica e ilustración*. CONABIO-UNAM, México, 249 pp.
- LUIS, A., I. VARGAS Y J. LORENTE. 1991. Lepidoptero fauna de Oaxaca I: Distribución y Fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*, 3: 1-119.
- LUIS, A., I. VARGAS Y J. LORENTE. 1995. Síntesis de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) del Estado de Veracruz. *Folia Entomológica Mexicana*, 93: 91-133.
- MARTÍNEZ, E., Y C. GALINDO-LEAL. 2002. La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71: 7-32.
- MARTÍNEZ, E., C. RAMOS Y M. SOUSA S. 1999. Calakmul sorpresas de la naturaleza. *Pronatura*, 7: 30-39.
- MARTÍNEZ, G.L. 1994. *Inventario de la división Rhopalocera (Lepidoptera: Frenatae) del parque estatal de Agua Blanca, Tabasco*. Tesis Profesional. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, 54 pp.
- MIRANDA, F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. pp. 215-271. In: E. Beltrán (ed.), *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*, tomo II. IMRNAR, México.
- MIRANDA, F., Y E. HERNÁNDEZ-X. 1963. Tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28: 29-179.
- MORENO, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. *Manuales & Tesis SEA*, 1: 83 pp.
- NEW, T.R. 1997. *Butterfly Conservation*. 2a ed. Oxford University Press, Oxford, USA, 248 pp.
- NORMAN, M. 1988. Tropical forest and their species. pp. 28-35. In: E. O. Wilson (ed.), *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, USA.
- ORELLANA, R., G. ISLEBE, Y C. ESPADAS. 2003. Presente, pasado y futuro de los climas de la Península de Yucatán. pp. 37-52. In: P. Colunga-GarcíaMarín, y A. Larqué-Saavedra (eds.), *Naturaleza y sociedad en el área Maya. Pasado, presente y Futuro*. Academia Mexicana de Ciencias y CICY, Yucatán, México.
- PÉREZ-SALICRUP, D. 2004. Forest types and their implications. pp. 63-80. In: B.L. Turner II, J. Geoghegan and D.R. Foster (eds.), *Integrated land-change science and tropical deforestation in the Southern Yucatán*. *Final Frontiers*. Oxford University Press, USA.
- POZO, C., E. ESCOBEDO C., J.L. RANGEL S., Y P. VIVEROS L. 1991. Fauna. pp. 49-78. In: T. Camarena-Luhrs y S. Salazar-Vallejo (eds.), *Estudios ecológicos preliminares de la zona sur de Quintana Roo*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México.
- POZO, C., J. LORENTE B., A. LUIS M., N. SALA S., E I. VARGAS. *En preparación*. An analysis of methods and techniques for monitoring and inventory butterflies in a tropical area: a long-term study. In: C. Pozo. *La influencia de la heterogeneidad especial y temporal en las comunidades de mariposas en la región de Calakmul, México*. Tesis de doctorado. ECOSUR.
- POZO, C., A.M. LUIS-MARTÍNEZ, S. UC-TESCUM, N. SALAS-SUÁREZ AND A. MAYA-MARTÍNEZ. 2003. Butterflies (Papilionoidea and Hesperioidea) of Calakmul, Campeche,

Maya-Martínez, et al.: Mariposas de la selva alta de Calakmul

- México. *The Southwestern Naturalist*, 48(4): 505-525.
- POZO, C. Y N. SALAS-SUÁREZ. 1998. Mariposas. pp. 348-350. In: *Enciclopedia de Quintana Roo*, Tomo 5, México.
- RAGUSO, R.A., AND J. LLORENTE. 1991. The butterflies (Lepidoptera) of the Tuxtla Mts., Veracruz, Mexico, revisited: species-richness and habitat disturbance. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 29: 105-133.
- RICKLEFS, R.E., AND D. SCHLUTER (EDS). 1993. *Species diversity in ecological communities, historical and geographical perspectives*. University of Chicago Press. Chicago, USA, 414 pp.
- RICKLEFS, R.E., AND G.L. MILLER. 1999. *Species, Diversity in Ecological Communities*. The University of Chicago Press, Chicago, USA, 822 pp.
- RIES, L., Y D.M. DEBINSKI. 2001. Butterfly responses to habitat edges in the highly fragmented prairies of Central Iowa. *Journal of Animal Ecology*, 70: 840-852.
- ROSS, G.N. 1975-1977. An ecological study of the butterflies of the Sierra de Tuxtla, Veracruz, México. *The Journal of Research on the Lepidoptera*, 14 (2): 103-124, (3): 169-188, (4): 233-252; 15 (1): 41-60, (2): 109-128, (3): 185-200, (4): 225-240; 16 (2): 87-130.
- ROUTLEDGE, C.E. 1977. El suborden Rhopalocera (Lepidoptera) del estado de Tabasco. Su lista, frecuencia, diversidad y distribución. *Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 3: 57-73.
- RYDON, A. 1964. Notes on the use of butterfly traps in East Africa. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 18 (1): 51-58.
- RZEDOWSKI, J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa, México, 432 pp.
- SALAS-SUÁREZ, N. 1995. *Listado faunístico de la familia Pieridae (Papilionoidea) del estado de Quintana Roo*. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico de Chetumal. Chetumal, México, 64 pp.
- SALINAS-GUTIÉRREZ, J.L., A. LUIS-MARTÍNEZ, AND J. LLORENTE-BOUSQUETS. 2004. Papilionoidea of the evergreen tropical forests of Mexico. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 58(3): 125-142.
- SÁNCHEZ, O., Y G. LÓPEZ. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*, 75: 119-145.
- SCHMITT, T., AND A. SEITZ. 2002. Influence of habitat fragmentation on the genetic structure of *Polyommatus coridon* (Lepidoptera: Lycaenidae): implications for conservation. *Biological Conservation*, 107: 291-297.
- SCHULZE, M.D., Y D.F. WHITACRE. 1999. A classification and ordination of the tree community of Tikal National Park, Petén, Guatemala. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History*, 41 (3): 169-297.
- SHAPIRO, A.M. 1974. The temporal component of butterfly species diversity. pp. 181-195. In: M.L. Cody y J.M. Diamond (eds.), *Ecology and evolution of communities*. The Belknap Press of Harvard University Press, Massachusetts and London England.
- SUMMERVILLE, K.S., AND T.O. CRIST. 2003. Determinants of lepidopteran community composition and species diversity in eastern deciduous forests: roles of season, eco-region and patch size. *Oikos*, 100: 134-148.
- TOLEDO, V.M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*, 81: 17-30.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN (UAADY). 1999. *Atlas de procesos territoriales de Yucatán. Evaluación climática. III.2. Facultad de Arquitectura, México*.
- VALENCIA-DÍAZ, X.G. 2001. *Fluctuaciones estacionales de la densidad de peces en aguadas de la región de Calakmul, Campeche*. Tesis de licenciatura. UNAM. México, 36pp.
- VARGAS, I.F. 1999. Mexico & The Caribbean Islands. *News of the Lepidopterists' Society*, Season Summary for 1998, 75-78.
- VILLEGAS, I.S. 1998. *Inventario de los Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) del Monumento Natural Cerro del Coconá, Teapa, Tabasco y algunos aspectos de su fenología*. Tesis Profesional. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, 87 pp.
- WILSON, E.O. 1988. The current state of biological diversity. pp. 3-18. In: E. O. Wilson (ed.), *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, USA.

Recibido: 19 de abril del 2004.
Aceptado: 20 de junio del 2005.

Anexo 1

Lista de especies para la selva alta subperennifolia húmeda de la región de Calakmul (AN= Arroyo Negro; Ci= El Cibalito; Co= Concepción; DN= Dos Naciones; PA; Plan de Ayala; LI= lluvias; N= "nortes"; S= secas)

	AN			Ci			Co			DN			PA		
	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S
Papilionidae (12)															
Papilioninae (12)															
<i>Protographium agesilaus neosilaus</i> (Hopffer, 1865)										*	*				

	AN			Ci			Co			DN			PA		
	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S
<i>Protographium epidaus epidaus</i> (Doubleday, 1846)						*				*					
<i>Protographium philolaus philolaus</i> (Boisduval, 1836)										*					
<i>Battus laodamas copanae</i> (Reakirt, 1863)			*			*									
<i>Battus polydamas polydamas</i> (Linnaeus, 1758)							*			*					*
<i>Parides iphidamas iphidamas</i> (Fabricius, 1793)		*	*		*	*		*		*	*	*			
<i>Heraclides androgeus epidaurus</i> (Godman & Salvin, 1890)						*									
<i>Heraclides astyalus pallas</i> (Gray, [1853])								*							
<i>Heraclides crespontes</i> (Cramer, 1777)											*				
<i>Heraclides ornythion ornythion</i> (Boisduval, 1836)						*									
<i>Heraclides rogeri rogeri</i> (Boisduval, 1836)					*					*					
<i>Heraclides thoas autocles</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	*					*				*	*				
Pieridae (19)															
Coliadinae (15)															
<i>Anteos clorinde</i> (Godart, [1824])											*	*	*	*	
<i>Anteos maerula</i> (Fabricius, 1775)			*								*	*	*	*	
<i>Phoebis agarithe agarithe</i> (Boisduval, 1836)			*				*				*	*	*	*	
<i>Phoebis argante</i> ssp. n.											*	*	*	*	
<i>Phoebis philea philea</i> (Linnaeus, 1763)							*				*	*	*	*	
<i>Phoebis sennae marcellina</i> (Cramer, 1777)											*	*	*	*	
<i>Aphrissa statira statira</i> (Cramer, 1777)							*	*			*	*			*
<i>Pyrisitia dina westwoodi</i> (Boisduval, 1836)							*	*			*				*
<i>Pyrisitia lisa centralis</i> (Herrich-Schäffer, 1864)											*				
<i>Pyrisitia nise nelphe</i> (R. Felder, 1869)				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pyrisitia proterpia</i> (Fabricius, 1775)											*	*			
<i>Eurema albula celata</i> (R. Felder, 1869)											*	*			
<i>Eurema arbela boisduvaliana</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)											*				
<i>Eurema दौरa eugenia</i> (Wallengren, 1860)					*						*	*	*	*	
<i>Kricogonia lyside</i> (Godart, 1819)											*	*	*	*	
Pierinae (4)															
<i>Glutophrissa drusilla tenuis</i> (Lamas, 1981)	*	*	*	*	*	*	*				*	*	*	*	
<i>Pieriballia viardi viardi</i> (Boisduval, 1836)					*			*			*	*	*		
<i>Ascia monuste monuste</i> (Linnaeus, 1764)											*	*			
<i>Ganyra josephina josepha</i> (Salvin & Godman, 1868)											*				
Nymphalidae (92)															
Heliconiinae (10)															
<i>Philaethria diatonica</i> (Fruhstorfer, 1912)											*	*			
<i>Euptoieta hegesia meridiana</i> Stichel, 1938											*	*			
<i>Agraulis vanillae incarnata</i> (Riley, 1926)											*				*
<i>Dryadula phaetusa</i> (Linnaeus, 1758)											*	*	*	*	
<i>Dryas iulia moderata</i> (Riley, 1926)			*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	
<i>Eueides aliphera gracilis</i> Stichel, 1903				*	*	*					*	*	*	*	
<i>Eueides isabella eua</i> (Fabricius, 1793)	*										*				*
<i>Heliconius charithonia vazquezae</i> Comstock & F.M. Brown, 1950					*			*			*	*	*	*	
<i>Heliconius erato petiverana</i> Doubleday, 1847				*	*			*			*	*	*	*	
<i>Heliconius ismenius telchinia</i> Doubleday, 1847				*	*			*			*	*	*	*	
Nymphalinae (17)															
<i>Anartia amathea fatima</i> (Fabricius, 1793)						*					*	*	*		
<i>Anartia jatrophae luteipicta</i> Fruhstorfer, 1907											*	*	*	*	
<i>Siproeta stelenes biplagiata</i> (Fruhstorfer, 1907)	*		*	*			*				*	*	*	*	
<i>Junonia evarete</i> ssp. n.											*				*

Maya-Martinez, et al.: Mariposas de la selva alta de Calakmul

	AN			Ci			Co			DN			PA		
	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S
<i>Chlosyne erodyte erodyte</i> (H.W. Bates, 1864)	*	*		*	*					*	*				
<i>Chlosyne gaudialis gaudialis</i> (H.W. Bates, 1864)	*	*		*	*	*				*	*				
<i>Chlosyne janais janais</i> (Drury, 1782)				*		*				*	*				
<i>Chlosyne lacinia lacinia</i> (Geyer, 1837)										*					*
<i>Thessalia theona theona</i> (Ménétrières, 1855)										*	*	*			*
<i>Tegosa frisia tulcis</i> (H. W. Bates, 1864)										*		*			*
<i>Castilia myia</i> (Hewitson, [1864])												*			
<i>Castilia ofella</i> (Hewitson, [1864])										*					
<i>Historis odius dious</i> Lamas, 1995							*			*	*	*			*
<i>Historis acheronta acheronta</i> (Fabricius, 1775)	*	*	*	*	*	*	*			*					*
<i>Smyrna blomfieldia datis</i> Fruhstorfer, 1908	*									*					
<i>Colobura dirce dirce</i> (Linnaeus, 1758)	*	*		*	*					*	*	*			*
<i>Tigridia acesa</i> ssp. n.				*	*	*	*			*		*			
Biblidinae (21)															
<i>Biblis hyperia aganisa</i> Boisduval, 1836															*
<i>Mestra dorcas amymone</i> (Ménétrières, 1857)										*	*				
<i>Catonephele mexicana</i> Jenkins & R.G. Maza, 1985					*	*				*					
<i>Catonephele numila esite</i> (R. Felder, 1869)	*														*
<i>Nessaea aglaura aglaura</i> (Doubleday, [1848])	*	*		*	*		*	*	*	*	*				
<i>Eunica alcmena alcmena</i> (Doubleday, [1847])															*
<i>Eunica monima</i> (Stoll, 1782)										*					
<i>Eunica tatila tatila</i> (Herrich-Schäffer, [1855])	*	*		*			*	*	*	*	*				*
<i>Hamadryas amphinome mexicana</i> (Lucas, 1853)	*			*	*		*			*	*				
<i>Hamadryas februa ferentina</i> (Godart, [1824])		*		*			*			*	*				*
<i>Hamadryas feronia farinulenta</i> (Fruhstorfer, 1916)	*	*					*		*	*	*				
<i>Hamadryas guatemalena guatemalena</i> (H.W. Bates, 1864)										*	*				*
<i>Pyrrhogyra neaerea hypsenor</i> Godman & Salvin, 1884										*					*
<i>Pyrrhogyra otolais otolais</i> H.W. Bates, 1864	*			*						*					*
<i>Nica flavilla bachiana</i> (R.G. Maza & J. Maza, 1985)						*				*					
<i>Dynamine postverta mexicana</i> d' Almeida, 1952				*	*					*	*	*			*
<i>Adelpha basiloides</i> (H.W. Bates, 1865)															*
<i>Adelpha iphicleola iphicleola</i> (H.W. Bates, 1864)	*	*		*	*					*	*				*
<i>Adelpha paraena massilia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)										*		*			*
<i>Marpesia chiron marius</i> (Cramer, [1779])	*	*		*						*	*				*
<i>Marpesia petreus</i> ssp. n.				*						*					*
Charaxinae (13)															
<i>Archaeoprepona demophon centralis</i> (Fruhstorfer, 1905)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Archaeoprepona demophoon gulina</i> (Fruhstorfer, 1904)	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Archaeoprepona meander phoebus</i> (Boisduval, 1870)				*											
<i>Prepona laertes octavia</i> Fruhstorfer, 1905	*	*		*						*					
<i>Prepona pylene philetas</i> Fruhstorfer, 1904		*													
<i>Anaea troglodyta aidea</i> (Guérin, [1844])				*					*	*					
<i>Consul electra electra</i> (Westwood, 1850)	*	*		*	*	*				*	*	*	*	*	*
<i>Consul fabius cecrops</i> (Doubleday, [1849])										*					
<i>Fountainea euryppyle confusa</i> (Hall, 1929)									*	*					

	AN			Ci			Co			DN			PA		
	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S	LI	N	S
<i>Memphis forreri</i> (Godman & Salvin, 1884)		*	*		*	*		*	*		*				
<i>Memphis morvus boisduvali</i> W. P. Comstock, 1961	*	*	*								*	*	*		
<i>Memphis philumena xenica</i> (H.W. Bates, 1864)	*														
<i>Memphis pithyusa</i> (R. Felder, 1869)	*	*									*	*			*
Apaturinae (3)															
<i>Asterocampa idyja argus</i> (H.W. Bates, 1864)											*				*
<i>Doxocopa laure laure</i> (Drury, 1773)															*
<i>Doxocopa pavon theodora</i> (Lucas, 1857)											*				*
Morphinae (6)															
<i>Morpho achilles montezuma</i> Guenée, 1859	*	*	*				*	*		*	*				
<i>Opsiphanes tamarindi tamarindi</i> C. Felder & R. Felder, 1861		*			*										
<i>Opsiphanes cassina fabricii</i> (Boisduval, 1870)	*	*		*	*		*			*	*				*
<i>Opsiphanes quiteria quirinus</i> Godman & Salvin, 1881	*	*		*											*
<i>Caligo uranus</i> Herrich-Schäffer, 1850	*	*	*	*	*	*		*							*
<i>Caligo telamonius memmon</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)			*	*	*	*				*	*				*
Satyrinae (14)															
<i>Cepheptychia glaucina</i> (H.W. Bates, 1864)	*	*	*	*	*	*	*			*	*				*
<i>Cissia labe</i> (Butler, 1870)											*				
<i>Cissia pompilia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)		*			*						*				*
<i>Cissia similis</i> (Butler, 1867)											*	*			*
<i>Cissia pseudoconfusa</i> Singer, DeVries & Ehrlich, 1983	*	*	*	*	*	*	*	*	*						*
<i>Cissia terrestris</i> (Butler, 1867)											*				
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)		*		*	*	*				*	*	*			*
<i>Magneuptychia libye</i> (Linnaeus, 1767)				*	*										
<i>Pareuptychia metaleuca metaleuca</i> (Boisduval, 1870)	*	*	*	*	*	*				*	*	*			*
<i>Pareuptychia occirrhoe</i> ssp. n.					*	*				*	*				*
<i>Taygetis mermeria excavata</i> Butler, 1868	*	*	*	*	*	*									
<i>Taygetis virgilia</i> (Cramer, 1776)	*	*	*		*	*	*	*		*					*
<i>Taygetis thamyra</i> (Cramer, 1780)				*	*	*	*	*		*					
<i>Ypthimoides renata</i> (Stoll, [1780])	*	*	*		*	*				*		*			*
Danainae (4)															
<i>Danaus eresimus montezuma</i> Talbot, 1943											*		*		*
<i>Danaus gilippus thersippus</i> (H.W. Bates, 1863)											*	*	*		*
<i>Danaus plexippus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)											*	*	*		*
<i>Lycorea halia atergatis</i> Doubleday, [1847]											*				
Ithomiinae (3)															
<i>Mechanitis menapis doryssus</i> H.W. Bates, 1864											*				
<i>Mechanitis polymnia lycidice</i> H.W. Bates, 1864					*						*				
<i>Pteronymia cotyto cotyto</i> (Guérin-Ménéville, [1844])	*	*		*						*	*	*			
Libytheinae (1)															
<i>Lybiteana carinenta mexicana</i> Michener, 1943											*				

Anexo 2

Características de la distribución de los nuevos registros obtenidos con este trabajo

Heraclides androgeus epidaurus Godman & Salvin, 1890)

Distribución en México. Se le encuentra tanto en el Pacífico como en el Atlántico; en la vertiente del Golfo esta registrada hasta el estado de Tabasco, así como para Quintana Roo.

Tipo de vegetación. Se le aprecia en varios tipos, entre los que destacan la selva alta perennifolia y subperennifolia, selva baja caducifolia y subperennifolia, bosque lluvioso de montaña, bosque de niebla y vegetación xerófila (Hoffmann, 1940; de la Maza 1987; de la Maza y Gutiérrez, 1992; Lorente *et al.*, 1997).

Sitios de recolecta en la región de Calakmul. El Cibalito

Tipo de registro. Con este trabajo se extiende su distribución hasta el estado de Campeche, y se confirma su presencia en selva alta subperennifolia.

Heliconius ismenius telchinia Doubleday, 1847

Distribución en México. Tiene una importante distribución en la región del Atlántico, la cual va desde Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, registrándose en un mayor número de sitios de los estados de Veracruz y Chiapas.

Tipo de vegetación. Se le encuentra en selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, y desierto arbustivo (Hoffmann, 1940; de la Maza 1987; de la Maza y Gutiérrez, 1992; Luis *et al.*, 2003).

Sitios de recolecta en la región de Calakmul. El Cibalito y Dos Naciones

Tipo de registro. Con este trabajo se registra también para el estado de Campeche y se confirma para la selva alta subperennifolia húmeda.

Archaeoprepona meander phoebus (Boisduval, 1870)

Distribución en México. Solo se encontraron registros de esta especie para sitios de Chiapas.

Tipo de vegetación. En selva alta perennifolia (de la Maza, 1987).

Sitios de recolecta en la región de Calakmul. Arroyo Negro y El Cibalito.

Tipo de registro. Con este trabajo se reconoce para la Península de Yucatán y para la selva alta subperennifolia húmeda.

Consul fabius cecrops (Doubleday, 1849)

Distribución en México. Esta especie se distribuye tanto en el lado del Pacífico como del Atlántico, y en este último esta registrada para los estados de Veracruz y Tabasco.

Tipo de vegetación. Ha sido reportada para sitios con selva alta perennifolia y subperennifolia (Hoffmann, 1940; de la Maza, 1987).

Sitios de recolecta en la región de Calakmul. Dos Naciones.

Tipo de registro. Se registra para la Península de Yucatán.

***Memphis philumena xenica* (H.W. Bates, 1864)**

Distribución en México. Ha sido reportada para los estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas.

Tipo de vegetación. En localidades en las que se tiene selva perennifolia de montaña y bosque mesófilo de montaña (de la Maza, 1987).

Sitios de recolecta en la región de Calakmul. Arroyo Negro.

Tipo de registro. Su distribución se amplía para la Península de Yucatán, y se registra para un tipo más de vegetación, la selva alta subperennifolia húmeda.

***Opsiphanes tamarindi tamarindi* C. Felder & R. Felder, 1861**

Distribución en México. Ha sido registrada para estados tanto de lado del Pacífico de México, como para el Atlántico, en donde se ha encontrado en sitios de los estados de Tamaulipas, Veracruz, y Quintana Roo.

Tipo de vegetación. Ha sido registrado para selva alta perennifolia y subperennifolia, así como selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia y bosque subtropical subcaducifolio (Hoffmann, 1940; de la Maza, 1987; de la Maza y Gutiérrez, 1992).

Sitios de recolecta en la región de Calakmul. El Cibalito y Arroyo Negro.

Tipo de registro. Se amplía su distribución, en la vertiente del Golfo, hasta la Península de Yucatán, y se confirma para la selva alta subperennifolia.

***Taygetis mermeria excavata* Butler, 1868**

Distribución en México. Se le ha registrado en localidades de los estados Nayarit, Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas.

Tipo de vegetación. En selva alta perennifolia y subperennifolia (Hoffmann, 1940; de la Maza, 1987).

Sitios de recolecta en la región de Calakmul. El Cibalito y Arroyo Negro.

Tipo de registro. Se amplía el registro de su distribución, por la vertiente del Golfo, hasta la Península de Yucatán y se confirma su presencia en selvas altas.