

Informe final* del Proyecto EJ015
Herpetofauna de la región del Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas

Responsable: M en C. Luis Antonio Muñoz Alonso
Institución: El Colegio de la Frontera Sur
Unidad San Cristóbal de las Casas
Dirección: Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, María Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas, Chis, 29290 , México
Correo electrónico: amunoz@ecosur.mx
Teléfono, fax 01(967)674 9000 ext. 1305
Fecha de inicio: Noviembre 30, 2006
Fecha de término: Enero 16, 2013
Principales resultados: Base de datos, fotografías, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Muñoz Alonso, L.A. 2012. Herpetofauna de la región del Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad San Cristóbal de las Casas. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. EJ015.** México D.F.

Resumen:

La presente propuesta contempla el desarrollo de un proyecto sobre la herpetofauna de la Región Marina Prioritaria Laguna del Mar Muerto. Tiene como objetivos elaborar un inventario sobre los anfibios y reptiles de la región, así como, determinar, cuantificar y comparar la riqueza, diversidad y composición de especies entre las diferentes zonas (Paredón, La Pompona, Rincón Juárez, Barra de Tonalá) y tipos de hábitat. Para ello se realizará un muestreo sistemático durante ocho meses, en doce localidades de muestreo con dos transectos cada una, las cuales abarcarán las diferentes zonas y asociaciones vegetales de la Laguna. Para el registro de anfibios y reptiles utilizaremos las técnicas de Transectos de Registro de Encuentros Visuales y Transectos Auditivos e Inventarios en Sitios de Apareamiento. Se obtendrá la riqueza observada a través de la sumatoria de especies registradas para cada localidad, asimismo, para estimar la riqueza potencial y evaluar la eficiencia de los inventarios biológicos en función del esfuerzo de muestreo se utilizarán modelos de curvas de acumulación de especies. La diversidad y equitatividad de especies será evaluada utilizando el índice de diversidad de Shannon-Wiener y de Shannon. Se aplicará una prueba de Randomización para ver si existen diferencias significativas en la diversidad y equitatividad de especies entre las Zonas, las localidades y los Hábitat

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

HERPETOFAUNA DE LA REGIÓN DEL MAR MUERTO (OAXACA-CHIAPAS)

Proyecto. EJ015

Luis Antonio Muñoz Alonso

y

Nora Patricia López León

El Colegio de la Frontera Sur.

Departamento de Ecología y Sistemática Terrestre

Carretera Panamericana y Periférico Sur, s/n

Col. María Auxiliadora. Apartado Postal No. 63.

29290 San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México.

Tel y Fax: (967) 6749000

INFORME FINAL

Diciembre del 2012

Contenido

INTRODUCCION	3
OBJETIVOS	7
Objetivo general	7
Objetivos Particulares.....	7
MÉTODOS	8
Fase 1. Reconocimiento del área de estudio y establecimiento de las localidades de muestreo..	8
Fase 2. Obtención de registros de los anfibios y reptiles de la región.	11
Fase 3. Análisis y estimación de la riqueza, abundancia y diversidad.	16
RESULTADOS	19
Registros.....	19
Riqueza Faunística.....	21
Riqueza de especies por Tipo de Vegetación.	24
Abundancia.....	26
Diversidad y similitud de especies.....	29
Especies endémicas.....	30
Especies de importancia socioeconómica	31
Especies con protección:.....	32
APÉNDICES	37
Apéndice 1. Diagramas hombro-térmicos de los diferentes sitios de muestreo localizados alrededor de la laguna del mar muerto.	37
Apéndice 2. Lista de las especies de anfibios y reptiles registradas en la región del mar muerto.	40
Apéndice 3. Hábitat donde fueron registradas las especies.	43

INTRODUCCION

En el sureste del pacífico mexicano se localizan diversos sistemas lagunares-estuarinos destacando por su importancia física y biológica tres Lagunas: Laguna Superior, Laguna Inferior y Laguna del Mar Muerto. La primera de ellas se localiza al noroeste del Golfo de Tehuantepec; en la zona del Istmo del mismo nombre, en Oaxaca. Pertenece al sistema lagunar integrado por la Laguna Oriental, Occidental, el Mar Tileme e Inferior; se comunica al Golfo de Tehuantepec por la boca de San Francisco. Se ubica entre los paralelos 16° 14' y 16° 26' de latitud norte y los meridianos 94° 47' y 95° 05' de longitud oeste, su profundidad media es de tres metros y presenta una máxima de siete metros (Contreras 1988).

El segundo sistema es la Laguna Inferior este se encuentra al este de la Superior, entre los paralelos 16° 14' y 16° 23' de latitud norte y los 95° 36' y 95° 15' de longitud oeste. Tiene un área aproximada de 261 km² y su mayor longitud es de 12 km. Se comunica al norte con la Laguna Superior, al este con las Lagunas Occidental y Oriental y al oeste con el Mar de Tileme (Contreras 1988).

Por último, el sistema lagunar del Mar Muerto, entre los estados de Oaxaca y Chiapas. Tiene una superficie de 68,310 hectáreas, de las cuales 47,000 corresponden al Estado de Oaxaca y 21,310 al Estado de Chiapas (Contreras, 1988). Su extensión aproximada es de 60 km de este a oeste y de 12 km de norte a sur. La Laguna presenta una profundidad promedio de un metro y está surcada por tres canales principales, se comunica con el mar por medio de una boca que tiene una anchura de 500 metros aproximadamente (Cervantes-Castro, 1969). La parte norte de la Laguna se encuentra limitada por áreas cubiertas de manglar bajo y la parte sur por un cordón arenoso cubierto por dunas; denominado “Barra de Tonalá”, de dos kilómetros de ancho (Cervantes-Castro, 1969).

Topográficamente esta cuenca lagunar presenta tres cuerpos que están intercomunicados por dos estrechamientos, uno cercano a la Isla Punta Chal y el otro en la región de la Isla Cabeza de Toro; diferenciándose entonces lo que eufemísticamente se podrían denominar las ensenadas de El Paredón, La Pompona y El Rincón Juárez (Santoyo y Signoret, 1979). Según García (1973), la región tiene un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual mayor de 26° C, con menos del 5% de precipitación anual durante el invierno y una oscilación térmica ambiental menor de 5° C. Los diagramas hombrotérmicos de diferentes sitios alrededor de la Laguna del Mar Muerto (Anexo I), nos indican que el mes más caluroso es mayo, con una temperatura promedio de 35° C y el mes más lluvioso es septiembre con una precipitación mayor a los 300 mm.

El Mar Muerto se caracteriza por ser un sistema predominantemente hipersalino (S=51.79 ‰ en estiaje) y sólo manifiesta características estuarinas durante la época de lluvias (S=26.73 ‰) cuando los ríos y arroyos incrementan su caudal. La cantidad de nutrientes es normal comparada con otros sistemas similares, sin embargo, la laguna manifiesta una elevada productividad primaria a lo largo de todo el año; con una PN de 120 mgC/m³/h (Zabalegui y Contreras 1990).

Desde el punto de vista vegetacional, del área total de la laguna (68,310 ha) el 40% (27,600 ha) corresponden a las zonas inundables donde predomina el manglar (Lugo y Snedaker (1974), siendo *Avicennia germinans* la especie dominante. Las densidades más altas son de 866 árboles por 0.1 ha en la parte sur-oceánica de la laguna, y las más bajas son de 128 árboles por 0.1 ha en la parte norte-continental (Gallegos y Gómez 1989). El Índice de Complejidad de Holdrige más alto (232) se encuentra en la zona sur-oceánica y el más bajo en la norte-continental. Otras especies que se han reportado dentro del manglar son: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Avicennia bicolor* (Gallegos y Gómez 1989).

Por las glaciaciones del pleistoceno la zona del Istmo de Tehuantepec y la del Mar Muerto fueron una barrera para la dispersión de muchas especies de fauna, por consiguiente su

fauna se caracteriza por pertenecer a los reinos biogeográficos neotropical y neártico (López *et al.* 2009), asimismo por los cambios geológicos, climáticos y ambientales el Istmo es una región rica en especies, allí se distribuyen diversas especies endémicas. Por ejemplo, dentro de la Laguna del Mar Muerto se han registrado 65 especies, 44 géneros y 29 familias de peces, presentando mayor diversidad en la época de lluvias que en la época de secas. La comunidad de peces se divide en cuatro subsistemas, acordes con los subsistemas hidrológicos-sedimentarios. El grupo dominante está constituido por *D. peruvianus*, *L. stoliifera*, *A. mundeola*, *A. lucida*, *A. macrolepidota*, *C. robalito*, *A. curta*, *A. mazatlanus*, *E. currani*, *C. liropus* y *C. hippos*, caracterizado por una amplia distribución y alta abundancia en la laguna; otro grupo subdominante se distribuye hacia el subsistema eurihalino y está constituido por *P. sphenops*, *P. fasciata* y *D. latifrons*; el tercer grupo está conformado por un gran número de especies no dominantes de limitada distribución, que se localizan hacia los subsistemas marino y de transición; el cuarto grupo está constituido por especies poco frecuentes y ocasionales, que ocurren principalmente en el subsistema marino (Tapia y García 1997).

Aunque no se han realizado estudios de fauna terrestre en la región del Mar Muerto, algunos estudios se han efectuado en su zona de influencia. López *et al.* (2009) reportan 59 especies, 47 géneros, 18 familias y ocho órdenes de mamíferos para la zona lagunar del Istmo de Tehuantepec, registrando 14 especies bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Diario Oficial de la Federación, 2010) y una especie endémica al Istmo (*Lepus flavigularis*). Desde el punto de vista herpetofaunístico el sistema lagunar del Mar Muerto ha sido poco estudiado, Duellman (1960) realizó un estudio sobre los anfibios y reptiles del Istmo de Tehuantepec, registrando 32 especies para la zona de la Laguna del Mar Muerto.

Por otra parte, según Kourchenko (1985), la anfibiofauna de la zona es muy particular y se caracteriza por ser relativamente rica en especies, este autor registró 10 especies de anfibios para la región. Otros trabajos (revisiones taxonómicas) registran diversos anfibios y reptiles

para la zona y sus alrededores, estas colectas aisladas que datan de los años 60'-80' dan como resultado el registro de 15 especies de anfibios y 40 de reptiles. Sin embargo, ningún trabajo sistemático sobre la herpetofauna de la Laguna y sus alrededores se ha realizado hasta la fecha, los registros pasados ya tienen casi 30 años de antigüedad y no se sabe cuál es el estado actual y la abundancia de estas especies. Además, por las características de la zona se estima que la riqueza de especies es mucho mayor.

Por otra parte, la expansión industrial; principalmente la del petróleo, el alto grado de fragmentación de los ecosistemas y el avance de la frontera agrícola y ganadera determinan al Golfo de Tehuantepec y por consiguiente a la Laguna del Mar Muerto como área con amplios problemas ambientales, siendo de mayor importancia la realización de estudios y evaluaciones ecológica de sus recursos, sobre todo de su fauna. Por lo anterior, este trabajo se enfocó a realizar un estudio de la riqueza, diversidad, abundancia y distribución de los anfibios y reptiles del Mar Muerto.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Documentar la composición, riqueza y diversidad herpetofaunística de la Región del Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Elaborar un inventario de las especies de anfibios y reptiles de la Región del Mar Muerto.
2. Determinar y comparar la riqueza, diversidad y composición de anfibios y reptiles en y entre las diferentes zonas (Paredón, La Pompona, Rincón Juárez, Barra de Tonalá) de la región del Mar Muerto.
3. Determinar y comparar la riqueza, diversidad y composición de anfibios y reptiles en y entre los diferentes tipos de vegetación de la región del Mar Muerto.
4. Realizar una lista anotada de los anfibios y reptiles de la Región del Mar Muerto, que incluya una descripción morfológica, distribución geográfica y por hábitat, así como, hábitos generales.

MÉTODOS

El estudio aquí desarrollado tuvo una duración de doce meses y se dividió en tres fases de trabajo.

FASE 1. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ESTABLECIMIENTO DE LAS LOCALIDADES DE MUESTREO.

Se tomó como base la zonificación propuesta por Santoyo y Signoret (1979). Según estos autores topográficamente la región de la Laguna del Mar Muerto se divide en tres zonas: Paredón (zona este de la Laguna), La Pompona (zona norte de la Laguna) y Rincón Juárez (zona oeste de la Laguna), cada una con diferencias topográficas y ambientales. Además, nosotros consideramos una cuarta zona; Barra de Tonalá, la cual se caracteriza por la presencia de dunas y vegetación costeras (Figura 1).

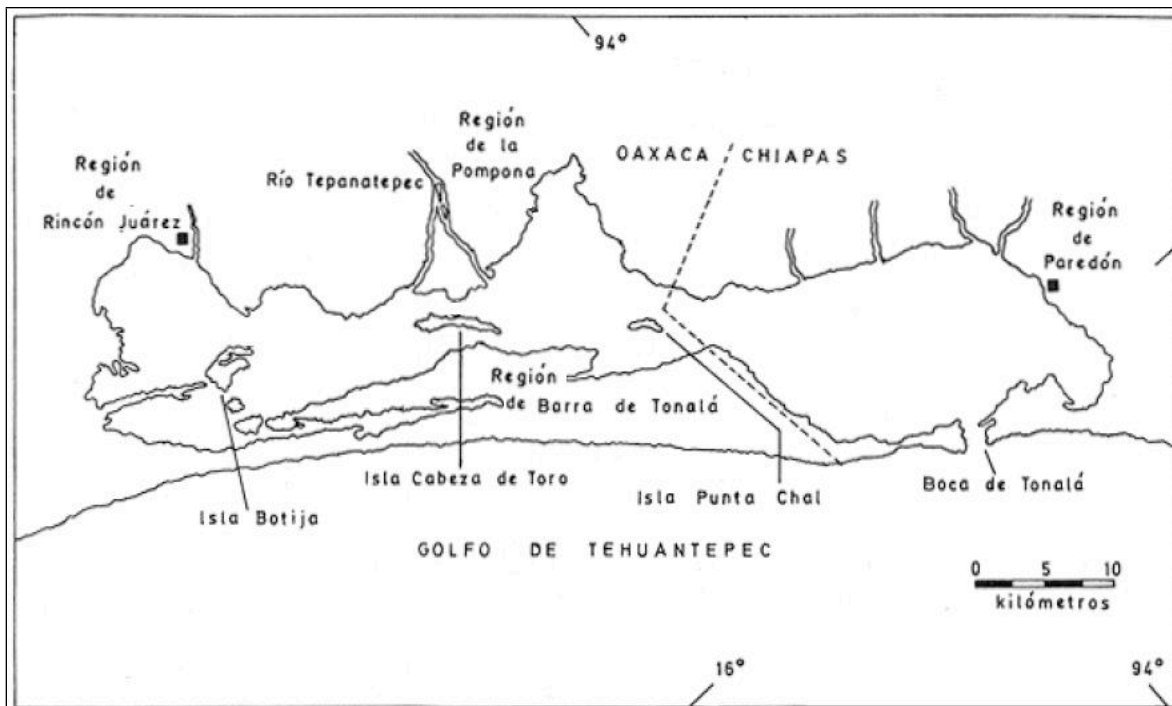


Figura 1. Zonificación de la región de la Laguna del Mar Muerto. Tomado y modificado de Santoyo y Signoret (1979)

Con base en esta zonificación se realizó un reconocimiento de la región de estudio utilizando imágenes de satélite, mapas temáticos y visitas de campo. Como resultado de

esta etapa se establecieron tres localidades de muestreo por zona, en cada localidad se colocaron dos transectos con una extensión aproximada de un kilómetro (Cuadro 1).

La ubicación geográfica de los transectos se observa en la Figura 2. El hábitat que predominó en los sitios de muestreo es principalmente el Manglar, a los lados del Manglar se encuentran manchones de selva baja en varios niveles de conservación. Tierra más adentro se localizan grandes extensiones de potreros y cultivos, siendo el cultivo de mango el más importante, sobre todo en la parte central-norte de la Laguna; cerca de la localidad de Chahuities y Tapanatepec, Oaxaca (Figura 3). Las altitudes de los diferentes sitios de muestreo van desde 0 a 45 metros, en algunos meses; durante la época de lluvias, varios transectos quedaron parcialmente cubiertos por agua salobre.



Figura 2. Localización geográfica de los transectos de muestreo. La extensión de la línea es para fines esquemáticos, no representan las longitudes reales.

Cuadro 1. Localidades y transectos de muestreo dentro de la región de estudio.

ZONAS	LOCALIDADES	TRANSECTOS
Paredón	Localidad Puerto Arista	Transecto Puerto Arista
		Transecto Miguel Hidalgo II
	Localidad La Laguna	Transecto La Laguna
		Transecto Ignacio Ramírez
	Localidad Punta Flor	Transecto Punta Flor Este
Transecto Punta Flor Oeste		
La Pompona	Localidad La Línea	Transecto La Línea
		Transecto El Pleito
	Localidad Santa Brígida	Transecto Santa Brígida
		Transecto Conchalitos
	Localidad Puerto Palomas	Transecto Puerto Palomas
Transecto Puerto Salinas		
Rincón Juárez	Localidad Rincón Juárez	Transecto Rincón Juárez Este
		Transecto Pesquería Guadalupe
	Localidad Reforma agraria	Transecto Reforma Agraria
		Transecto Rincón Juárez Oeste
	Localidad Punta La gringa	Transecto La Gringa Norte
Transecto La Gringa Sur		
Barra de Tonalá	Localidad Río Cerritos	Transecto Río Cerritos Este
		Transecto Río Cerritos Oeste
	Localidad La Chiche	Transecto La Chiche Laguna
		Transecto La Chiche Playa
	Localidad La Zarza	Transecto La Zarza Laguna
Transecto La Zarza Barra		

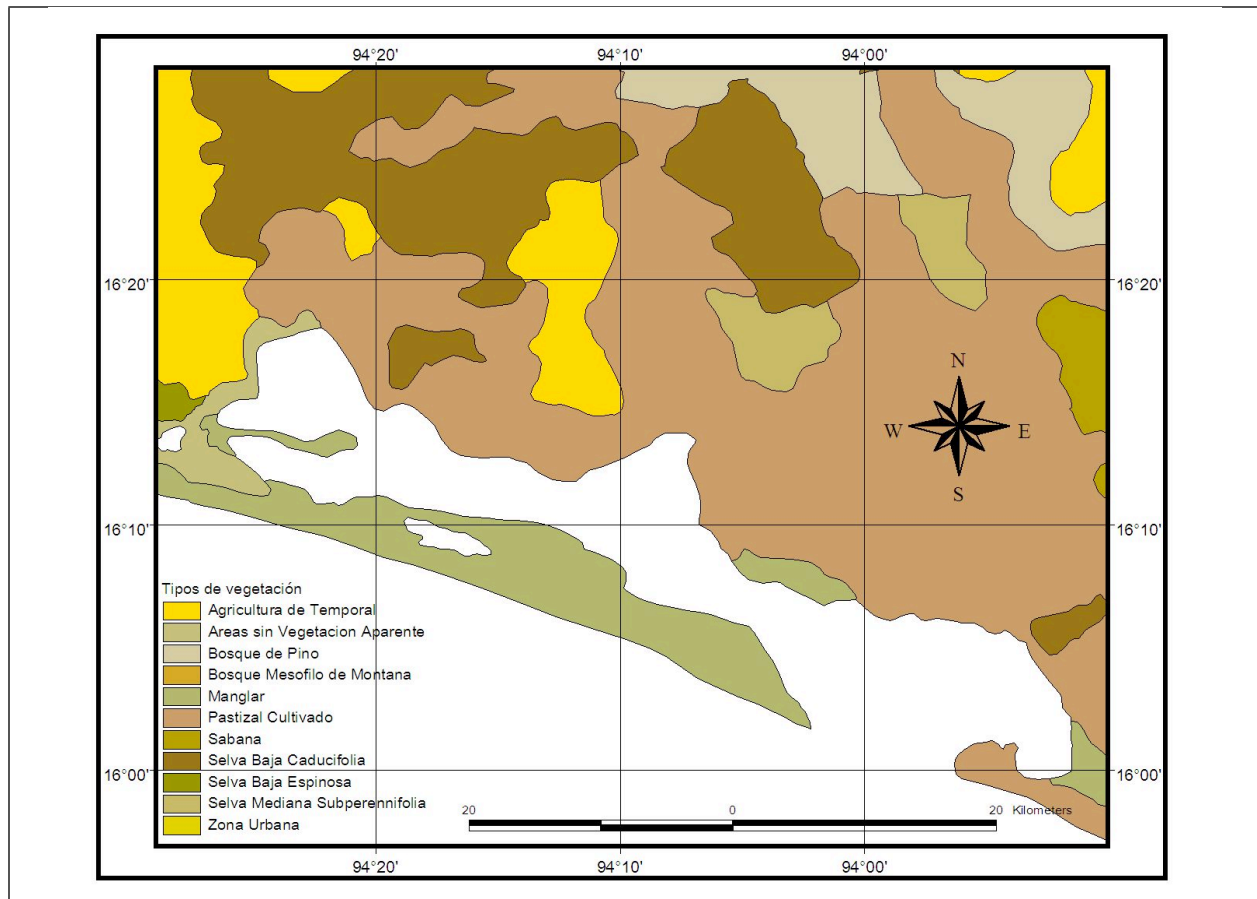


Figura 3. Tipos de vegetación presentes en la región del Mar Muerto (Oaxaca-Chiapas).

FASE 2. OBTENCIÓN DE REGISTROS DE LOS ANFIBIOS Y REPTILES DE LA REGIÓN.

Esta fase abarcó las actividades orientadas a la realización de los muestreos faunísticos (MF), así como, a la verificación de campo de diversos aspectos relacionados con el proyecto. Los MF se realizaron durante un periodo de ocho meses. Se llevaron a cabo ocho salidas a la región (una por mes) con una duración de seis días efectivos de trabajo de campo. Cada zona de muestreo (ver fase 1) se visitó dos veces a lo largo del estudio. De tal manera que durante una salida de campo se visitaron tres localidades (con sus dos transectos). Resultando un esfuerzo de muestreo de dos días por Transecto, cuatro días por Localidad, 12 días por Zona y 48 días para toda la Región de estudio (Cuadro 1).

En cada transecto se aplicó un esfuerzo de muestreo medido en horas y tuvo una duración de ocho horas por día por tres personas. Un transecto fue visitado tres horas por la mañana (7:00-10:00), tres horas por la tarde (15:00-18:00) y dos horas por la noche (21:00-23:00). Este muestreo fue diseñado para detectar a la mayoría de las especies de anfibios y reptiles que se distribuyen en la región, debido a que algunas especies son totalmente diurnas, otras crepusculares y algunas nocturnas (estas últimas corresponde principalmente a las especies de los anuros). Durante el trabajo de campo se utilizaron las técnicas más utilizadas para la captura y observación de anfibios y reptiles y fueron las siguientes:

Transectos de Registro de Encuentros Visuales. Es la técnica de inventario más comúnmente utilizada y sirvió para medir la composición de especies, la abundancia, la asociación de hábitat y el nivel de actividad. Se llevó a cabo mediante recorridos a lo largo de los transectos (Figura 4), donde se registraron las observaciones directas a través de la búsqueda activa en los diferentes microhábitat donde por experiencia, se sabe se encuentra los anfibios y reptiles. Asimismo, se tomaron y cuantificaron los rastros en la playa (para la zona de Barra de Tonalá), especialmente aquellos dejados por las tortugas marinas que salen a desovar en ciertas épocas del año.

Transectos auditivos (solo para anfibios). Esta técnica de muestreo se basa en la detección de las vocalizaciones de los anuros y resultó efectiva para cuantificar a las especies que no se aparean en charcas o arroyos y que se dispersan ampliamente en el bosque o en el interior de las lagunas. Consistió en recorridos (principalmente nocturnos) en donde los miembros del equipo identificaron y cuantificaron el número de machos vocalizando a lo largo del transecto.

Inventarios en sitios de apareamiento (solo para anfibios). Esta técnica consistió en que los observadores se estacionaron durante diez minutos en diferentes áreas alrededor de un humedal o a lo largo de un arroyo (donde se detectó una congregación de ranas en apareamiento) y se cuantificó el número de machos vocalizando en ese tiempo.



Figura 4. Aplicación de la técnica de muestreo a través de recorridos de transectos.



Figura 5. Cercas de desvío acuáticas para la captura de tortugas dulceacuícolas, caimanes y cocodrilos.

Muestreo con cercas de desvío (Drift fences) acuáticas y trampas de embudo (captura indirecta). Es la técnica más efectiva para la captura cocodrilos, caimanes y tortugas dulceacuícolas que tienen actividad nocturna y muy discreta. El fundamento de ésta técnica, se basa en la intercepción de los animales con las cercas, ya que al encontrarse con éstas los reptiles cambian de dirección a la izquierda o derecha y continúan a lo largo de la cerca hasta que caen dentro de las trampas de embudo. Las cercas de desvío acuáticas están construidas con hilo cáñamo formando una red con una trampa tipo nasa en cada extremo (Figura 5).

También utilizamos trampas tipo nasas, las cuales están construidas con hilo cáñamo formando una trampa tipo embudo (Figura 6). Este tipo de trampas son muy efectivas para la captura de tortugas dulceacuícolas, especialmente en los cuerpos de agua conocidos localmente como "sanjones".



Figura 6. Trampas de embudo para la captura de tortugas dulceacuícolas.

En promedio se recolectaron tres ejemplares, **sólo de aquellas especies muy importantes y difíciles de determinar en el campo**. Los especímenes colectados se depositarán en la colección herpetológica de ECOSUR-Unidad San Cristóbal (registro SEMARNAP CHI.RE.032.0697 y CHI.AN.031.0697). De cada individuo capturado u observado se obtuvo: hora de captura, fecha de captura, localidad, latitud y longitud (se utilizaron dos Geoposicionador MAGALLAN 500

donados por Ideal Wild), características del hábitat, hábitos, coloración, sexo, etc. A todas las especies capturadas y/o observadas se les tomaron fotografías digitales en formato JPG, estas fotografías cumplieron con los lineamientos de entrega de imágenes digitales de la CONABIO.

Los registros (capturas y observaciones) y sus respectivos datos se ingresaron a una base de datos computarizada **en formato de BIÓTICA**. Además, se incluyeron los registros recopilados y verificados dentro del proyecto “Patrones de distribución de las herpetofauna de Chiapas”, en específico aquellos que correspondan a la región de estudio.

FASE 3. ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE LA RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD.

Riqueza. La riqueza observada se obtuvo de la sumatoria de especies en cada zona, localidad y hábitat (tipo de vegetación) de muestreo (Moreno, 2001). Asimismo, se estimó la riqueza potencial por medio de curvas de acumulación de especies utilizando el modelo de Clench (Soberon y Llorente 1993; Colwell y Coddington 1994; Moreno y Halffter 1998; 1999; León-Cortés *et al.* 1998; Townsend y Slade 1998). Para el modelo se realizaron regresiones no lineales (algoritmo quasi Newton) con el paquete Statistica Versión 5.0 (StatSoft 1998). Para evitar sesgo por el orden en que se llevaron a cabo los registros, los datos fueron aleatorizados 500 veces (reordenamiento repetido de muestras al azar) con el programa EstimateS Versión 5.0 (Colwell y Coddington 1994; Colwell 1997).

El modelo de Clench (ver Cuadro 2 para detalles de la ecuación) es recomendado para áreas grandes y asume que la probabilidad de añadir nuevos taxa a la lista decrece con el número de especies ya registradas, pero se incrementa conforme el trabajo de campo aumenta, de tal manera que las especies raras continúan apareciendo con el incremento del muestreo (Soberon y Llorente, 1993). Además, este modelo es el más utilizado y ha demostrado un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y con la mayoría de los taxa (Jiménez-Valderde y Hortal, 2003).

Cuadro 2. Ecuación del modelo de Clench.

$S(t) = a \cdot t / (1 + b \cdot t)$	Donde: $S(t)$ =el número de especies esperadas en t t =es la medida de esfuerzo a =representa la tasa de incremento al comienzo del muestreo b =es la acumulación de especies
--------------------------------------	---

Por otra parte, las curvas de acumulación de especies nos permitieron: 1) evaluar la eficiencia de los inventarios biológicos en función del esfuerzo de muestreo, 2) comparar la riqueza obtenidas con diferente esfuerzo de captura y, 3) establecer la duración mínima de los muestreos para registrar 90 % de la fauna total (Palmer 1990; Lamas *et al.*, 1991; Soberon y Llorente 1993; Colwell y Coddington 1994; Moreno y Halffter 1998; 1999; Gotelli & Colwell, 2001).

Abundancia. Se calcularon índices de abundancia relativa para cada especie (siempre y cuando existieran suficientes datos) por Zona, Hábitat y en total. Se utilizó el Índice de Abundancia Relativa: *No. de individuos / unidad de esfuerzo de captura.*

Diversidad. La diversidad de especies se calculó utilizando el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Moreno 2001). La estimación de la distribución de los individuos entre las especies de anfibios y reptiles se obtuvo con el índice de equitatividad de Shannon (Heatwole 1982, Magurran 1989). Ambos índices (Cuadro 3) se calcularon en el programa Species Diversity and Richness versión 3.02 (Henderson y Seaby, 2002).

Cuadro 3. Ecuaciones de los índices de diversidad de Shannon-Wiener y equitatividad de Shannon

Formula del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:	
$H' = -\sum p_i \ln p_i$	Donde: p_i = es la proporción de individuos hallados en la especie i -ésima
Formula del índice de equitatividad de Shannon (E)	
$E = H' / H_{max}$ $\ln S = H_{max}$	Donde: E = uniformidad o equitatividad H' = diversidad observada H_{max} = diversidad máxima $\ln S$ = logaritmo natural del núm. total de especies de la muestra

El valor de E se sitúa entre 0 y 1.0, donde 1.0 representa una situación en la que todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1989).

Para conocer si existía diferencias significativas en la diversidad y equitatividad de especies entre las Zonas y los Hábitat, se aplicó una prueba de Randomización (Solow 1993) empleando el programa Species Diversity and Richness versión 3.02 (Henderson y Seaby 2002).

Similitud. Con el fin de detectar el cambio en la composición de especies entre las diferentes Zonas, Localidades y Hábitat, se calculó la diversidad beta (expresada en grados de similitud faunística). Para ello, se empleó el coeficiente de similitud de Jaccard (Sánchez y López, 1988; Moreno 2001); cuya fórmula fue la siguiente:

$$I_j = a/a+b-c$$

Donde:
a= número de especies presentes en el sitio A
b= número de especies presentes en el sitio B
c= número de especies presentes en ambos sitios A y B

RESULTADOS

REGISTROS

Como resultado del estudio se obtuvo un total de 2,063 registros, de ellos 90 fueron capturados e ingresados a la colección de herpetológica de ECOSUR, 1,228 fueron obtenidos de colecciones científicas nacionales y de Estados Unidos (Cuadro 4), 89 se obtuvieron de la literatura y 656 fueron registros observados (la mayoría de ellos capturados y después liberados). Todos fueron identificados hasta nivel de especie y tienen datos de georeferencia, así como, otra información obtenida en el campo como: hábitat, microhábitat y actividades que realizaban en el momento del registro, en muchos casos fue posible conocer el sexo del individuo.

Cuadro 4. Número de registros obtenidos de las diferentes colecciones científicas para este estudio.

Colección	Siglas	País	No. de ejemplares
American Museum of Natural History	AMNH	USA	3
California Academy of Sciences	CAS	USA	3
Instituto de Biología, UNAM	CNAR	MEXICO	41
Field Museum of Natural History	FMNH	USA	170
Instituto de Historia Natural y Ecología, Estado de Chiapas	IHNHERP	MEXICO	38
Illinois Natural History Survey	INHS	USA	1
Kansas University, Museum of Natural History	KU	USA	83
Los Angeles County Museum of Natural History	LACM	USA	7
Harvard University	MCZ	USA	40
University of California, Berkeley	MVZ	USA	38
Museo de Zoología, Escuela de Biología, UNICACH	MZEB	MEXICO	5
Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM	MZFC	MEXICO	77
Texas Cooperative Wildlife Collections, Texas A & M University	TCWC	USA	214
University of Arizona	UAZ	USA	1
University of Colorado Museum of Natural History	UCM	USA	33
University of Illinois	UIMNH	USA	316
University of Michigan	UMMZ	USA	30
National Museum of Natural History, Smithsonian Institution	USNM	USA	131
University of Texas - El Paso	UTEP	USA	56

Del total de registros 611 fueron del grupo de los anfibios y 1,452 de reptiles. Los registros obtenidos por cada de una las familias registradas se enlistan en el Cuadro 5. Un aspecto importante, es que durante el estudio se registraron pocos individuos de anfibios, lo anterior debido a la condición lacustre de la zona de estudio; los cuerpos de agua están conformados principalmente por agua salobre, condición que limita la diversidad de este grupo de vertebrados. Posiblemente tierra adentro se encuentren condiciones más adecuadas para los anfibios, sin embargo, estas áreas se localizan fuera de los límites de la Región Prioritaria Marina del Mar Muerto.

Por otra parte, se tomaron 1,068 fotografías digitales de las especies registradas, así como de su hábitat. Estas fotografías fueron etiquetadas con nombre, localidad, fecha de registro y nombre el autor, en el caso de ejemplares capturados, también se incluyó el número de catalogo de campo.

Cuadro 5. Familias registradas durante el proyecto y número de registros obtenidos de las diferentes fuentes.

Familias	Colectados en este estudio	Observados en este estudio	Museos	Literatura	Total general
Anfibios	29	49	469	64	611
Bufonidae	1	21	87	4	113
Caeciliidae			14	2	16
Craugastoridae			43	38	81
Hylidae	11	13	107	4	135
Leiuperidae	4		41		45
Leptodactylidae	6	12	94	14	126
Microhylidae	4	2	45		51
Plethodontidae			1	1	2
Ranidae	3	1	18	1	23
Rhinophrynidae			19		19
Reptiles	61	607	721	63	1,452
Alligatoridae		5	1	1	7
Bataguridae	1	2	9		12

Familias	Colectados en este estudio	Observados en este estudio	Museos	Literatura	Total general
Boidae	2	5	3		10
Cheloniidae		9	1		10
Colubridae	13	17	84	12	126
Corytophanidae		23	55		78
Elapidae			2	1	3
Emydidae		6	21		27
Eublepharidae			1		1
Gekkonidae	5	18	33	3	59
Helodermatidae		2	1	1	4
Iguanidae	4	75	26	1	106
Kinosternidae	1	19	40		60
Leptotyphlopidae			4		4
Loxocemidae		1	5		6
Phrynosomatidae	15	159	47	1	222
Polychrotidae	7	41	64	26	138
Scincidae	2	6	7		15
Staurotypidae	1	3	17		21
Teiidae	9	215	284	16	524
Viperidae	1	1	5	1	8
Xantusiidae			11		11
Total general	90	656	1,228	89	2,063

RIQUEZA FAUNÍSTICA

Como resultado de este trabajo, la revisión de la literatura y revisión de colecciones científicas se registraron tres órdenes, 10 familias, 17 géneros y 27 especies de anfibios (Apéndice 2) y cuatro órdenes, 22 familias, 46 géneros y 56 especies de reptiles (Apéndice 2). Dando un total de 83 especies (Cuadro 6), que representa el 25.6 % de la herpetofauna de Chiapas y el 21.9 % de la herpetofauna de Oaxaca. Esta cantidad de especies coloca a la región como una de las más

diversa en cuanto anfibios y reptiles se refiere, superando por seis especies a la Selva Lacandona (Lazcano-Barrero *et al.* 1992; SEMARNAP, 2000), por 11 a la Sepultura (March *et al.* 1995; SEMARNAP, 1999a), por 15 especies a la Selva de El Ocote (Martínez y Muñoz, 1998; Muñoz *et al.* 1996), por 27 a La Encrucijada (SEMARNAP, 1999b) y por 34 especies a los Lagos de Montebello (Martínez, 1998; Ortega, 2000).

Cuadro 6. Composición y riqueza taxonómica de anfibios y reptiles de la Región del Mar Muerto.

Orden	Familias	Géneros	Especies
Gymnophiona (Cecilias)	1	1	2
Urodela (salamandras)	1	1	1
Anura (ranas y sapos)	8	15	24
Subtotal de Amphibia	10	17	27
Crocodylia (cocodrilos y caimanes)	1	1	1
Sauria (lagartijas)	10	15	20
Serpentes (culebras y serpientes)	6	25	30
Testudines (Tortugas)	5	5	5
Subtotal de Reptilia	22	46	56
Total	32	63	83

En cuanto a la diversidad taxonómica, el grupo más diverso fue el orden Serpentes con 30 especies, conformando el 36.1 % del total de la herpetofauna; dentro de este orden la familia Colubridae es la mejor representada con el 27.7 % (23 especies). En segundo lugar están las ranas y sapos (orden Anura), con una representatividad del 28.9 % (24 especies), siendo la familia Bufonidae, dentro de este grupo, la mejor representada dentro de la Región con el 7.2 %. Las lagartijas conforman el tercer grupo con 20 especies (24.1 %) y las tortugas el cuarto con cinco especies (6.0 %). Un análisis más detallado sobre la diversidad taxonómica de los órdenes y familias de los anfibios y reptiles del Mar Muerto se presenta en el Cuadro 7, en donde se indican el número de especies de cada grupo y sus porcentajes correspondientes.

Cuadro 7.- Diversidad taxonómica de la herpetofauna de la Región del Mar Muerto.

Grupo taxonómico	No. de especies	% respecto a la clase	% respecto a la herpetofauna
Amphibia	27		32.5
Anura	24	88.9	28.9
Bufonidae	6	22.2	7.2
Craugastoridae	4	14.8	4.8
Hylidae	4	14.8	4.8
Leiuperidae	1	3.7	1.2
Leptodactylidae	3	11.1	3.6
Microhylidae	2	7.4	2.4
Ranidae	3	11.1	3.6
Rhinophrynidae	1	3.7	1.2
Caudata	1	3.7	1.2
Plethodontidae	1	3.7	1.2
Gymnophiona	2	7.4	2.4
Caeciliidae	2	7.4	2.4
Reptilia	56		67.5
Crocodylia	1	1.8	1.2
Alligatoridae	1	1.8	1.2
Sauria	20	35.7	24.1
Corytophanidae	1	1.8	1.2
Eublepharidae	1	1.8	1.2
Gekkonidae	2	3.6	2.4
Helodermatidae	1	1.8	1.2
Iguanidae	3	5.4	3.6
Phrynosomatidae	4	7.1	4.8
Polychridae	2	3.6	2.4
Scincidae	2	3.6	2.4
Teiidae	3	5.4	3.6
Xantusiidae	1	1.8	1.2
Serpentes	30	53.6	36.1
Boidae	1	1.8	1.2
Colubridae	23	41.1	27.7

Grupo taxonómico	No. de especies	% respecto a la clase	% respecto a la herpetofauna
Elapidae	1	1.8	1.2
Leptotyphlopidae	1	1.8	1.2
Loxocemidae	1	1.8	1.2
Viperidae	3	5.4	3.6
Testudines	5	8.9	6.0
Bataguridae	1	1.8	1.2
Cheloniidae	1	1.8	1.2
Emydidae	1	1.8	1.2
Kinosternidae	1	1.8	1.2
Staurotypidae	1	1.8	1.2

RIQUEZA DE ESPECIES POR TIPO DE VEGETACIÓN.

El tipo de vegetación que presenta la mayor riqueza de especies tanto de anfibios y reptiles es el Manglar, este hábitat se caracteriza por ser el mejor conservado dentro del área de estudio y el que mayor extensión presentan. Aquí se distribuyen 37 especies (siete de anfibios y 30 de reptiles), que representa el 44.5 % de la riqueza presente en la Región del Mar Muerto (Figura 7). Las especies típicas del Manglar son el Caimán *Caiman crocodilus*, la lagartija *Anolis serranoi*, las culebras bejuquillos (*Imantodes gemmistratus* y *Leptophis mexicanus*) y la culebra bicolor *Loxocemus bicolor*. Estas especies únicamente fueron registradas en este tipo de vegetación (Apéndice 3), por lo que podríamos considerar que son anfibios y reptiles que no soportan alteraciones drásticas de su hábitat.

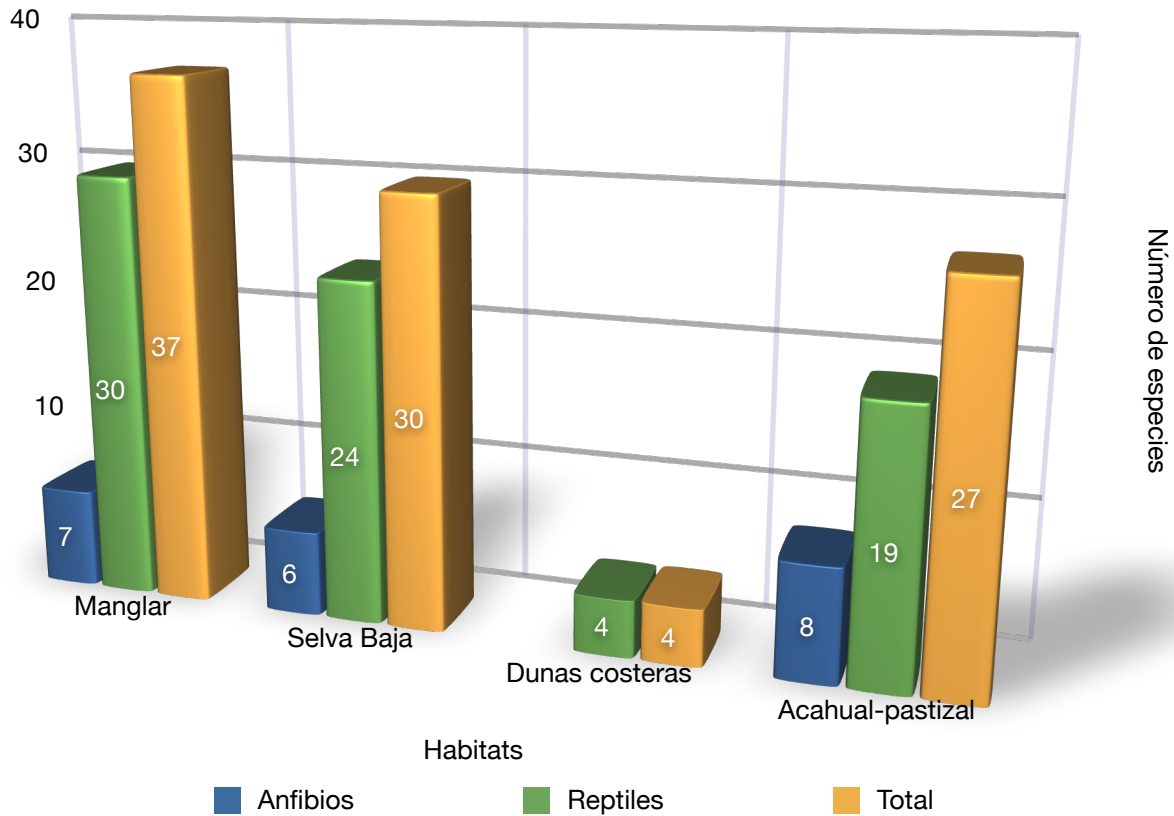


Figura 7. Riqueza de especies en las diferentes asociaciones vegetales.

El segundo hábitat más rico es la Selva Baja con una riqueza de 30 especies (seis anfibios y 24 reptiles). Esta asociación vegetal es la más fragmentada de la zona de estudio, se encuentra distribuida en pequeños parches en la zona de influencia y al rededor de la Laguna, generalmente está asociada a Acahuales de distintas edades, Pastizales y a diversos cultivos. Las áreas donde se encuentra en mejor estado de conservación son al noroeste y oeste de la Laguna, sobre unos lomeríos en los alrededores de Ixhuatan, Oax.

Los taxa que destacan dentro de este hábitat son la mayoría de los anfibios, entre ellos se encuentran los sapos *Incullus valliceps* y *Rhinella marina*; la rana arborícola *Smilisca baudini*; la rana de pantano *Leptodactylus melanonotus* y la rana ovejera *Gastrophyne usta* (Apéndice 3), estos vertebrados fueron registrados durante la época de lluvias, que es cuando se forman pequeños cuerpos de agua dulce dentro de algunos manchones de Selva. Los reptiles que fueron

registrados exclusivamente dentro de Selvas Bajas son la lagartija escamosa *Sceloporus melanorhinus*, el escíncido *Sphenomorphus assatus*, la culebra ranera *Leptophis diplotropis*, la bejuquillo *Oxybelis aeneus*, la nauyaca real *Bothrops asper* y la tortuga dulceacuícola *Staurotypus salvinii*.

Por su parte, las vegetaciones secundarias; acahuales, diferentes cultivos como el maíz y el mango, y los pastizales ocupan el tercer lugar en riqueza (Figura 7). Estos hábitats en su conjunto contienen 27 especies. Dentro de las zonas perturbadas, se distribuyen en forma exclusiva el sapo *Incillus marmoreus*, el sapo espumoso *Engystomops pustulosus*, la culebra rayada *Coniophanes fissidens* y la culebra de agua *Thamnophis proximus*. Todos los demás anfibios y reptiles presentes en estos hábitats son de amplia distribución,

ABUNDANCIA

Durante el estudio se registraron 1,277 individuos de las 50 especies registradas por los diferentes sistemas de muestreo, de los cuales 506 corresponden a anfibios y 771 a reptiles. El anfibio más abundante fue *Smilisca baudini* con 209 registros, se encontró principalmente en los hábitat de manglar y de zonas perturbadas (Cuadro 8). La segunda especie más abundante fue la rana arborícola *Dendropsophus robertmertensi* con 126 individuos, siendo predominante en las zonas de manglar fragmentado cerca de Puerto Arista. Por último la tercera especie con mayor cantidad de individuos registrados fue el sapo gigante *Rhinella marina* con 85 registros, anuro que fue más abundante en las zonas de manglares (cuadro 8).

En lo que respecta a los reptiles, el grupo de las lagartijas fueron las predominantes en la zona de estudio, la especie *Sceloporus siniferus* y *Aspidoscelis deppii* son los saurios más abundantes con 158 y 156 individuos respectivamente, estas dos especies son de amplia distribución ecológica ya que se registraron en todas las asociaciones vegetales. Las otras lagartijas muy comunes dentro de la región fueron el teido *Aspidoscelis guttatus*, el anolis yanki *Anolis sericeus* y la iguana negra *Ctenosaura similis*, éstas presentaron sus mayores abundancias en las zonas de manglares (Cuadro 8).

En términos generales las serpientes fueron raras demográficamente, sólo tres especies de las 16 registradas presentaron abundancias relativamente altas; *Boa constrictor*, *Trimorphodon biscutatus* y *Masticophis mentovarius*, las dos primeras fueron mas frecuentes en las zonas de manglar y la última en las áreas de selva baja. En el Cuadro 8 se enlistan las abundancias de cada una de las especies registradas durante el muestreo de campo.

Cuadro 8. Abundancia total de cada una de las especies registradas en la zona de estudio.

Grupo taxonómico	Manglar	Selva Baja	Duna costera	Perturbada	Total
Amphibia	262	69		175	506
Anura					
Bufoidea					
<i>Incilius marmoratus</i>				1	1
<i>Incilius valliceps</i>	1	1			2
<i>Rhinella marina</i>	65	19		1	85
Hylidae					
<i>Dendropsophus robertmertensi</i>	72			54	126
<i>Smilisca baudini</i>	108	6		95	209
Leiuperidae					
<i>Engystomops pustulosus</i>				4	4
Leptodactylidae					
<i>Leptodactylus fragilis</i>				1	1
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	12	39			51
Microhylidae					
<i>Gastrophryne usta</i>	2	3		18	23
Ranidae					
<i>Lithobates forreri</i>	2	1		1	4
Reptilia	334	247	78	112	771
Crocodylia					
Alligatoridae					
<i>Caiman crocodilus</i>	7				7
Sauria					

Grupo taxonómico	Manglar	Selva Baja	Duna costera	Perturbada	Total
Corytophanidae					
<i>Basiliscus vittatus</i>	9	13		1	23
Gekkonidae					
<i>Hemidactylus frenatus</i>	9	7		2	18
<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	3			6	9
Helodermatidae					
<i>Heloderma horridum</i>	5				5
Iguanidae					
<i>Ctenosaura oaxacana</i>	1			2	3
<i>Ctenosaura similis</i>	42	13		8	63
<i>Iguana iguana</i>	7	13			20
Phrynosomatidae					
<i>Sceloporus melanorhinus</i>		1			1
<i>Sceloporus siniferus</i>	31	70	34	23	158
<i>Sceloporus squamosus</i>	1				1
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	22	2		3	27
Polychridae					
<i>Anolis sericeus</i>	37	18		6	61
<i>Anolis serranoi</i>	7				7
Scincidae					
<i>Mabuya brachypoda</i>	2	4		1	7
<i>Sphenomorphus assatus</i>		1			1
Teiidae					
<i>Ameiva undulata</i>	1	6			7
<i>Aspidozelis deppii</i>	68	34	32	22	156
<i>Aspidozelis guttatus</i>	51	17		30	98
Serpentes					
Boidae					
<i>Boa constrictor</i>	6	1			7
Colubridae					
<i>Coniophanes fissidens</i>			1		1
<i>Conopsis vittatus</i>	1	2		1	4

Grupo taxonómico	Manglar	Selva Baja	Duna costera	Perturbada	Total
<i>Dryobius margaritiferus</i>	1	1		1	3
<i>Imantodes gemmistratus</i>	1				1
<i>Leptodeira annulata</i>	1		1	1	3
<i>Leptophis diplotropis</i>		1			1
<i>Leptophis mexicanus</i>	1				1
<i>Masticophis mentovarius</i>		5		2	7
<i>Oxybelis aeneus</i>		1			1
<i>Oxybelis fulgidus</i>	1				1
<i>Thamnophis proximus</i>				1	1
<i>Trimorphodon biscutatus</i>	6			1	7
Loxocemidae					
<i>Loxocemus bicolor</i>	1				1
Viperidae					
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	1	1			2
<i>Bothrops asper</i>		1			1
Testudines					
Bataguridae					
<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	1	2			3
Cheloniidae					
<i>Lepidochelys olivacea</i>			10		10
Emydidae					
<i>Trachemys scripta</i>	6				6
Kinosternidae					
<i>Kinosternon scorpiodes</i>	4	22		1	27
Staurotypidae					
<i>Staurotypus salvini</i>		11			11
Total	596	316	78	287	1,277

DIVERSIDAD Y SIMILITUD DE ESPECIES

La diversidad y equitatividad de especies en los distintos tipos de vegetación dentro de la región del Mar Muerto se muestra en el Cuadro 9. La diversidad más grande se encontró en el Manglar y

en la Selva Baja, mientras que la más baja se presentó en la vegetación de Dunas Costeras. Una diversidad intermedia se manifestó en las zonas perturbadas. Los resultados de la prueba de aleatorización (Cuadro 9) nos indica que la diversidad herpetofaunística del Manglar y la Selva Baja son significativamente mayores a los otras asociaciones vegetales, mientras que la diversidad de especies es igual entre el Manglar y la Selva Baja.

Cuadro 9. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H), equitatividad de Shannon (J) y prueba de randomización en las asociaciones vegetales.

Hábitat	H	J	Manglar	Selva Baja	Duna Costera
Manglar	2.697	0.6895			
Selva Baja	2.696	0.6891	$\delta = 0.00140238$ (p= 0.6673)		
Duna Costera	1.103	0.2818	$\delta = 1.59484$ (p= 0.00001)	$\delta = 1.59344$ (p= 0.00001)	
Perturbadas	2.198	0.5619	$\delta = 0.499012$ (p= 0.00001)	$\delta = 0.49761$ (p= 0.00001)	$\delta = 0.109583$ (p= 0.00001)

Un análisis de similitud entre los tipos de vegetación nos indicó que la herpetofauna de las Dunas Costeras es muy diferente al resto de las asociaciones vegetales, mientras que la composición de anfibios y reptiles más similar se presenta entre la Selva Baja y el Manglar (Figura 8).

ESPECIES ENDÉMICAS

Una de las características que presentan los anfibios y reptiles de la región del Mar Muerto, es el alto número que presentan algún tipo de endemismo. Del total de la herpetofauna registrada, 44.5% son endémicas mesoamericanas (12 anfibios y 25 reptiles) y 11 son endémicas de México (cuatro anfibios y siete reptiles), siendo *Ctenosaura oaxacana* de distribución limitada al Mar Muerto (Cuadro 10). De igual forma destacando los sapos *Incilius marmoratus* e *Incilius perplexus*; la rana arborícola *Exerodonta sumichrasti*; la cecilia; *Dermophis oaxacae*; la lagartija *Urosaurus bicarinatus* y la lagartija nocturna *Lepidophyma smithi* por ser especies endémicas a México.

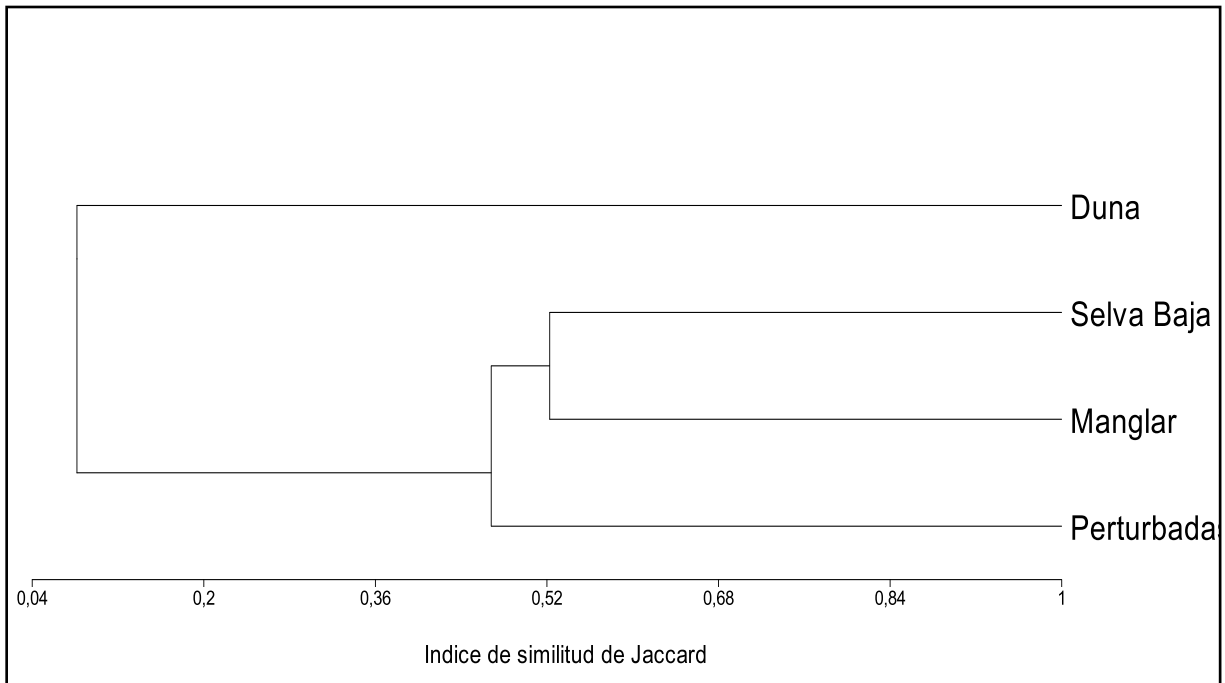


Figura 8. Dendrograma de similitud entre los tipos de vegetación basada en el Índice de Morisita modificado.

Cuadro 10.- Número de especies endémicas presentes en la región del Mar Muerto.

Especies endémicas	Anfibios	Reptiles
Endémicos Mesoamericanos	12	25
Endémicos a México	4	7
Endémicos a la Región	0	1

Fuente: Frost (1985), Johnson (1989), Flores-Villela y Gerez (1994) y Flores-Villela (1993).

ESPECIES DE IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA

Hasta la fecha no existen trabajos herpetofaunísticos que documenten la importancia y/o utilidad que tienen las especies de fauna silvestre de la región. Sin embargo, se cuenta con información recabada en campo mediante pláticas con pobladores asentados dentro de la Región, sobre la utilización de algunos reptiles, principalmente como fuente de alimento. Entre las especies más importantes se encuentran: *Caiman crocodilus*, *Iguana iguana*, *Ctenosaura similis*, *Ctenosaura oaxacana*, *Boa constrictor*, *Crotalus durissus*, *Lepidochelys olivacea*, *Trachemys scripta*, *Kinosternon scorpiodes* y *Staurotypus salvini*. Considerando la carencia de estudios de este tipo, es importante impulsar la realización de trabajos etnozoológicos que proporcionen, por una parte,

información sobre los usos locales que se le da a este tipo de fauna, y por otra, para que el aprovechamiento de este recurso sea racional, tomando en cuenta las características biológicas de la especie, así como su status (especies con algún tipo de protección).

ESPECIES CON PROTECCIÓN:

Para la región del Mar Muerto se reportan seis anfibios y 25 reptiles incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Diario Oficial de la Federación, 2010) y cuatro especies; *Caiman crocodilus*, *Heloderma horridum*, *Loxocemus bicolor* e *Iguana iguana*, están citados en el apéndice II y *Lepidochelys olivacea* en el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES, 2012). De las especies que están en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Diario Oficial de la Federación, 2010); una está en peligro de extinción (*Lepidochelys olivacea*), 10 están en la categoría de amenazadas y 20 en el status de protección especies, representando el 37.3% de la herpetofauna total de la Región.

LITERATURA CITADA

Cervantes-Castro, O. D. 1969. Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. Estabilidad del acceso a la Laguna del Mar Muerto, Chiapas, México. In: Ayala-Castafiares, A. y F. B. Phleger (Eds.) UNAMUNESCO, 367-376. Nov. 28-30, México, D. F.

Colwell, R. K. 1997. Estimate: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 5. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

Colwell, R. K., y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation, in: D. L. Hawksworth (ed.) Biodiversity: Measurement and Estimation. The Royal Society. Chapman & Hall. England pp. 101-118.

Contreras, F. 1988. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo-Secretaría de Pesca. México, D. F. 263 pp.

CITES 2012. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre; Apéndices I, II, III. 7 de diciembre del 2012. <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.

Diario Oficial de la Federación. 2010. Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Lunes 6 de septiembre de 2010. Segunda sección:1-93 p.

Duellman, W. E. 1960. A distributional study of the amphibians of the Isthmus of Tehuantepec, México. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. 13(2):19-72.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. 2a. Edición. CONABIO y UNAM. México, D.F. 439 p.

Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna Mexicana. Carnegie Museum of Natural History. Pittsburgh. Special Publication 17: 1-72.

Frost, D. R. 1985. Amphibians species of the world: A taxonomic and geographical reference. Allen Press, INC. and Association of Systematics Collections. Kansas, USA. 732 pp

- Gallegos, M. y Gómez S. A. 1989. Análisis estructural del manglar de la laguna costera Mar Muerto, Chiapas, México. III Congreso Venezolano sobre Ciencias del Mar. Del 9 al 13 de Octubre. Cumaná. Venezuela. p 45.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geografía, 1973. 246 p.
- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.*, 4: 379-391.
- Heatwole, H. 1982. A review of structuring in herpetofaunal assemblages. En: Scott, N. (Ed.) *Herpetological communities*. US Fish & Wildlife Service. p. 1-19.
- Henderson, P. A. y R. M. H. Seaby. 2002. Species diversity and richness 3.02. *Pisces Conservation Ltd*. Reino Unido.
- Jiménez-Valderde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8:151-161.
- Johnson, J. D. 1989. A biogeographic analysis of the herpetofauna of northwestern nuclear central america. *Milwaukee Publ. Mus. Contrib. Biol. Geol.* 76:1-66.
- Kourchenko, M. L. 1985. Métodos de estudio para los anfibios en el estado de Chiapas. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México. México D. F., México. 10-142.
- Lamas, G., Robbins, R. K. y D. J. Harvey 1991. A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. *Publ. Mus. Hist. nat. UNMSM (A)*, 40: 1-19.
- Lazcano-Barrero, M. A., Góngora-Arones E. y R. C. Vogt. 1992. anfibios y reptiles de la Selva Lacandona. In: Vásquez-Sánchez, M. A. y M. A. Ramos (eds). *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su Conservación*. Publ. Esp. ECOSFERA. 1:145-171.
- León-Cortés, J. L., Soberón, J. M. y J. B. Llorente. 1998. Assessing completeness of mexican sphinx moth inventories through species accumulation functions. *Diversity and Distributions* 4: 37-44.

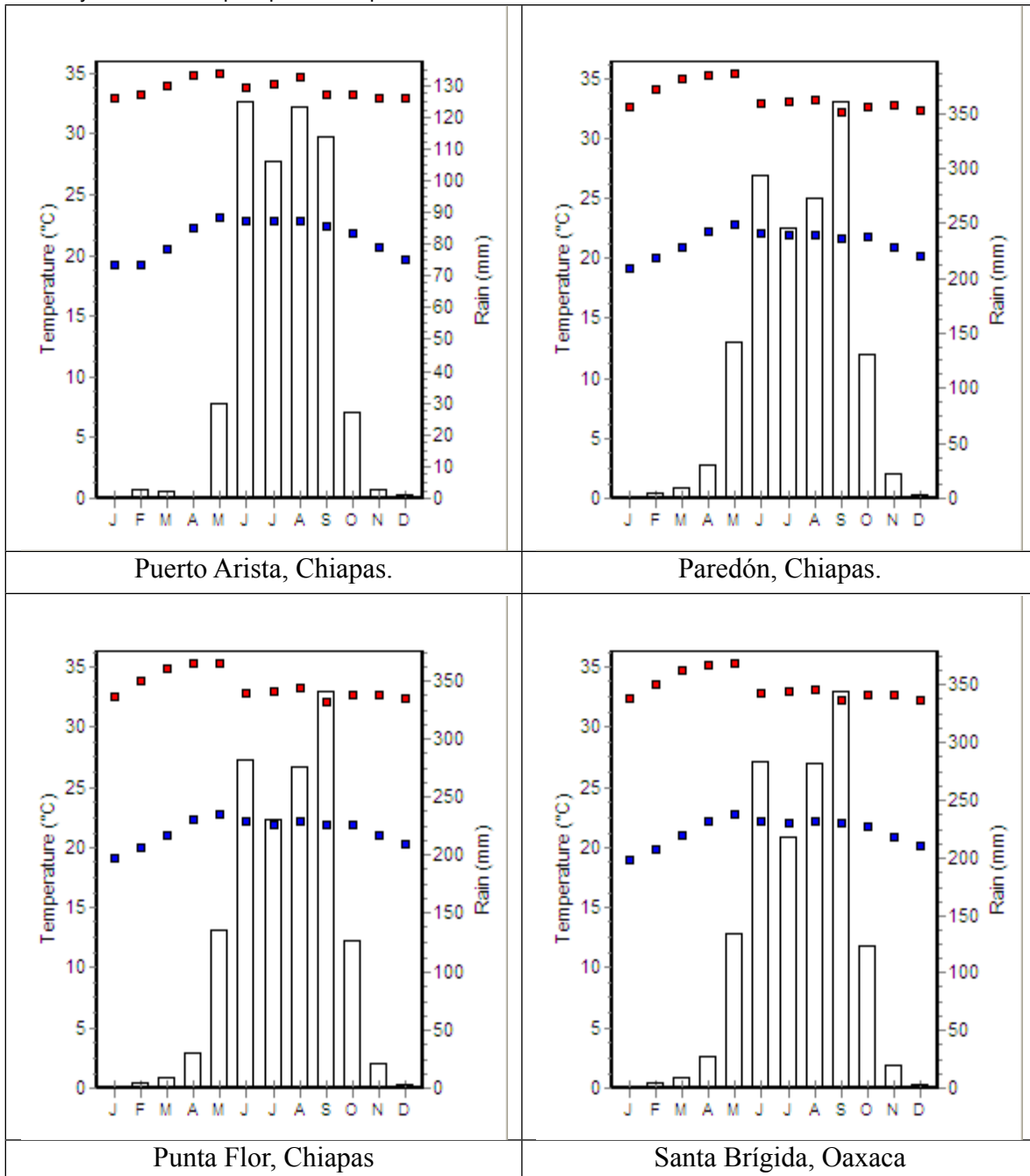
- López, J. E., Lorenzo, C., Barragán, F. y J. Bolaños. 2009. Mamíferos Terrestres de la zona lagunar del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:491-505.
- Lugo, A. E. y S. C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Ann. Rev. of Ecol. and System.* 1974. 5: 39-64.
- Magurran, E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Vendra Ediciones. Barcelona, España. 200 p.
- March, M. I., Muñoz, A., Navarrete, D., Macías, C., Alba, P., Fuller, M., Utrera M., Domínguez, R., Vidal, R. M., Bubb, P., Reyes, I. e I. Fuentes. 1995. Informe final para la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Evaluación y Análisis geográfico de la diversidad de Chiapas. ECOSFERA-Pronatura: Chiapas, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (Primera etapa). pp. 79, 303.
- Martínez, R. y A. Muñoz. 1998. La Herpetofauna de la Reserva El Ocote, Chiapas, México: una comparación y análisis de su distribución por tipos de vegetación. *Bol. Soc. Herpetol. Mex.* 8(1): 1-14
- Martínez, C. R. 1998. Anfibios y Reptiles del Parque Nacional Lagos de Montebello. In Ruiz, L., Horváth, A., Martínez, C. R., Enríquez, R. P. y J. L. Rangel. 1998. Situación actual de la fauna silvestre en el Parque Nacional Lagos de Montebello: Curso-taller de orientación ecológica. Informe Final. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 58-63 p.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. CYTED-ORCYT-Sociedad Entomológica Aragonesa. 83 p.
- Moreno, C. E. y G. Halffter. 1998. Evaluación de inventarios de murciélagos mediante curvas de acumulación de especies. Memorias del IV Congreso Nacional de Mastozoología. Universidad Veracruzana e Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.
- Moreno, C. E. y G. Halffter. 1999. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37. 1-13.
- Muñoz, A., Martínez, R. y P. Hernández. 1996. Anfibios y reptiles de la Reserva El Ocote. *in* Vázquez, M. y I. March (eds). *Conservación y desarrollo sustentable en la selva El Ocote, Chiapas*. ECOSUR-CONABIO. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 87-147 p.

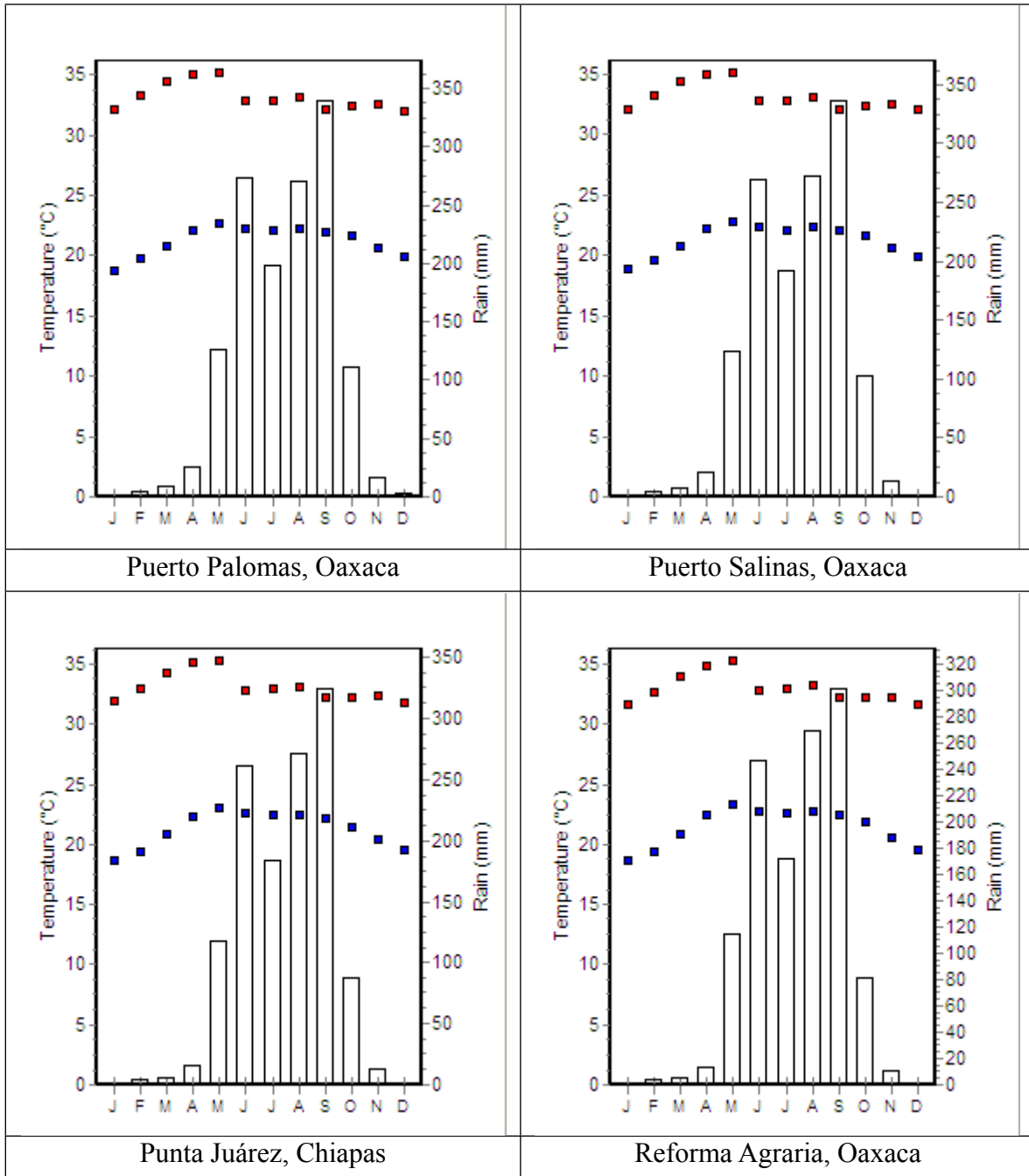
- Ortega, E. J. 2000. Análisis herpetofaunístico en diferentes tipos de hábitats en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 71 p.
- Palmer, M. W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71 (3): 1195-1198.
- Sanchez, O. y G. López. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*. 75: 119-114.
- Santoyo, H. y M. Signoret. 1979. Fitoplancton de la laguna del Mar Muerto en el sur del pacífico de México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*.
- SEMARNAP, 1999a. Programa de manejo de la reserva de la biosfera La Sepultura. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. 247 pp.
- SEMARNAP, 1999b. Programa de manejo de la reserva de la biosfera La Encrucijada. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. 183 pp.
- SEMARNAP, 2000. Programa de manejo de la reserva de la biosfera Montes Azules. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. 255 pp.
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3):480-488.
- Solow, A. R. 1993. A simple test for change in community structure. *Journal of Animal Ecology*. 62(1):191-193.
- StatSoft, I. 1998. Statistica for Windows. StatSoft, Inc. EUA.
- Tapia, G. M. y A. García. 1997. Composición, distribución, abundancia y asociaciones de especies de la comunidad de peces de la laguna del Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. V Congreso Nacional de Ictiología. 47 p.
- Townsend, P. A. y N. A. Slade. 1998. Extrapolating inventory results into biodiversity estimates and the importance of stopping rules. *Diversity and Distribution* 4: 95-105.
- Zabalegui, M. L. M. y F. Contreras E., 1990. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en la laguna Mar Muerto, Oax/Chis., México. VIII Congreso. Nacional de Oceanografía de México. Del 20 al 24 de Noviembre. Mazatlán, Sinaloa, México. 70 p.

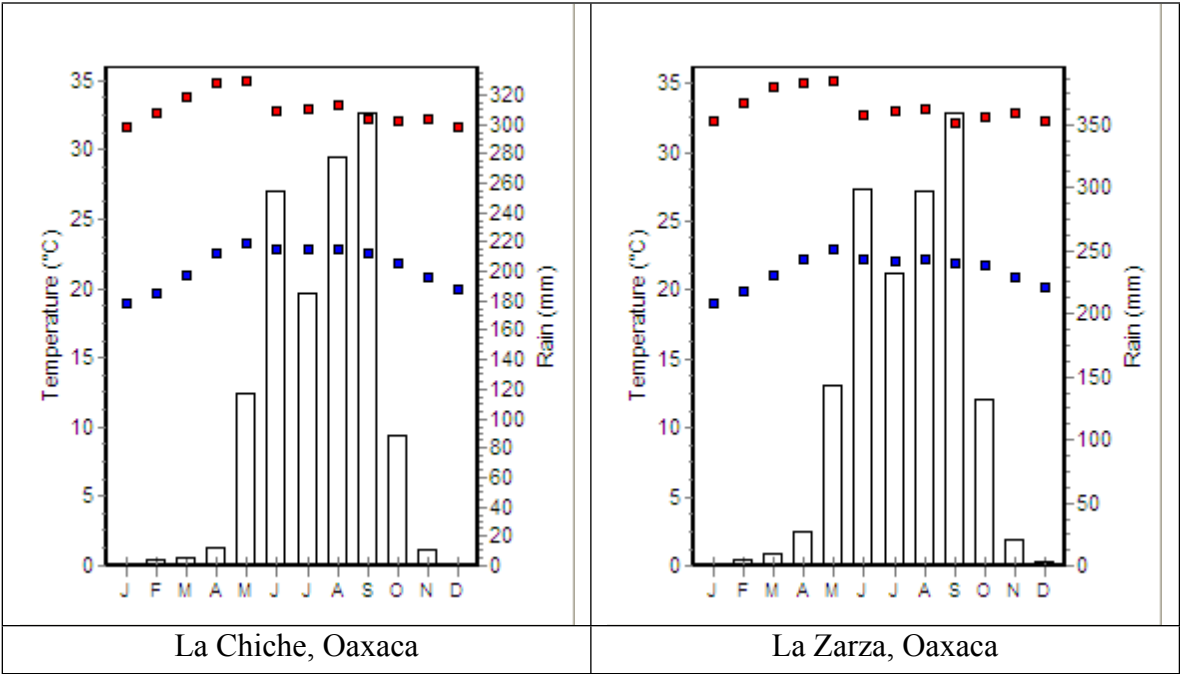
APÉNDICES

Apéndice 1. Diagramas hombro-térmicos de los diferentes sitios de muestreo localizados alrededor de la laguna del mar muerto.

En rojo se presentan las temperaturas máximas promedio mensuales, en azul las temperaturas mínimas promedio mensuales y en barras las precipitaciones promedio mensuales.







La Chiche, Oaxaca

La Zarza, Oaxaca

Apéndice 2. Lista de las especies de anfibios y reptiles registradas en la región del mar muerto.

Entre paréntesis la categoría de estatus de conservación según la NOM-059-2010; Pr = protección especial, A = amenazada, P = peligro de extinción.

Amphibia

Anura

Bufonidae

- Incilius canaliferus*
- Incilius coccifer (Pr)*
- Incilius marmoreus*
- Incilius perplexus*
- Incilius valliceps*
- Rhinella marina*

Craugastoridae

- Craugastor rhodopis*
- Craugastor rugulosus*
- Craugastor rupinius*

Hylidae

- Dendropsophus robertmertensi*
- Exerodonta sumichrasti*
- Scinax staufferi*
- Smilisca baudini*
- Trachycephalus venulosus*

Leiuperidae

- Engystomops pustulosus*

Leptodactylidae

- Eleutherodactylus pipilans*
- Leptodactylus fragilis*
- Leptodactylus melanonotus*

Microhylidae

- Gastrophryne usta (Pr)*
- Hypopachus variolosus*

Ranidae

- Lithobates forreri (Pr)*
- Lithobates maculata*
- Lithobates vaillanti*

Rhinophrynidae

- Rhinophrynus dorsalis (Pr)*

Caudata

Plethodontidae

- Bolitoglossa flaviventris*

Gymnophiona

Caeciliidae

- Dermophis mexicanus (Pr)*

Dermophis oaxacae (Pr)

Reptilia

Crocodylia

Alligatoridae

Caiman crocodilus (Pr)

Sauria

Corytophanidae

Basiliscus vittatus

Eublepharidae

Coleonyx elegans (A)

Gekkonidae

Hemidactylus frenatus

Phyllodactylus tuberculosus

Helodermatidae

Heloderma horridum (A)

Iguanidae

Ctenosaura oaxacana (A)

Ctenosaura similis (A)

Iguana iguana (Pr)

Phrynosomatidae

Sceloporus melanorhinus

Sceloporus siniferus

Sceloporus squamosus

Urosaurus bicarinatus

Polychridae

Anolis sericeus

Anolis serranoi

Scincidae

Mabuya brachypoda

Sphenomorphus assatus

Teiidae

Ameiva undulata

Aspidoscelis deppii

Aspidoscelis guttatus

Xantusiidae

Lepidophyma smithi (Pr)

Serpentes

Boidae

Boa constrictor (A)

Colubridae

Coniophanes fissidens

Conopsis pulcher

Conopsis vittatus

Dryadophis melanolomus

Drymobius margaritiferus

Enulius flavitorques
Ficimia publia
Imantodes gemmistratus (Pr)
Lampropeltis triangulum (A)
Leptodeira annulata (Pr)
Leptodeira maculata (Pr)
Leptodeira nigrofasciata
Leptophis diplotropis (A)
Leptophis mexicanus (A)
Masticophis mentovarius
Oxybelis aeneus
Oxybelis fulgidus
Salvadora lemniscata (Pr)
Spilotes pullatus
Stenorrhina freminvillei
Tantillita brevissima (Pr)
Thamnophis proximus (A)
Trimorphodon biscutatus

Elapidae

Pelamis platurus

Leptotyphlopidae

Leptotyphlops goudoti

Loxocemidae

Loxocemus bicolor (Pr)

Viperidae

Agkistrodon bilineatus (Pr)

Bothrops asper

Crotalus durissus (Pr)

Testudines

Bataguridae

Rhinoclemmys pulcherrima (A)

Cheloniidae

Lepidochelys olivacea (P)

Emydidae

Trachemys scripta (Pr)

Kinosternidae

Kinosternon scorpiodes (Pr)

Staurotypidae

Staurotypus salvini (Pr)

Apéndice 3. Hábitat donde fueron registradas las especies.

Nota. Solo se consideraron los registros obtenidos por colecta y observación realizados durante los muestreos de este estudio.

	Manglar	Selva Baja	Duna costera	Perturbada
Amphibia	7	6		8
Anura				
Bufonidae				
<i>Incilius marmoreus</i>				X
<i>Incilius valliceps</i>	X	X		
<i>Rhinella marina</i>	X	X		X
Hylidae				
<i>Dendropsophus robertmertensi</i>	X			X
<i>Smilisca baudini</i>	X	X		X
Leiuperidae				
<i>Engystomops pustulosus</i>				X
Leptodactylidae				
<i>Leptodactylus fragilis</i>				X
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	X	X		
Microhylidae				
<i>Gastrophryne usta</i>	X	X		X
Ranidae				
<i>Lithobates forreri</i>	X	X		X
Reptilia	30	24	4	19
Crocodylia				
Alligatoridae				
<i>Caiman crocodilus</i>	X			
Sauria				
Corytophanidae				
<i>Basiliscus vittatus</i>	X	X		X
Gekkonidae				
<i>Hemidactylus frenatus</i>	X	X		X
<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	X			X
Helodermatidae				
<i>Heloderma horridum</i>	X			
Iguanidae				
<i>Ctenosaura oaxacana</i>	X			X
<i>Ctenosaura similis</i>	X	X		X
<i>Iguana iguana</i>	X	X		
Phrynosomatidae				
<i>Sceloporus melanorhinus</i>		X		
<i>Sceloporus siniferus</i>	X	X	X	X
<i>Sceloporus squamosus</i>	X			
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	X	X		X
Polychridae				

<i>Anolis sericeus</i>	X	X		X
<i>Anolis serranoi</i>	X			
Scincidae				
<i>Mabuya brachypoda</i>	X	X		X
<i>Sphenomorphus assatus</i>		X		
Teiidae				
<i>Ameiva undulata</i>	X	X		
<i>Aspidoscelis deppii</i>	X	X	X	X
<i>Aspidoscelis guttatus</i>	X	X		X
Serpentes				
Boidae				
<i>Boa constrictor</i>	X	X		
Colubridae				
<i>Coniophanes fissidens</i>				X
<i>Conopsis vittatus</i>	X	X		X
<i>Drymobius margaritiferus</i>	X	X		X
<i>Imantodes gemmistratus</i>	X			
<i>Leptodeira annulata</i>	X		X	X
<i>Leptophis diplotropis</i>		X		
<i>Leptophis mexicanus</i>	X			
<i>Masticophis mentovarius</i>		X		X
<i>Oxybelis aeneus</i>		X		
<i>Oxybelis fulgidus</i>	X			
<i>Thamnophis proximus</i>				X
<i>Trimorphodon biscutatus</i>	X			X
Loxocemidae				
<i>Loxocemus bicolor</i>	X			
Viperidae				
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	X	X		
<i>Bothrops asper</i>		X		
Testudines				
Bataguridae				
<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	X	X		
Cheloniidae				
<i>Lepidochelys olivacea</i>			X	
Emydidae				
<i>Trachemys scripta</i>	X			
Kinosternidae				
<i>Kinosternon scorpiodes</i>	X	X		X
Staurotypidae				
<i>Staurotypus salvini</i>		X		
Total	37	30	4	27