

Informe final* del Proyecto S177
Contribución al conocimiento taxonómico de los peces que habitan los sistemas acuáticos de la reserva de Calakmul, Campeche

Responsable: Dra. María Eugenia Vega Cendejas
Institución: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida
Departamento de Recursos del Mar
Dirección: Carretera Antigua a Progreso Km 6, Cordemex, Mérida, Yuc, 97310 , México
Correo electrónico: maruvega@mda.cinvestav.mx
Teléfono/Fax: Tel: (999)981 2960 y (999)981 29 31 ext. 524 y 529 Fax: (999)981 23 34
Fecha de inicio: Octubre 15, 1999
Fecha de término: Noviembre 5, 2001
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Vega Cendejas, M. E. 2002. Contribución al conocimiento taxonómico de los peces que habitan los sistemas acuáticos de la reserva de Calakmul, Campeche. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. S177.** México, D.F.

Resumen:

Ubicada en el estado de Campeche, la Reserva de la Biosfera de Calakmul resalta por su naturaleza prístina. Sin embargo, el uso de sus recursos por parte de las comunidades locales requiere de su conocimiento para llevar a cabo el manejo sustentable de los mismo. En lo que respecta al componente acuático, pocas han sido las investigaciones realizadas y mucho menos las enfocadas a la comunidad de peces. En este sentido, este estudio tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la biodiversidad ictiofaunística de la reserva e integrarla a la base de datos de la CONABIO. Para tal efecto, la reserva se dividirá en cuatro zonas hidrológicas y fisiográficamente diferentes, aplicándose estacionalmente (secas, lluvias y nortes) el mismo esfuerzo de muestreo en cada una de ellas. Dentro de cada zona, se registrarán las coordenadas de los cuerpos de agua de naturaleza permanente y las características físico-químicas del agua (temperatura, transparencia, pH y oxígeno). Los peces, recolectados con diversas artes de pesca se fijarán con formaldehído para su transporte y posterior identificación en laboratorio. Esta información junto con el registro del peso, longitud estándar, coloración y hábitat se incorporará a la base de datos del sistema Biótica y los ejemplares recolectados serán integrados a la colección ictiológica del Laboratorio de Necton, CINVESTAV. Adicionalmente, se realizará un análisis cuantitativo para determinar las especies dominantes y se utilizarán métodos de afinidad y agrupamiento adecuados que permitan determinar el grado de similitud espacio-temporal sobre la base de la composición específica. El listado taxonómico y la información ecológica obtenida de la comunidad de peces constituirán una importante contribución al Plan de Manejo de la Reserva para asegurar la conservación.

-
- * 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.



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
*Unidad Mérida***

Informe Final (Julio, 2001)

**Proyecto No. Ref. S177
Contribución al conocimiento taxonómico de los peces que habitan los sistemas
acuáticos de la Reserva de Calakmul, Campeche.**

**Responsable del Proyecto
Dra. Ma. Eugenia Vega Cendejas**
Laboratorio de Taxonomía y Ecología de Peces
Departamento de Recursos del Mar

Personal Participante
Biol. J. Mirella Hernández de Santillana (CINVESTAV)
Tec. Pesquero Edgar Alex Acosta Hernández (Proyecto)
Dr. Steven M. Norris (Taxónomo especialista)

Km. 6 Antigua Carretera a Progreso. A. P. 73 Cordemex; C. P. 97310. Mérida, Yucatán. Tel: (99) 81-29-60,
(99) 81-29-73 ext 286 y 291. Fax: (99) 81-23-34. Email: maruvega@kin.ciemar.conacyt.mx

Indice

Resumen	2
Introducción -	3
Antecedentes y Justificación	4
Objetivos General y Particulares	6
Metodología	
• Área de estudio	7
• Trabajo de campo	13
• Trabajo de laboratorio.....	13
• Análisis de datos	14
Resultados o Productos por obtener	
• Localidades	14
• Hidrología	18
• Afinidad entre estaciones	22
• Ictiofauna.....	24
• Riqueza y diversidad de especies.....	38
• Especies dominantes.....	40
• Curva acumulativa de especies	42
• Asociación entre estaciones.....	43
Discusión y Conclusiones	43
Aportaciones del proyecto e indicadores de éxito	46
Agradecimientos	47
Literatura citada	47
Anexo: Material fotográfico	53

Resumen

En un total de 14 salidas realizadas a la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche *en el período de febrero 2000 a marzo, 2001, se georreferenciaron 69 localidades* ubicadas tanto en el norte como en el sur de la Reserva, de las cuales en el 93% de ellas (64) se recolectaron 11,658 ejemplares con un peso de 34.5 kg y que correspondieron a 1 clase, 6 órdenes, 6 familias, 19 géneros y 31 especies. En cada localidad, previo a la toma de muestras, se registraron los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, salinidad, conductividad, y oxígeno). Para la recolecta se utilizaron diversas artes de pesca, dependiendo de las características del hábitat tales como atarraya, un chinchorro playero y trampas. También se tomaron fotografías de ejemplares vivos o recientemente recolectados para su ayuda en la identificación. De los registros obtenidos, la familia Cichlidae es la que está representada con el mayor número de géneros (6) y especies (13), siguiéndole en importancia la familia Poeciliidae con 7 géneros y 11 especies. Considerando su abundancia numérica y en peso, así como su frecuencia de ocurrencia en la 64 localidades, se determinaron como especies dominantes a *Astyanax aeneus*, *Poecilia mexicana*, *Gambusia sexradiata*, *Thorichthys meEli*, *Rhamdia gua emaiensis* y *Archocentrus octofasciatus*. La identificación de los ejemplares fue revisada en julio del 2000 por el Dr. Steven Norris, especialista en peces de agua dulce de México y algunos de los ejemplares con dudas taxonómicas fueron comparados con los de la colección ictiológica del Colegio de la Frontera Sur. Esta información junto con el registro del peso, longitud estándar, sexo en ejemplares de poecilidos, así como la coloración y hábitat se incorporaron a la base de datos del sistema **Biótica** y los ejemplares recolectados se integraron a la colección ictiológica del laboratorio de Necton, CINVESTAV (CINV-NEC) con clave de Registro: YLIC.PEC. 084.0999.

Introducción

Enclavada en la espesura de la selva campechana y colindando al sur con Guatemala y al este con Quintana Roo, la Reserva de la Biosfera de Calakmul (RBC) es una maravilla natural. El 23 de mayo de 1989 fue establecida zona protegida mediante Decreto Presidencial por el grado de conservación de sus ecosistemas. Posteriormente en 1993 ingresó a la Red Internacional del Programa El hombre y la Biosfera de la *UNESCO* y está considerada dentro de las 25 áreas piloto para nuevos sistemas de manejo y administración del Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 19952000 e incluida además dentro del *Programa de Conservación de la Biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas Selectas de México* (Plan de Manejo, 2000).

¿Porqué esta área del Estado de Campeche es tan importante en términos de riqueza biológica y conservación? En respuesta a esta pregunta, Calakmul es la mayor Reserva mexicana de bosque tropical poco perturbado (723,184 Has) y la segunda más importante de hispanoamérica, luego de la Amazonia; con la particularidad de estar conformada por una mezcla de selvas altas y medianas con selvas bajas temporalmente sujetas a inundación y vegetación acuática. Esta gran heterogeneidad estructural, trae consigo una alta diversidad que se refleja en todos los componentes biológicos que integran el ecosistema y que contribuyen a su funcionamiento. Sin embargo, recientemente debido al incremento de la población dentro y en zonas aledañas a la Reserva, así como a la explotación de flora y fauna hacen necesario ejercer un control sobre los factores que originan una presión sobre sus recursos, tales como la deforestación, la explotación del chicle y la caza de fauna regional con fines recreativos, considerándose como una prioridad la realización de acciones que contribuyan al conocimiento de la estructura y dinámica de los diferentes componentes biológicos a fin de evitar alteraciones del hábitat que coadyuven al desplazamiento de especies nativas o a su extinción con la consecuente pérdida de diversidad genética.

Cabe resaltar que los cenotes, galerías acuáticas subterráneas y lagunas son ambientes estables, prácticamente aislados y sin comunicación genética, factores importantes para la presencia de endemismos como lo sugiere Coke (1991) para ecosistemas similares de Yucatán y Quintana Roo, de tal manera, que una correcta evaluación y registro de especies ícticas de la Reserva, constituye en sí misma una gran aportación al conocimiento de la biodiversidad de nuestras selvas y reservas.

La preservación de la biodiversidad requiere en una primera etapa de la identificación de las especies clave, definidas por Power et al. (1996) como aquellas que independientemente de su abundancia, ejercen un fuerte impacto sobre la comunidad o el ecosistema; así como de las nativas o endémicas que están en peligro constante debido a una contaminación biótica con la invasión o introducción de especies exóticas o por la destrucción de sus hábitats críticos (Miller et al., 1989; Williams *et al.*, 1989). Estos hechos ocurren frecuentemente en los ecosistemas de nuestro país.

Actualmente se ha visto que las Reservas Naturales no son islas aisladas, metáfora que predominó en el diseño de las Reservas durante los 80s, sino que sostiene varios tipos y niveles de actividad humana con corredores, trampolines y otras clases de conexión que mantienen la dinámica metapoblacional (Hanski y Simberloff, 1997; Simberloff, 2000). Este cambio de concepto, también es considerado por las instancias legislativas y de normatividad donde independientemente de las observaciones académicas acerca del uso óptimo de las reservas naturales, las comunidades hacen uso racional de sus recursos y establecen propuestas para un manejo sustentable de los mismos, a través del conocimiento de los procesos y dinámica ecológica de los ecosistemas y de los componentes biológicos y ambientales que lo conforman. La introducción de especies operando a varios niveles tróficos y de varias maneras, puede dañar en gran manera las reservas.

Antecedentes y Justificación

Actualmente en México hay una insuficiencia de conocimientos faunísticos, ecológicos y de monitoreo adecuados y en muchas zonas no existe una relación de especies o áreas críticas que requieren protección (Contreras-Balderas, 1990). En particular sobre la Reserva de la Biosfera de Calakmul (RBC), diversas instituciones han realizado investigaciones dirigidas fundamentalmente al estudio y conocimiento de la fauna y vegetación terrestre. De éstas, la ornito y masto fauna han sido las más estudiadas con un registro de 235 especies de aves, de las cuales 76.2% son residentes y 23.8% migratorias (Berlanga y Wood, 1990). Estos autores también reportan 29 especies rapaces que incluyen varias especies raras y amenazadas y nueve nocturnas. Respecto a la mastofauna, se le considera una región de alta diversidad, existiendo según Hall (1981), sobre la base de su distribución, el potencial de 94 especies de mamíferos silvestres con los órdenes de quirópteros, carnívoros y roedores como los mejor representados con 47 16 y 15 especies, respectivamente (March y Verrer, 1991).

Por el contrario, el componente acuático ha sido poco estudiado y en particular el conocimiento de la fauna de peces que se encuentra en los diversos cuerpos de agua de naturaleza permanente y temporal, es prácticamente desconocido. Estudios realizados en la década de los años treinta por Carl L. Hubbs (1936, 1938) dentro de la Península de Yucatán en Campeche, cerca de Champotón y Escárcega, así como en Belice y Guatemala (Hubbs, 1935) contribuyen y enriquecen el conocimiento de la ictiofauna dulceacuícola mexicana, resaltando la condición de endemismo de algunas de ellas. Adicionalmente, diversos trabajos sobre la ictiofauna mexicana y de centroamérica contribuyen al conocimiento taxonómico de las familias Cichlidae (Taylor y Miller, 1980; Miller y Taylor, 1984), Cyprinodontidae (Miller y Hubbs, 1974; Humphries y Miller, 1981), Poeciliidae (Schultz y Miller, 1971; Greenfield et al., 1982; Miller, 1983), Pimelodidae (Miller, 1984) considerando su origen y distribución (Miller, 1966, 1976, 1986).

En el Estado de Quintana Roo, se ha evaluado la composición y distribución de los peces continental (Gamboa-Pérez, 1994; Schmitter-Soto y Gamboa-Pérez, 1996) y particularmente dentro de la Reserva PRONATURA-Península de Yucatán realizó un estudio preliminar en los cuerpos de agua ubicados cerca de la carretera DzibalchénXpujil-1 1 de Mayo, a partir del cual se lograron identificar 701 ejemplares comprendidos en 5 familias, 9 géneros y 18 especies. De las familias reportadas (Cichlidae, Poeciliidae, Characidae, Clupeidae y Pimelodidae), la Cichlidae fue la mejor representada con el 37.1 % del total de ejemplares recolectados (Acosta y Ricalde, 1994). Dentro de la familia Pimelodidae se registró a *Rhamdia guatemalensis*, especie enlistada como amenazada en la NOM-059. Esta misma Institución, durante 1997 realizó un cultivo experimental de mojarra paleta *Cichlasoma synspilum*, en el ejido de Nuevo Beca; (Jiménez, 1997) como una alternativa económica para los pobladores de la región, dada las características propias del lugar y las biológicas de la especie, como es su poca agresividad y alto potencial reproductivo. Dentro del informe final, se reporta la presencia de peces conocidos como "topetes" del género *Poecilia* spp. y "sardinas" del género *Astyanax* sp. Desafortunadamente, la poca fluidez de los recursos y la falta de programación en el trabajo de campo, contribuyeron al poco éxito en su cultivo.

Es importante mencionar que una completa base de datos sobre la ictiofauna de la Reserva no sólo contribuye al conocimiento de la biodiversidad, sino también es información sustancial dentro del plan de manejo para asegurar su conservación y buen uso por parte de las comunidades rurales dado que el incremento de la población ha

originado a su vez el aumento de la explotación artesanal para el auto-consumo de la Tenguayaca (*Petenia splendida*), *mojarra paleta* (*Tichlasoma synspilum*), *mojarra zacatera* (*P. friedrichthah*), *mojarra hondureña* (*C. robertsoni*), *mojarra boca de fuego* (*C. meElí*), el *juil* (*Rhamdia guatemalensis*) e incluso los characidos, *Astyanax aeneus* y *A. alfiors* conocidos localmente como sardinas. Es por lo tanto necesario, tener un conocimiento de la composición de especies en los diversos cuerpos de agua ubicados dentro del polígono de la Reserva (biodiversidad), del estado actual de este componente biológico (endemismos y especies que requieren protección) y de su ámbito de distribución a nivel espacial y temporal.

En este sentido para el desarrollo del presente estudio se plantea el siguiente

objetivo general:

Contribuir el conocimiento taxonómico y ecológico de la biodiversidad ictiofaunística en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche

Y los siguientes **objetivos particulares:**

- Proporcionar un listado de la composición específica de los peces que habitan en la Reserva de Calakmul y determinar su patrón de distribución.
- Determinar la estructura de la comunidad íctica e integrar algunos descriptores comunitarios (dominancia, diversidad, variación espacial y temporal de las abundancias relativas).
- Evaluar la relación de la densidad íctica con las principales variables fisicoquímicas.
- Destacar las especies endémicas o que requieren protección especial debido a su vulnerabilidad.
- Proveer de nueva información al Banco de Datos e inventarios bióticos de la CONABIO
- Incrementar la colección de peces del Laboratorio de Necton del CINVESTAV-IPN-Unidad Mérida a fin de que constituya una colección de referencia dentro del ámbito regional.

Metodología

Área de Estudio

La Reserva de la Biosfera de Calakmul comprende una extensión total de 723,186 has, de las cuales aproximadamente el 34.3% corresponden a dos zonas núcleo y 65.7% a la zona de amortiguamiento (García-Gil y March, 1989, 1990; García-Gil, 1991; El Alcocer, 1997). Geográficamente está localizada al sureste del estado de Campeche, en el municipio de Calakmul y entre los municipios de Champotón y Hopelchén. Las coordenadas extremas en que se ubica son los 19°15' y 17°45' de latitud norte y los 90°10' y 89°15' longitud oeste (Fig. 1). La Reserva es atravesada por dos ejes carreteros, el primero que va de oriente-poniente corresponde a la carretera federal Escárcega-Chetumal y el segundo de norte a sur que es la carretera estatal DzibalchenX'pujil que atraviesa las zonas núcleo y de amortiguamiento de la porción norte de la Reserva y el segundo que va de X'pujil hacia Arroyo Negro, el cual bordea la Reserva. Internacionalmente representa un eslabón ecológico entre los bosques húmedos del Petén Guatemalteco y la región lacandona de Chiapas, con la región norte y Caribe de la Península de Yucatán, incluyendo la Reserva de la Biosfera de SianKaán y las áreas agroforestales de Quintana Roo.

Clima y Geología. De acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1981), el clima del área de estudio es cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW_o) y un gradiente de precipitación que va disminuyendo de sur a norte. Como consecuencia se presenta en la Reserva tres subtipos climáticos: a) AW_o . El menos húmedo de los subhúmedos, con menos de 60 mm en el mes más seco y un porcentaje de lluvia invernal menor al 5%. b) AW_1 . Con una humedad media entre los subhúmedos con menos de 60 mm en el mes más seco y un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% y c) $AW_2(x)$ como el más húmedo de los subhúmedos con menos de 60 mm de precipitación durante el mes más seco y un porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2%.

García y March (1990) describieron el clima de la reserva con las modificaciones del sistema de Köppen hechas por García (1981). Encontraron que el 10%, se encuentra dentro de la zona cálida subhúmeda $AW_2(x)$ a lo largo de la frontera de Guatemala, 60% con el subtipo climático cálido subhúmedo AW_1 , dentro de la zona central y 30% comprende el subtipo cálido subhúmedo AW_o en el norte del área.

Una de las características más notable de la Península de Yucatán, es un incremento del gradiente de la humedad del noroeste hacia el sureste (Trewartha, 1961; Gunn y Adams, 1981; Folan et al., 1983; García y March, 1990). Adicionalmente, la Reserva está parcialmente localizada en una cuenca interna, la cual tiene la posibilidad de influir en la humedad a través de las nubes de lluvia por las colinas circundantes.

Respecto a la topografía, se observa que no obstante que esta que zona es básicamente plana, se encuentran las máximas elevaciones de la Península de Yucatán que van descendiendo de sur a norte y con una variación de altitud entre 365 y 35 m. Asimismo, se observa una predominancia de rocas calizas del Paleoceno de color café amarillento, con presencia de nódulos de pedernal. Los suelos predominantes (redzina, litosol, vertisol y gleysol) pocas veces se encuentran aislados y normalmente están arreglados a manera de mosaico con límites difíciles de precisar (INEGI, 1985).

Vegetación. La vegetación de la región se estima en 1,100 especies de plantas vasculares, aproximadamente más del 50% de la flora registrada para la Península de Yucatán, la cual está compuesta por 153 familias, 834 géneros y 1,936 especies, con un porcentaje del 10% de endemismo. Estudios realizados por el Instituto de Biología y la CGNABIG, indican el registro de las familias Canellasea y Trigoniacea, la primera de ellas es un registro único para el continente y la segunda para la Península.

De acuerdo con la clasificación de Miranda y Hernández X (1963) y en base a colectas botánicas y observaciones de campo se distinguen seis tipos de vegetación: a) Aguadas, áreas pantanosas originadas por procesos de erosión y sedimentación, cubiertas por plantas herbáceas de diferentes tipos y distribuidas en colinas menores de 3 Ha. b) **Agrupaciones de hidrófilas**, no sobrepasan los 60 cm de altura y cubren el 15% de la superficie de la Reserva. c) **Selva alta** subperennifolia, localizada en la parte sur de la reserva, limitando con el Petén guatemalteco y dominada por árboles de 25 a 35 m de altura, de los cuales entre el 25 y 50% pierden sus hojas en los meses de mayor sequía. Se encuentra sobre suelos fértiles y profundos, generalmente en terrenos ondulados. d) **Selva mediana subperennifolia**, vegetación dominante con árboles entre 15 a 25 m de altura y de los cuales entre el 25 y 50% tira sus hojas durante los meses de sequía. e) **Selva baja**, vegetación de inundación distribuida en forma fragmentada con árboles entre 5 y 10 m de altura y donde el 25 y 50% tira las hojas en los meses secos y f) **vegetación perturbada**, áreas desmontadas y dedicadas a la agricultura o ganadería (García-Gil y March, 1989, 1990;. García-Gil, 1991).

Hidrología. Desde el punto de vista hidrológico, el área presenta características singulares por la presencia de akalchés (pequeños manchones aislados de suelos profundos e inundables), aguadas y dolinas en proceso de formación, mismas que constituyen fuentes de obtención de agua para los pobladores y para la fauna silvestre. Una de sus características de la Reserva, es la casi ausencia de corrientes superficiales, a excepción de dos ríos de régimen permanente: El río Concepción que drena en dirección oeste para confluir con el río Tigre que a su vez desemboca en el valle de Edna y el río Dos Naciones, de corta dimensión (30 Km) que desemboca sobre la planicie del Río Hondo, en la frontera internacional y el cual nace sobre las mesetas cársticas que se encuentran a más de 350 m sobre el nivel del mar. De tal manera, que su hidrografía está determinada por la cantidad y distribución de la precipitación pluvial, la evapotranspiración de la vegetación, las masas de agua y los suelos y el drenaje de la superficie (Plan de Manejo, 2000). Algunas de las áreas bajas constituyen humedales permanentes y las torrentes de lluvia pueden ser lo suficientemente intensos como para transportar agua temporalmente en canales de corriente superficial.

Aguadas. Las aguadas son áreas pantanosas originadas por proceso de erosión y sedimentación aunado a un régimen climático en el cual la precipitación y la evaporación están casi en equilibrio. Se caracterizan por la presencia de vegetación herbácea o arbustiva y raras veces arboladas, cuyas especies están adaptadas a condiciones extremas de inundación y desecación, la asociación más frecuente es el tintal. Las aguadas forman una transición entre áreas de ramonales, zapotales y otras asociaciones de partes elevadas y se distribuyen en vasos menores de 3 ha. Dentro de la Reserva se tiene un registro de 1,353 aguadas por lo que arroja una densidad relativa de 1.87 aguadas por hectárea. De este total, el 64.2% está localizado en el sector norte de la Reserva y 35.8% en el sur (García-Gil, 1991). Algunas de las depresiones inundadas permanentes de mayor extensión son las lagunas: Alvarado, Flores Magón, Dos Lagunas Sur, Manuel Crescenso Rejón, Chumpich, Vivero.

Biogeografía. Se identifican dos subprovincias bióticas: la Yucateca y la del Petén. La subprovincia yucateca imprime el endemismo cálido subxérico a la fauna de Calakmul, mientras que las formas cálido subhúmedas o cálido húmedas son consecuencia de la influencia de la subprovincia del Petén. La Yucateca ha sido reconocida por diversos autores (Smith, 1941; Goldman y Moore, 1946; Barrera, 1962; Stuart, 1964) y su existencia es innegable ya que existen elementos endémicos característicos en casi

todos los órdenes de seres vivos que dan a la flora y fauna de las selvas decíduas, bosques espinosos, sabanas, dunas costeras y matorrales halófitos una composición especial. A partir del Mioceno, la zona de Calakmul ha funcionado como un corredor biológico que permite a las formas subxéricas del norte de Yucatán (provincia Biótica Yucateca) y las especies de climas suhúmedos y húmedos del refugio istmo del Peten y de los montes mayas desplazarse hacia el sur y el norte en las épocas propicias. La ausencia de nichos climáticos semicálidos, templados y fríos dificulta la persistencia de los elementos neárticos, mesoamericanos y neotropicales que pueden alcanzar el área a través de movimientos de dispersión. Las especies de origen neártico que se registran en la Reserva son las que presentan movimientos migratorios de largo alcance y cuyas rutas atraviesan el área.

Fauna. La fauna de la región de Calakmul se identifica claramente con la región zoogeográfica neotropical y en particular con la provincia yucateca, contiene especies consideradas como raras, endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, tales como el ocelote, el jaguar, el jaguarundi, el tigrillo, los monos aullador y araña, el hocofaisán, el pavo ocelado y el loro mejillas amarillas que es imperativo conservar y proteger (El Alcocer, 1997). Respecto a los anfibios y reptiles se han logrado confirmar la presencia de 16 y 50 especies, respectivamente (Pozo et al., 1998). Entre los anfibios, la familia Hylidae es la mejor representada, debido a la presencia de especies menos dependientes de cuerpos de agua para su reproducción. Por esta misma causa, las poblaciones de cocodrilos y tortugas son muy reducidas. Sólo una tortuga, la mojina (*Rhinoclemys aeolata*) habita en el bosque y entre los lagartos, *Basiliscus* está asociado a los cuerpos de agua, las demás especies habitan en el bosque y algunas son arborícolas (*Ctenosayra* y *Anolis*). Entre las serpientes no venenosas se encuentran la boa (*Boa constrictor*, la petatilla (*Drymobius margaritiferus*), la bejugilla (*Oxybelis fulgidus*); entre las venenosas se encuentra la coralillo (*Micrurus diastema*), la *nauyaca* (*Bothrops aspen*) y la cascabel (*Crotalus durissu*) (Plan de Manejo, 2000).

Respecto a las aves, se han registrado un total de 286 especies. Sin embargo, la adición de nuevas especies por recientes estudios sugieren que sus poblaciones pueden exceder 300 especies, dentro de las cuales 226 (79%) son residentes y 60 (21 %) migratorias. Entre las últimas, el 40 (66.6%) son residentes de invierno, 16 (26.6%) transitorias de primavera y otoño y 4 (6.6%) residentes de verano (Wood, 1989; Berlanga, 1990; Berlanga y Wood, 1990).

A diferencia de los reptiles y aves, Calakmul es una región de alta diversidad de mamíferos silvestres junto con otras regiones tropicales de México (March y Verrer, 1991). Considerando la distribución general indicada por Hall (1981), existen 94 especies de mamíferos silvestres (26 familias y 9 órdenes). Los órdenes mejor representados son los quirópteros (47 especies) seguido por los carnívoros (16) y roedores (15). Dentro de sus especies se incluyen seis de las siete especies de marsupiales registrados en el país, dos de los tres primates; dos de los cuatro edentados y cinco de los seis felinos. Aunque no cuenta con vertebrados endémicos, contiene un número considerable de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción (Plan de Manejo, 2000)

Población. En los últimos diez años, en el hoy nuevo municipio de Calakmul se han asentado 114 comunidades con campesinos e indígenas de 26 estados del país que hablan más de 17 lenguas y hacen un total de 24 mil habitantes (El Alcocer, 1997). De este total poblacional, una quinta parte (3,901) habita dentro de los límites de la poligonal; una cuarta parte (6,495) se encuentra alrededor de la Reserva, pero cuyas ampliaciones forestales están ubicadas dentro de la Reserva y un poco más de la mitad (13,390) vive alrededor de la Reserva. De] total de las comunidades solamente 10 cuentan con más de 500 habitantes y se han detectado por lo menos 72 asentamientos ubicados principalmente al occidente de la Reserva, a lo largo de la carretera X'pujil en dirección sur. De acuerdo con el mapa de la tenencia de la tierra (Pronatura-Península de Yucatán), de las localidades ubicadas dentro de la Reserva, 16 corresponden a ejidos o nuevos centros de población ejidal, cinco están en proyectos de dotación, 16 son ampliaciones forestales y 10 son ranchos.

Este rápido crecimiento plantea serios interrogantes en cuanto a la conservación de plantas, animales y uso del suelo, y a la necesidad de implementar mecanismos de desarrollo que permitan la integración productiva y el mejoramiento del nivel de vida de los pobladores. Sin embargo, actualmente el desarrollo del ecoturismo, viene a sumarse como una alternativa de fuente de recursos a mediano y largo plazo, que ante todo permite la conservación, preservación y mantenimiento de los recursos naturales. Cabe resaltar que dentro de la Reserva se encuentran zonas arqueológicas de gran importancia y de extraordinaria belleza (Calakmul, El Ramonal, X'pujil, Becán, Chicanná y Hormiguero) que han hecho que se le considere uno de los archivos prehispánicos más valiosos de Mesoamérica.

Los asentamientos irregulares formados por 100 familias en la zona poniente de la Reserva representan un serio problema, pues por su distancia con la zona núcleo y tipo de vegetación, hacen más difícil su vigilancia además de que por ser sus suelos propicios para la agricultura alientan actividades agrícolas tradicionales, corriendo el riesgo de provocar incendios. A la fecha 40 de esas familias están debidamente reubicadas, pero las que quedan continúan practicando la roza, tumba y quema. Así también, la cacería furtiva y la tala de madera, no se han podido erradicar a pesar de los esfuerzos desplegados para ello (José de la Gala, com. Pers.).

Trabajo de Campo

Previo a la salida al campo se consiguieron mapas de la zona que permitieron ubicar las aguadas más fácilmente, se efectuó una búsqueda bibliográfica y se realizaron entrevistas con el Director y personal de la Reserva para coordinar y solicitar su apoyo durante los muestreos a realizarse.

Para la toma de muestras se utilizaron diversas artes de pesca dependiendo de la geomorfología de cada sistema y de la presencia de cocodrilos, tales como chinchorros de 15 m de largo, atarrayas de 1 y 3 cm de abertura de malla, agallera (4 cm abertura) y trampas, utilizando cuando fue necesario una pequeña embarcación de 3 m de largo. En cada localidad y previo a la toma de muestras se registraron las coordenadas geográficas con un geoposicionador Garmin's 12 XLS y los parámetros físico-químicos como temperatura, salinidad, oxígeno y conductividad con un oxímetro YSI 85.

Los ejemplares recolectados se fijaron con formaldehído al 15% y se trasladaron al laboratorio en bolsas adecuadamente etiquetadas con los datos de colecta. Adicionalmente se tomaron fotografías del sistema y de los ejemplares dado que en algunos de ellos, la coloración en vivo es una herramienta fundamental para su identificación, como es el caso de algunas especies de cíclidos (*Thorichthys meLi* y *T. affinis*) y poecílicos. También se realizaron anotaciones de las características de cada sistema (vegetación) y del hábitat en particular (transparencia).

Trabajo de Laboratorio

Después de haber sido lavados para quitar el formol, los organismos recolectados se colocaron en frascos con alcohol al 70% para proceder a su posterior identificación

mediante la ayuda de bibliografía especializada, principalmente los trabajos de Eddy y Underhill (1957), Rosen y Bailey (1963), Álvarez del Villar (1970), Rosen (1973), Taylor (1976), Page-Lawrence y Burr (1991), Axelrod (1996), Greenfield y Thomerson (1997), Conkel (1993), Schmitter-Soto (1998), entre otras. El orden sistemático se basó en el criterio de Greenwood et al. (1966) modificado por Nelson (1994).

Se registró individualmente el peso y longitud estándar, los cuales se incluyeron junto con el nombre del determinador, la fecha de determinación y el número de Catálogo en formatos adecuados. Todos los registros obtenidos se incorporaron **a la base de datos de la CONABIO** y los ejemplares recolectados pasaron a formar parte de la colección ictiológica del CINVESTAV-Unidad Mérida (CINV-NEC) con clave de Registro: YUC.PEC. 084.0999. Los organismos se preservaron en alcohol etílico al 70% y se etiquetaron, especificando el número de catálogo, nombre científico, localidad, altitud, fecha y hora de colecta, nombre del colector, número de colecta y el arte de pesca empleado.

Análisis de datos

Con los ejemplares recolectados, se generó una base de datos con el número, peso húmedo y longitud estándar registrados por especie y localidad. Con esta información se determinaron las especies dominantes y algunos parámetros ecológicos como la riqueza específica (S) y la diversidad de especies (H') a partir del índice de Shannon-Wiener (Pielou, 1966). Con la información biótica y abiótica se establecieron las posibles relaciones causales entre ambas a partir del coeficiente de Pearson (Ludwing y Reynolds, 1988). También se utilizaron métodos de afinidad y agrupamiento como el índice cualitativo de Jaccard, el cual no toma en cuenta la abundancia de las especies (Magurran, 1988) y se calcula con la función:

$$S_j = a/(a+b+c)$$

Donde a = es el número de especies en la muestra A y B; b= número de especies en la muestra B y c= número de especies en la muestra A (Krebs, 1989).

Resultados

El trabajo de campo tuvo una duración de un año (febrero del 2000 a marzo 2001) con un total de 14 salidas realizadas en 69 localidades georreferenciadas de la zona norte y sur de la Reserva. Debido a las fuertes precipitaciones que se presentan usualmente durante la época de lluvias (julio-octubre) y a la inaccesibilidad para llegar a los sitios de muestreo en esta época del año, sólo en 32 de ellos fue posible realizar un monitoreo temporal (Figura 1, Tabla 1).

De los 99 muestreos realizados en total, en 7 de ellos no se colectaron peces debido a la presencia de abundante vegetación dentro del agua (Aguada Mirador, Garlopa, Aguada estacionamiento) o por la presencia de cocodrilos (Dos Lagunas Sur, Centauro Norte, Dos Banderas).

Tabla 1. Localización geográfica de los sitios de recolecta en la Reserva de Calakmul. Se especifica fecha, hora y arte de pesca empleado (Atarr: atarraya, Chinch: chinchorro, agall: agallera, anz: anzuelo).

Localidad	Longitud	Latitud N	Fecha	Hora	Arte de muestreo
FI Porvenir	89°26'55.7"	18°22'2.2"	02-feb-00-	10:27	Chinchorro v Atarr.
Km. 120	89°41'51.1"	18°30'59.0"	02-Feb-00	13:20	Chinchorro v Atarr.
Pequeña	89°53'20.2"	18°28'30.8"	02-Feb-00	14:38	Chinchorro v Atarr.
			17-Jul-00	17:40	Chinchorro v Atarr.
Km. 5 carretera Zoh-Laauna	89°23'57.6"	18°31'37.7"	02-Feb-00	17:00	Chinchorro v Atarr,
Ruinas Calakmul	89°24'56.4"	18°07'23.5"	03-Feb-00	10:15	Chinchorro v Atarr.
			17-Jul-00	13:25	Atarraya
Aguada Mirador "	89°52'21.7"	18°18'40.0"	03-Feb-00	12:35	Chinchorro v Atarr.
Zoh-Launa	89°25'2.5"	18°35'14.4"	03-Feb-00	14:30	Chinchorro v Atarr.
El Refugio	89°22'41.4"	18°48'28.8"	03-Feb-00	15:45	Chinchorro v Atarr.
			31-Jul-00	14:56	Atarraya
Ha	89°25'21.3"	18°35'47.8"	14-Feb-00	16:30	Chinchorro v Atarr.
La Garlopa '	89°24'53.2"	18°35'12.9"	14-Feb-00	17:30	Chinchorro v Atarr.
			13-Feb-00	16:28	Atarraya
Xcan-Ha	89°20'5.9"	18°06'3.8"	15-Feb-00	9:38	Atarr. chinch. Y aaall.
			17-Oct-00	9:27	Atarraya
Xcan-Ha 2	89°17'49.2"	18°10'21.9"	15-Feb-00	11:45	Chinchorro v Atarr.
			17-Oct-00	10:50	Anzuelo v Chinch.
Dos Lagunas Norte*	89°18'44.5"	18°52'50.5"	15-Feb-00	15:25	Anzuelo
			28-Feb-01	9:25	Anzuelo

Continuación Tabla 1

Localidad	Longitud	Latitud N	Fecha	Hora	Arte de muestreo
Km 28 al costado de la carretera	89° 22'29.0"	18° 45'23.7"	15-Feb-00	16:31	Chinchorro y Atarr.
San Román	89° 25'6"-Y	18° 51'11.0" ¹¹	16-Feb-00	11:11	Atarr., chinch. y anz.
			16-Jul-00	10:00	Chinchorro v Atarr.
Aguada Tortugas "Nuevo Becal"	892222W	18° 38'20.5"	16-Feb-00	14:16	Chinchorro y Atarr.
			27-Feb-01	12:46	Chinchorro y Atarr.
Aguada Bel-Ha	89° 17'37.3"	18° 55'33.5"	14-Mar-00	18:01	Chinchorro v Atarr.
			27-Feb-01	15:16	Chinchorro Y Atarr.
Rancho "El Pocito"	89° 18'56"-W	18° 56'19.4"	14-Mar-00	16:21	Atarraya
			27-Feb-01	16:15	Chinchorro v Atarr.
La Purísima	89° 27'40.5'	18° 51'16.0"	15-Mar-00	16:21	Atarr. v aallera
			15-Nov-00	14:00	Chinchorro v Atarr.
Flores Magón	89° 09'47.2"	18° 49'13.7"	16-Mar-00	10:10	Atarraya
			14-Nov-00	12:36	Chinchorro y Atarr.
La Abundancia	89° 11'59"	18° 37'13.8"	16-Mar-00	16:12	Atarraya
Manuel Castilla Brita	89° 26' 34.9"	18° 21'32.0"	24-Abril-00	17:35	Atarraya
			17-Oct-00	15:58	Chinchorro y Atarr.
Arroyo Negro	89° 14'41.2'	17° 51'28.6"	25-Abril-00	10:32	Atarraya
			18-Oct-00	10:56	Chinchorro y Atarr.
Ría Negro	89° 15'23.6"	17° 49' 7.7"	25-Abril-00	12:14	Atarraya
Civalito	89° 16' 55.1"	17° 53' 1.9"	25-Abril-00	14:00	Atarraya
*			18-Oct-00	12:16	Anzuelo
Camino a Arroyo Negro	89° 19'25.1"	17° 54' 55.7"	25-Abril-00	15:26	Atarraya
Ley de Fomento Agrario	89° 25'22.4"	18° 4' 3.5"	25-Abril-00	16:47	Atarraya
			18-Oct-00	13:35	Chinchorro y Atarr.
Aguada 8	89° 12' 51.7"	18° 9' 18.2"	25-Abril-00	17:44	Atarraya
			14-Sept-00	12:28	Chinchorro y Atarr.
Huanal	89° 27' 9.4"	18° 45' 6.6"	26-Abril-00	9:45	Atarraya
El Chorro	89° 15'24.4'	18° 13' 18.4"	26-Abril-00	12:47	Atarraya
			27-Feb-01	10:04	Chinchorro y Atarr.
Alvarado	89° 16' 11.4"	18° 00' 59.2"	16-Mayo-00	10:56	Atarraya
			24-Ene-01	10:43	Chinchorro y Atarr.
Camino 11 de Mayo (Km. 47)	89° 27'41.4"	18° 06' 3.8"	16-Mayo-00	13:15	Atarraya
			24-Ene-01	14:19	Chinchorro y Atarr.

Continuación Tabla 1

Localidad	Longitud	Latitud N	Fecha	Hora	Arte de muestreo
11 de Mayo	89° 27' 42.7"	18° 05' 34"	16-Mayo-00	13:25	Atarraya
			24-Ene-01	13:23	Chinchorro y Atarr_
Cristobal Colón	S9427'2.6"	18° 13' 00"	16-Mayo-00	14:42	Atarraya
			14-Sept-00	13:11	Chinchorro y Atarr—,
Manantial Calakmul	89° 12' 41.5"	182 15' 26.5"	16-Mayo-00	16:09	Atarraya
			24-Ene-01	15:35	Chinchorro y Atarr.
20 de Noviembre	89° 18' 18.2"	18° 27' 13.1"	16-Mayo-00	17:34	Atarraya
Dos Lagunas Sur'	89° 2'	172 52' 12.7"	17-Mayo-00	10:23	No hay peces
Centauro del Norte *	89° 32' 15.5"	182 21' 11.4"	17-Mayo-00	12:56	No hay peces
Hormiguero	89° 27' 53"	18° 23' 57.2"	17-Mayo-00	13:30	Chinchorro y Atarr.
			24-Ene-01	16:39	Chinchorro y Atarr.
La Lucha	89° 27' 24.3"	18° 25' 47"	17-Mayo-00	15:34	Chinchorro y Atarr.
Gasolinera Xpujil	89° 20' 22.6"	18° 29' 56.1"	17-Mayo-00	18:54	Atarraya
			25-Ene-01	8:12	Chinchorro y Atarr.
Manuel Crescencio Rejón	89° 15' 30.5"	174 54' 24.9"	6-Junio-00	10:56	Chinchorro y Atarr.
Dos Banderas	89° 10' 42.5"	18° 44' 32.9"	16-Jul-00	15:40	Atarraya
Chumpich	90° 20' 57.7"	17° 54' 54"	30-Jul-00	9:05	Atarraya
			21-Mar-01	12:20	Chinchorro y Atarr.
El Chilar	90° 10' 55.1"	18° 00' 44.9"	30-Jul-00	12:50	Chinchorro y Atarr.
			21-Mar-01	6:45	Chinchorro y Atarr.
San Antonio Soda	89° 08' 11.4"	18° 24' 54.1"	13-Sept-00	9:58	Chinchorro y Atarr.
			28-Feb-01	13:35	Chinchorro y Atarr
San Antonio Soda 2	89° 08' 36.1"	181 125' 36.0"	13-Sept-00	11:06	Chinchorro y Atarr.
San Antonio Soda 3	89° 08' 44.2"	18° 25' 50.9"	13-Sept-00	11:57	Chinchorro y Atarr.
			28-Feb-01	14:27	Chinchorro y Atarr.
La Moza	89° 11' 32.3"	18° 29' 12.3"	13-Sept-00	12:51	Chinchorro y Atarr.
			28-Feb-01	16:22	Chinchorro y Atarr.
La Moza 2*	89° 11' 43.8"	182 28' 54.5"	13-Sept-00	13:44	Chinchorro y Atarr.
			24-Feb-01	15:37	Chinchorro y Atarr.
La Moza 3	89° 15' 18.7"	181 29' 20.1"	13-Sept-00	14:16	Chinchorro y Atarr.
Caña Brava	89° 12' 16"	18° 08' 00.5"	14-Sept-00	10:21	Chinchorro y Atarr.
San Miguel	89° 26' 16.5"	18° 05' 27.7"	14-Sept-00	11:42	Chinchorro y Atarr.
Polo Norte	89° 27' 6.4"	18° 16' 48.2"	14-Sept-00	14:24	Chinchorro y Atarr.

Continuación Tabla 1

Estaciones	Longitud	Latitud N	Fecha	Hora	Arte de muestreo
Pedro Oliva	89 ¹ 28' 16.4"	18 ¹ 20' 10"	14-Sept-00	16:30	Chinchorro y Atarr.
La Guadalupe	89 ¹ 28' 53.4'	1948Z'	14-Sept-00	15:33	Chinchorro y Atarr.
Puente Xcan-ha	89 ² 193.7	1894'25'	17-Oct-00	12:30	Chinchorro
Puente Gel-ha	89 ² 18'37.7"	18 ² 56'21E'	17-Oct-00	13:23	Chinchorro y Atarr.
Puente Zoh-Laguna	89 ² 24'46.5"	18 ² 35 7.2"	17-Oct-00	15:21	Atarraya
Puente Arroyo Negro	89 ¹ 16'4.8"	17 ¹ 52' 16.8"	17-Oct-00	15:21	Chinchorro
Unidad y Trabajo	89 ¹ 124' 12.1"	18 ¹ 07 00.1"	18-Oct-00	15:11	Atarraya
Niños Heroes	8942742.Y	18 ⁴ 09244'	18-Oct-00	15:56	Atarraya
Unión 20 de Junio	89 ⁴ 17'29_5"	18 ¹ 48' 39.7"	14-Nov-00	14:56	Chinchorro y Atarr.
Nuevo Hormiguero	89 ⁴ 25 52.5"	181 ¹ 48'50,6"	15-Nov-00	15:21	Chinchorro y Atarr.
Km. 20 de Caseta Calakmul	89 ² 21' 58.5"	18 ⁰ 2V585'	26-Ene-01	10:46	Chinchorro y Atarr.
Sendero Calakmul	891 ¹ 5V242'	18 ⁴ 18'55,2"	25-Ene-01	11:34	Chinchorro y Atarr.
Aguada Estacionamiento	89 ² 48' 18.1"	18 ² W34.4'	25-Ene-01	13:13	Chinchorro y Atarr.
Camino al Chorro	89 ¹ 16'34.V	18 ² 35' 40.0"	27-Feb-01	9:10	Atarraya
Vivero	89 ¹ 09 19.3"	18 ¹ 25 16.2"	28-Feb-01	12:12	Chinchorro y Atarr.
Arroyo Negro 2	90 ⁴ 0526Z'	17 ⁴ 51'16.4"	21-Mar-01	16:10	Chinchorro y Atarr.
Lechuga;	90 ⁴ 00'3.Y	18 ⁴ 11'12.3"	22-Mar-01	10:10	Chinchorro y Atarr.

* Aguadas donde no se colectaron peces

Hidrología

Durante los muestreos realizados, la temperatura superficial del agua presentó un valor promedio de 26.8°C. En la Tabla II, se observa que las variaciones de este factor están relacionadas directamente con la temporalidad, registrándose los valores más bajos (17.8°C) durante el mes de enero de 2001 en el sendero Calakmul, mientras que los máximos (34.7°C) en las aguadas de Manuel Castilla Brito y la aguada Bel-Ha durante el mes de abril de 2000 y febrero del 2001, respectivamente. Respecto a la salinidad, en todos los sistemas estudiados se determinaron condiciones dulceacuícolas con un valor promedio de 0.5 ‰. La salinidad más alta se registró en Castilla Brito con 2.9 ‰ y valores estrictamente dulceacuícolas (0.0 ‰) en El Pocito y la Moza. Por el contrario, el oxígeno fue el parámetro con mayor variación, presentando condiciones prácticamente

anóxicas y con alto grado de eutrofia debido al exceso de materia orgánica en el sistema denominado Civalito con valores de 3.1 mg/l, mientras que en el Km 120 de la carretera Escárcega-Chetumal se registró una concentración de 9.4 mg/l (Tabla II).

Al realizar una comparación estacional entre las aguadas que fue posible monitorear temporalmente, se observa que la temperatura y oxígeno fueron los parámetros de mayor variación. Esta variabilidad se denota por un incremento de la temperatura de 8 a 9 °C de febrero a julio, acompañado por un decremento en la concentración de oxígeno entre 1 y 3 mg/l como es el caso en las aguadas de las ruinas de Calakmul y La Garlopa (Tabla II). Sin embargo, en San Román la temperatura y el oxígeno presentaron poca variación debido a que esta localidad es un afloramiento, y consecuentemente no está expuesta a los rayos solares. En los sistemas que se muestrearon en abril y octubre se observó un decremento de la temperatura y del oxígeno durante la época de lluvias que está en relación el mayor aporte fluvial, el cual origina una remoción de los sedimentos, incremento de turbidez y la descomposición de la materia orgánica (Manuel Castilla Brito, Arroyo Negro, Aguada 8).

Tabla II. Parámetros física-químicos registrados en cada uno de los sitios de recolecta dentro de la Reserva de Calakmul. Salinidad en %o. Cond: Conductividad (pslcm).						
Sitio colecta	Fecha	T°C	O₂ (mg/l)	O₂ (%)	Cond.	Salinidad
El Porvenir	2-02-00	23.9	62	30.6	148.7	0.1
Km. 120	2-02-00	25.5	9.4	81.1	142.2	0.1
Pequeña	2-02-00	25.4	5.6	26.0	401.1	0.2
Requena	17-07-00	28.7	5.8	38.9	547.0	0.2
Km. 5 carr. Zoh-Laguna	2-02-00	21.9	6.7	40.4	352.7	0.2
Ruinas Calakmul	3-02-00	24.8	7.3	50.3	396.0	0.2
Ruinas Calakmul	17-07-00	33.0	5.3	40.4	1612	0.1
Aguada Mirador	3-02-00	28.7	5.6	33.2	140.2	0.7
Zoh-Laguna	3-02-00	26.1	5.9	32.8	327.8	0.2
El Refugio	3-02-00	26.0	4.8	22.5	170.0	0.1
El Refugio	31-07-00	33.4	4.1	14.2	286.9	0.1
Ha	14-02-00	25.2	9.0	63.6	148.6	0.1
La Garlopa	14-02-00	24.6	6.9	47.7	246.4	0.1
La Garlopa	14-02-00	32.1	3.7	10.6	273.9	0.1
Xcan-Ha	15-02-00	25.2	6.9	47.8	313.2	0.2

Continuación Tabla II						
Estaciones	Fecha	T°C	02 (mgli) 02	{ °10)	Cond.	Salinidad
Xcan-Ha	17-10-00	25.7	3.7	8.3	236.4	0.1
Xcan-Ha 2	15-02-00	27.0	7.1	47.6	287.1	0.1
Xcan-Ha-3	17-10-00	28.6	3.9	11.8	279.4	0.1
Dos Lagunas Norte	15-02-00	21.7	3.2	2.2	51.8	0.1
Dos Lagunas Norte	28-02-01	21.2	3.7	8.9	144.9	0.1
Km 28	15-02-00	29.8	7.1	51.4	239.5	0.1
San Román	16-02-00	23.6	5.9	32.7	285.1	1.7
San Román	16-07-00	24.6	4.0	13.0	2,842.0	1.5
Ag. Tortugas "Nuevo Becaj'	16-02-00	27.3	5.5	31.4	382.5	0.2
Ag. Toturgas "Nuevo Becai"	27-02-00	27.2	3.4	5.9	236.5	0.1
Aguada Bel-Ha	14-03-00	27.5	4.7	24.7	48.7	0.1
Aguada Bel-Ha	27-02-01	34.7	3.4	5.6	180.1	0.1
Rancho "El Pocito"	14-03-00	26.3	5.9	33.6	120.0	0.0
Rancho "El Pocito"	27-02-01	31.0	3.4	5.0	778.0	0.3
La Purísima	15-03-00	27.1	6.1	35.8	22.7	0.1
La Purísima	15-11-00	26.5	4.4	1.1	198.1	0.1
Flores Magán	16-03-00	24.6	4.6	21.0	351.9	0.2
Flores magán	14-11-00	26.5	3.6	7.9	323.7	0.2
La Abundancia	16-03-00	29.4	5.3	30.3	177.0	1.0
Manuel Castilla Brito	24-04-00	34.7	6.1	48.6	55.0	2.9
Manuel Castilla Brito	17-10-00	25.5	3.6	7.4	258.9	1.3
Arroyo Negro	25-04-00	29.7	5.2	29.6	427.3	0.3
Arroyo Negro	18-10-00	24.2	3.5	6.1	150.5	0.1
Río Negro	25-04-00	30.5	5.6	32.3	322.1	0.1
Civalito	25-04-00	24.2	3.1	1.7	496.0	0.2
Civalito	18-10-00	26.1	3.5	5.7	377.8	0.2
Camino a Arroyo Negro	25-04-00	31.9	4.4	19.7	564.0	0.2
Ley de Fomento Agrario	25-04-00	34.0	5.5	35.8	369.4	0.3
Ley de Fomento Agrario	18-10-00	27.2	3.5	6.1	175.5	0.1
Aguada 8	25-04-00	30.5	4.5	20.5	3,757.0	1.8
Aguada 8	14-9-00	26.2	3.8	9.4	334.6	0.2
Huanal	26-04-00	27.8	5.3	30.4	328.1	0.2
El Chorro	26-04-00	27.2	4.9	24.9	3,110.0	1.6
El Chorro	27 02-01			6.5		1.6
		243			2,953.0	

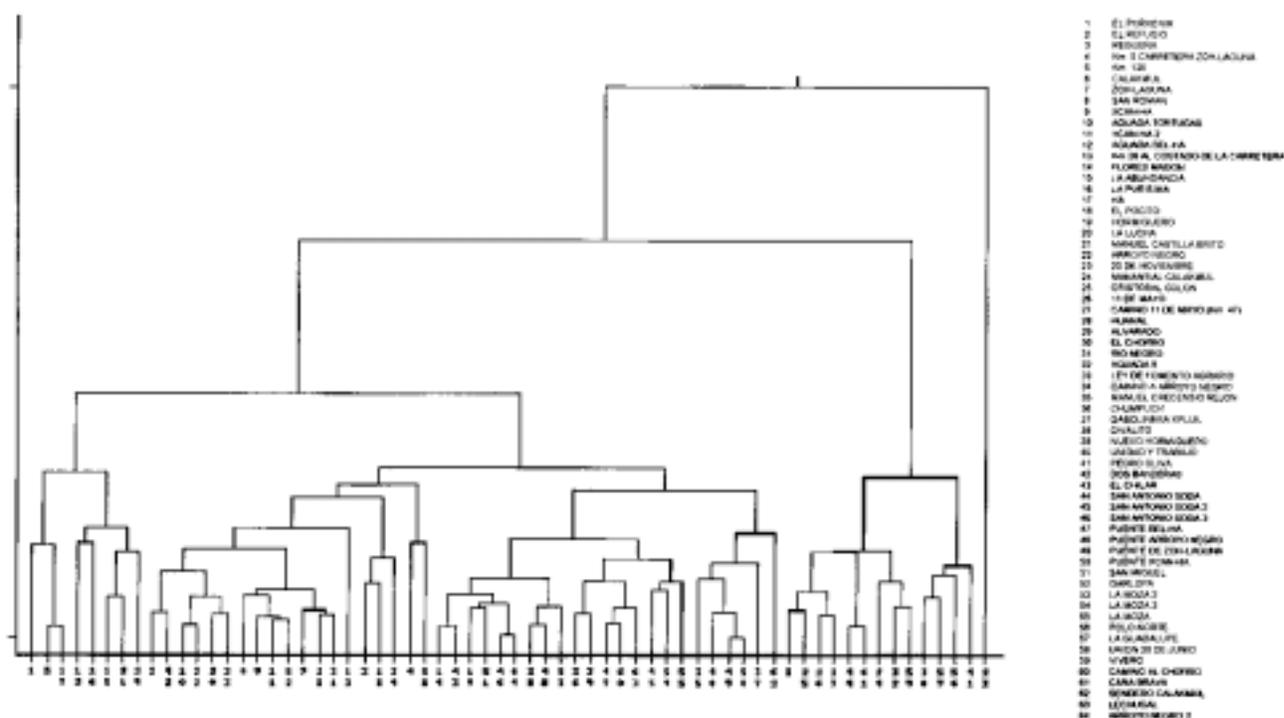
<i>Continuación</i>						
<i>Estaciones</i>	<i>Fecha</i>	<i>T°C</i>	<i>O2 (mg/l)</i>	<i>O2(%)</i>	<i>Cond.</i>	<i>Salinidad</i>
<i>Alvarado</i>	<i>16-05-00</i>	<i>27.8</i>	<i>5.5</i>	<i>35.5</i>	<i>159.7</i>	<i>0.1</i>
<i>Alvarado</i>	<i>24-01-01</i>	<i>22.6</i>	<i>3.5</i>	<i>6.1</i>	<i>125.1</i>	<i>0.1</i>
<i>Camino 11 de Mayo (Km. 47)</i>	<i>16-05-ⁿⁿ</i>	<i>28.7</i>	<i>5.6</i>	<i>33.2</i>	<i>140.2</i>	<i>0.7</i>
<i>Camino 11 de Mayo (Km 47)</i>	<i>24-01-01</i>	<i>21.9</i>	<i>3.5</i>	<i>5.6</i>	<i>2,348.0</i>	<i>0.3</i>
<i>11 de Mayo</i>	<i>16-05-ⁿⁿ</i>	<i>28.0</i>	<i>5.4</i>	<i>30.3</i>	<i>319.3</i>	<i>1.7</i>
<i>'11 de Mayo</i>	<i>24-01-ⁿⁿ</i>	<i>21.7</i>	<i>3.5</i>	<i>5.5</i>	<i>2,563.0</i>	<i>0.3</i>
<i>Cristóbal Colón</i>	<i>15-05-00ⁿⁿ</i>	<i>27.8</i>	<i>5.9</i>	<i>37.5</i>	<i>316.1</i>	<i>1.6</i>
<i>Cristóbal Colón</i>	<i>14-09-00</i>	<i>30.4</i>	<i>3.8</i>	<i>10.8</i>	<i>2,731.0</i>	<i>1.4</i>
<i>Manantial Calakmul</i>	<i>15-05-00</i>	<i>24.6</i>	<i>4.1</i>	<i>13.9</i>	<i>316.9</i>	<i>1.7</i>
<i>Manantial Calakmul</i>	<i>24-01-01</i>	<i>23.3</i>	<i>3.7</i>	<i>5.3</i>	<i>3,003.0</i>	<i>1.6</i>
<i>20 de Noviembre</i>	<i>16-05-00</i>	<i>25.5</i>	<i>3.8</i>	<i>10.5</i>	<i>34.5</i>	<i>0.8</i>
<i>Dos Lagunas Sur</i>	<i>17-05-00</i>	<i>27.7</i>	<i>4.0</i>	<i>13.7</i>	<i>320.7</i>	<i>0.2</i>
<i>Centauro del Norte</i>	<i>17-05-00</i>	<i>28.0</i>	<i>4.1</i>	<i>14.7</i>	<i>391.5</i>	<i>0.2</i>
<i>Hormiguero</i>	<i>17-05-00</i>	<i>29.1</i>	<i>4.2</i>	<i>15.6</i>	<i>428.5</i>	<i>0.2</i>
<i>Hormiguero</i>	<i>24-01-01</i>	<i>22.4</i>	<i>3.5</i>	<i>5.4</i>	<i>390.8</i>	<i>0.2</i>
<i>La Lucha</i>	<i>17-05-00</i>	<i>30.3</i>	<i>4.0</i>	<i>13.9</i>	<i>279.2</i>	<i>0.1</i>
<i>Gasolinera Xpujil</i>	<i>17-05-00</i>	<i>29.2</i>	<i>4.1</i>	<i>15.0</i>	<i>236.4</i>	<i>0.1</i>
<i>Gasolinera Xpujil</i>	<i>25-01-01</i>	<i>20.2</i>	<i>3.6</i>	<i>4.7</i>	<i>250.3</i>	<i>0.1</i>
<i>Dos Banderas</i>	<i>16-07-00</i>	<i>32.0</i>	<i>4.7</i>	<i>21.6</i>	<i>217.7</i>	<i>0.1</i>
<i>Chumpich</i>	<i>30-07-00</i>	<i>26.7</i>	<i>3.3</i>	<i>3.1</i>	<i>471.4</i>	<i>0.2</i>
<i>Chumpich</i>	<i>21-03-01</i>	<i>23.5</i>	<i>3.3</i>	<i>0.1</i>	<i>3,600.0</i>	<i>0.2</i>
<i>Chilar</i>	<i>30-07-00</i>	<i>29.4</i>	<i>4.9</i>	<i>24.5</i>	<i>356.4</i>	<i>0.2</i>
<i>Chilar</i>	<i>21-03-01</i>	<i>25.2</i>	<i>3.3</i>	<i>3.2</i>	<i>33.3</i>	<i>0.2</i>
<i>San Antonio Soda</i>	<i>13-09-00</i>	<i>25.5</i>	<i>4.0</i>	<i>14.2</i>	<i>549.0</i>	<i>0.3</i>
<i>San Antonio Soda</i>	<i>28-02-01</i>	<i>26.4</i>	<i>3.4</i>	<i>4.5</i>	<i>1,842.0</i>	<i>0.9</i>
<i>San Antonio Soda 2</i>	<i>13-09-00</i>	<i>26.4</i>	<i>3.6</i>	<i>7.8</i>	<i>280.2</i>	<i>0.1</i>
<i>San Antonio Soda 3</i>	<i>13-09-00</i>	<i>26.2</i>	<i>3.7</i>	<i>11.1</i>	<i>291.3</i>	<i>0.1</i>
<i>San Antonio Soda 3</i>	<i>28-02-01</i>	<i>24.6</i>	<i>3.4</i>	<i>4.8</i>	<i>451.1</i>	<i>0.2</i>
<i>La Moza</i>	<i>13-09-00</i>	<i>30.9</i>	<i>3.8</i>	<i>10.5</i>	<i>187.4</i>	<i>0.1</i>
<i>La Moza</i>	<i>28-02-⁰¹</i>	<i>30.5</i>	<i>3.3</i>	<i>4.5</i>	<i>275.9</i>	<i>0.0</i>
<i>La Moza 2</i>	<i>13-09-00</i>	<i>29.4</i>	<i>3.7</i>	<i>9.5</i>	<i>365.8</i>	<i>0.2</i>
<i>La Moza 2</i>	<i>28-02-⁰¹</i>	<i>29.7</i>	<i>3.3</i>	<i>4.3</i>	<i>493.1</i>	<i>0.2</i>
<i>La Moza 3</i>	<i>13-09-00</i>	<i>31.9</i>	<i>3.4</i>	<i>6.7</i>	<i>299.6</i>	<i>0.1</i>
<i>Caña Brava</i>	<i>14-09-00</i>	<i>24.7</i>	<i>3.8</i>	<i>9.9</i>	<i>1,151.0</i>	<i>0.6</i>

Continuación Tabla 11						
Estaciones	Fecha	T°C	02 (ring/1)	02	Cond.	Salinidad
San Miguel	14-09-00	27.7	3.7	10.2	3812	0.2
Polo Norte	14-09-00	32.4	3.7	0.6	2,838.0	1.5
Pedro Oliva	14-09-00	30.1	3.7	10.5	4,479.0	2.1
La Guadalupe	14-09-00	26.6	3.8	10.7	3,552.0	1.9
Puente Xcan-ha	17-10-00	24.9	3.5	6.4	190.0	0.1
Puente Bej-Ha	17-10-00	24.2	3.4	5.5	325.1	0.2
Puente de Zoh-Laguna	17-10-00	24.8	3.5	5.8	192.9	0.1
Puente Arroyo Negro	17-10-00	26.4	3.4	6.2	423.9	0.1
Unidad y Trabajo	18-10-00	23.7	3.6	7.1	176.0	0.1
Niños Héroe	18-10-00	23.9	3.6	6.2	2,890.0	1.5
Unión 20 de Junio	14-11-00	28.2	9.1	1.4	347.4	1.2
Sendero Calakmul	25-01-01	17.8	3.8	3.9	167.7	0.1
Camino al Chorro	27-02-01	23.2	3.4	4.7	309.0	1.6
Nuevo Hormiguero	15-11-01	22.4	3.3	3.4	256.5	0.1
Manuel Crecencio Rejón	16-07-00	29.2	3.9	11.5	181.0	0.1
Arroyo negro 2	21-03-01	25.1	3.5	6.3	361.1	0.2
Lechuga;	21-03-01	21.5	3.2	3.2	308.0	0.1

Afinidad entre estaciones

A través del Índice de Bray Curtis, las aguadas se dividieron en cuatro grupos sobre la base de la conductividad del agua. En el primero se agrupan las localidades como El Porvenir y Km. 120 que presentan valores de conductividad entre 110 y 160. El segundo grupo incluye el mayor número de localidades (42), caracterizadas por presentar valores entre 150 y 450 ps, mientras que en el tercero se agrupan todas las aguadas con valores de conductividad mayores de 1000. El valor más alto se registró en Pedro Oliva con 4,470 ps. Finalmente el cuarto está conformado por una sola localidad, "20 de noviembre", con un valor de 32.5 ps.

Cabe resaltar que la conductibilidad del agua tiene particular importancia para el sonido y es un indicador de la cantidad de iones disueltos en el agua y por consiguiente de nutrientes (Lozano-Cabo, 1978).



g. 2. Dendrograma de afinidad entre localidades tomando como base la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto y inductividad en por medio del Índice de Bray-Curtis.

Ictiofauna.

Durante la realización de este estudio se obtuvieron un total de 11658 ejemplares que contribuyeron con un peso húmedo total de 34.6 g y que corresponden a **1 clase, 6 órdenes, 6 familias, 19 géneros y 31 especies**. Realizando una comparación con los resultados presentados en el segundo informe, el número de ejemplares recolectados se incrementó 3.6 veces (3165 ejemplares) , así el número de muestreos realizados fué de 103. Dentro de los registros obtenidos, la familia Cichlidae es la que está representada con el mayor número de géneros (6) y especies (13). Le sigue en importancia la Poeciliidae con 7 géneros y 11 especies, después la familia Characidae con 3 especies y la familia Clupeidae con 2 especies. Por el contrario, dentro del orden Siluriformes y Atheriniformes, sólo se encontró una especie dentro de las familias Pimelodidae y Atherinidae (Tabla III). Esta última está siendo descripta por el Dr. Barry Chernoff del Museo Americano de Historia Natural.

El Dr. Norris, profesor visitante de la Univ. de Miami (Ohio) y Profesor Investigador Asociado de la Univ. de Michigan revisó la colección ictiológica y nos asesoró en lo que se refiere a la taxonomía de la familia Cichlidae, grupo que todavía se encuentra en revisión. Dos especies registradas como "*Cichlasoma fenestratum*" y "*Cichlasoma callolepis*" estaban mal identificadas y ambas se movieron a la especie "*Cichlasoma synspilum*". Así también, se realizó una visita al Colegio de la Frontera Sur para revisar la especie identificada como *Phallichthys fairweatheri* con ejemplares de su colección.

En la Tabla IV se especifican el número y peso de los ejemplares colectados por especie en cada una de las localidades. En dicha tabla se observa que en la aguada denominada Km 120 se colectó el mayor número de ejemplares (1091) básicamente de dos especies: *Poecilia mexicana* y *Astyanax aeneus*, mientras que la mayor contribución en peso total se registró en las aguadas de la Regueña (3.7 kg), Arroyo Negro (1.9 kg) y El Chilar (1.5 kg) debido a la presencia de ejemplares de grandes tallas de las especies *Rhamdia guatemalensis*, *Dorosoma anale* y de especies de la familia Cichlidae. El menor número de ejemplares por localidad se registró en Aguada Tortugas y Polo Norte con sólo 2 y 3 ejemplares de *Astyanax aeneus* y en Xcan--Ha con 3 ejemplares de *Cichlasoma urophthalmus*. En la tabla V se presenta el número y peso de las especies recolectadas en años anteriores, pero que fueron revisadas e identificadas durante el desarrollo del proyecto.

Tabla III. Listado ictiofaunístico de especies recolectadas en la Reserva de Calakmul, según Nelson, 1994.

- Phylum Chordata
 - Clase Actinopterygii
 - Subclase Neopterygii
 - Orden Characiformes
 - Familia Characidae
 - Astyanax aeneus* (Günther, 1860) *Astyanax altior* Hubbs, 1936 *l-lyphessobrycon compressus* (MeEl, 1904)
 - Orden Siluriformes
 - Familia Pimelodidae
 - Rhamdia guatemalensis* (Günther, 1864)
 - Orden Atheriniformes
 - Familia Atherinidae
 - Atherinella* sp 1. Greefield & Thomerson, 1997
 - Orden Cyprinodontiformes
 - Suborden Cyprinodontoidel
 - Superfamilia Cyprinodontoidea
 - Familia Poeciliidae
 - Belonesox belizanus* Kner, 1860
 - Gambusia sexradiata* Hubbs, 1936
 - Gambusia yucatanana* australes, Greefield, 1982
 - Poecilia mexicana* Steindachner, 1863 *Poecilia petenensis* (Günther, 1866) *Poecilia teresae* Greefield, 1990 *Heterandria bimaculata* (Heckel, *Xiphophorus hellen* Keckel, 1848 *Xiphophorus maculatus* (Günther, 1866) *Carlhubbsia kidderi* (Hubbs, 1936) *Phallichthys fairweatheri* Rosen & 9ailey, 1959
 - Orden Perciformes
 - Suborden Labroidel
 - Familia Cichlidae
 - Thorichthys affinis* (Günther, 1862)
 - Thorichthys meEli* Brind, 1918 *Thorichthys helleri* (Steindachner, 1864)
 - Cichlasoma* "salvini" (Günther, 1862)
 - Cichlasoma* "urophthalmus" (Günther, 1862)
 - Cichlasoma* "synspilum" Hubbs, 1935
 - Cichlasoma* "friedrichsthalii" (Heckel, 1840)
 - Cichlasoma* "maculicauda" Regan, 1905
 - Amphilophus robertsoni* Regan, 1905
 - Archocentrus spilurus* (Günther, 1862)
 - Archocentrus octofasciatus* (Regan, 1903)
 - Petenia splendida* Günther, 1862
 - Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)
 - Orden Clupeiformes
 - Familia Clupeidae
 - Dorosonaa anale* MeEl, 1904 *Dorosorna petenense* (Günther, 1866)

Tabla IV. Variación del No. de ejemplares y peso total en gramos (entre paréntesis) de las especies registradas hasta la fecha en las localidades.

ESPECIE	El Porvenir Refugio El Ref. (21 Requeña Rea (21		Km. 5		Km. 120		Calakmul Cal. (2) Zoh-Laa. San Roman				
1. Rhamdia puatmalensis	1(5.1)		26(400.9)	8(2463)		8057.91					5052-8)
2. Astvanax aeneus		133(64-54)	243(115.151)	41(99.05)	8(26)	397(207.29)	7(68.9)	12(123.6)	30,8)		243(399.1)
3 Astvanax altior											
4 Belonesox befizanus						4(124)					1(31.6)
15. Flyphessobrrcon correr resscis										3(0.32)	
6. Poecilia mexicana	81(149.4)	3(2.9)	19(13.47)	10(117.81)	51(11.31)	620(338.22)	22(197.2)			6(44)	10(53.1)
7. Poecilia oetenersis							(31.3)		5(64.1)		
B. Poecilia teresae		2(0.2)									
9 Gambusia sexradiata		72(718)	57(10.64)	39(1187)		30(12-10)	3(19)			24(687)	3(0.65)
10. Gambusia yucatan australis											
11. Neterandria bimaculata		2(0.41)	2(2.7)	11(26.5)	23(9.031)	1(0.6)					3(9.43)
12. Xiphophorus maculatus		4(1.3)									
13. Xiphophorus hefleri		1(2)		1(8.8)		17(64.1)					
14. Carthubbsia kiddeni											
15. Phallichthys fairweatheri		5(0.3)									
16. Antherinella sp 1				2(2.8)							
17. Trorichtys affinis	2(2.8)		303.6)	1(10.1)			1(117)			3(28)	
18. Cichlasoma "safvini								1(5.5)		1(102)	
19. Thorichthys meeki				83(889.1)		10(19.8)	1(2.5)	9(1243)		1(8.7)	
20. Thorichthys heieri											
21 Amphifophus robertsoni			4(204)	7(88.2)			1(82.9)	1(4.5)			
22. Archocentrus spilurus						4(6.6)				8(101-2)	
23. Archocentrus octofasciatum		4116-1)									15(164-5)
24 Cichlasoma urophthafmus				1(7.4)				4(183)		1(13.6)	
25. Cichlasoma "svnsnilum				7(318.7L)							
26 Cichlasoma "friedrichsthalf								1(24)			
27. Cichlasoma "maculicauda											
28. Oreochromis nifoticus		2(79.7)	19(427.7)								
29. Petenia splendida			1(3.9)	4(2962)				1(19.4)			
30. Darosoma petenense				31(486.4)							

Continuación de la Tabla 1V....										
ESPECIE	La Lucha	M.Cas.B.	M.C.B. (2)	A. Negro	A. Neg.(2)	20 de Nov.	Manantial	Man. (2)	Cris. Colón	Cris. Col. (2)
1. Rhamdia varPmalensis				4(2067)		1 (1.8]	1 (5.1)			
2. Astvanax aeneus	127 (479.58)	6 (18.6)		11 (165.5)	15 (15.99)	1 OS)	24 (66.6)	19(33-08)	11 (52.26)	3(8.9)
3. Astvanax albar								2(4-4)	1(14.9)	
4. Belonesox heliranus		2(36.7)	9(15.04)		1(0.03)	2(11.51)			303.651	2 (3.55)
5. Hypsobricon compressus					12 (1.591)					
6. Poecilia mexicana	17 (1-23)	10 (52.6)	8(16341)	5(778)	30631	26 {83.21	56 (103.031)	9(321)	29(235.8).	175 (.365.76)
7. Poecilia nefenersis		3(20.51)	1 (3.2)						314D_8	25 (75.92]
8. Poecilia teresae										
9. Gambusia sexradiata				20 (3.131)	43 (28.22)	1(0-13)			47(25-39)	35 (5.78)
10. Gambusia vucataana austrafis										
17. Neterandria bimaculata	83(7-42)					3(456)	11 x8.761			
12. Xichoohorus maculatus										
13. Xiohoohorus helleri						1(2.8)	28 (31.83)	2 (1.9)		
14. Carlhubbsia kidderi										
15. Phallichthys fairweatheri										
16. Atherinella sol					5(1.81)					
17. Thorichthys affinis				6 (41)						
18. Cichlasoma "salvini		23 (226.3)								
19. Thorichthys mekii		29 (183.3)	14 (19.04)	3(382)					47 (147.02)	8146.03)
20. Thorichthys helleri										
21. Amohiloohus robertsoni				2(46.9)		1 (2.5)			1 (25.91)	
22. Archocentrus soilurus									2(2-7)	
23. Archocentrus octofasciatum		1 (6.6)			1(1.61)	1 (6.81)	1 (1)		2 (27.1)	
24. Cichlasoma "urophthalmus		2 (55.6)								
25. Cichlasoma "svnsoilum				3(69.8)					1 (6.71)	2(249)
26. Cichlasoma "friedrichsthali		2 (17.7)								
27. Cichlasoma "maculicauda										
28. Oreochromis niloticus										
29. Petenia sMendida				2(344.2)					2(0.36)	
30. Rorosoma oetenense				50 (593.5)	4034)				10 (114.2)	19 (211.6)
31. Dorosoma anafe				51327)					1 (49.6)	3 (2021)

Tabla V. Variación del No_ de ejemplares y peso total en gr. (Entre paréntesis)				de las especies registradas en 1993-11994						
ESPECIE	Oxocsn	Refugio	Poza del m.	M.C.B.(11)	M.C B. (21)	M.C.B_ (31)	Xcan-Ha2	11 de M(11)	11 de M.(21)	Garlona (11)
1. <i>Rhamdia auatemalensis</i>			3(387)					2(33.5)		
2. <i>Astvanax aeneus</i>			603.4)		10(42)			11(42.1)		
3. <i>Astvanax altior</i>										
4. <i>Belonesox belizanus</i>										
5. <i>Hvohessobrycon commressus</i>										
F <i>Poecilia mexicana</i>			2 1221	7 (25.7)	23(58)	12 (99.5)	2 (13.4)			t 181
7. <i>Poecilia oeteneisis</i>										
8. <i>Poecilia teresae</i>									10(23.1)	
9. <i>Gambusia sexradiata</i>	2(2.1)	26(2.5)								
10. <i>Gambusia vucataana australis</i>										
11. <i>Heterandria bimaculata</i>										
12. <i>Xiohoohorus maculatus</i>										
13. <i>Xinhoohorus helleri</i>									2(2.3)	
14. <i>Carlhubbsla kidderi</i>		4(0,41)								
15. <i>Phallichthys fairweatheri</i>										
16. <i>Atherinella sol</i>										
17. <i>Thorichthys affinis</i>										
18. <i>Cichlasoma "salvini</i>										
19. <i>Thorichthys meEli</i>			15 (73.2)			7(17)	9(51.2)			
20. <i>Thorichthys helleri</i>										
21. <i>Amahilonhus robertsoni</i>			2(8.5)							
22. <i>Archocentrus snilurus</i>			12(60-7)							
23. <i>Archocentus octofasciatum</i>						2(8.5)			1(2)	
24. <i>'ichlasoma"uronhthalmus</i>							2(29,9)			
25. <i>'Cichlasoma "svnsouilum</i>			3(47.8)							
26. <i>'Cichlasoma "friedrichsthal</i>										
27. <i>'Cichlasoma"maculicauda</i>										
28. <i>Oreochromis nitoticus</i>										
29. <i>Petenia snlendida</i>			2(253.7)							
30. <i>Dorosoma oetenense</i>										
31. <i>Dorosoma anale</i>			10 (113.5)							

Riqueza y diversidad de especies

El número promedio de especies por localidad fue de 7, registrándose la mayor riqueza (17) y diversidad de especies (3.5) en San Antonia Soda, mientras que los menores valores en las localidades con una sola especie representada por *Astyanax aeneus* (C. al Chorro) y *Poecilia mexicana* (C. 11 Mayo). Respecto a la equidad, que se refiere a la distribución de la abundancia entre las especies se determinaron valores > 0.9 en las localidades La Garlopa y Pedro Oliva, lo que implica que la abundancia entre las especies es muy similar. Por el contrario el menor valor, exceptuando el registro de cero en las localidades de una especie que implica no equidad, se registró en El Porvenir debido a que de las tres especies presentes, dos de ellas están representadas por pocos individuos (*Rhamdia guatemalensis* y *Thorichthys affinis*), mientras que en la tercera *Poecilia mexicana* fue muy abundante (81) (Tabla V).

Tabla V. Se especifica la riqueza, la diversidad según Shannon y Wiener y la equidad determinadas en cada una de las localidades junto con su número de identificación.

No. Estación	ESTACIÓN	Riqueza	Diversidad	Equidad
26	11 DE MAYO	7	2.18	0.77
23	20 DE NOVIEMBRE	9	1.72	0.54
32	AGUADAS	8	2.10	0.70
12	AGUADA BEL-HA	7	1.98	0.71
10	AGUADA TORTUGAS	1	0.00	0.00
29	ALVARADO	6	1.64	0.63
22	ARROYO NEGRO	15	3.18	0.81
64	ARROYO NEGRO 2	13	2.24	0.61
6	CALAKMUL	11	2.63	0.76
27	CAMINO 11 DE MAYO (Km.	5	1W	0.72
34	CAMINO A ARROYO	5	1.96	0.84
60	CAMINO AL CHORRO	1	OAO	0.00
61	CAÑA BRAVA	1	0.00	0.00
38	CIVALITO	2	0.81	0.81
25	CRISTOBAL COLON	14	2.45	0.64
36	CHUMPUCH	11	1.68	0.48
42	DOS BANDERAS	3	1.06	0.67
43	EL CHILAR	14	2.22	0.58
30	EL CHORRO	11	2.18	0.63
18	EL POCITO	8	2.18	0.72

Continuación Tabla V.

No. Estación	ESTACIÓN	Riqueza	Diversidad	Equidad
1	EL PORVENIR	3	0.26	0.16
2	EL REFUGIO	10	1.73	0.52
14	FLORES MAGÓN	11	2.51	0.72
52	GARLOPA	7	2.63	0.94
37	GASOLINERA XPUJIL	6	0.88	0.34
17	HA	4	1.36	0.88
19	HORMIGUERO	6	2.09	0.81
28	HUANAL	6	2.19	0.85
13	Km 28 AL COSTADO DE LA	8	1.88	0.63
9	Km.120	9	1.41	0.45
4	Km. 5 CARRETERA ZOH-	3	1.27	0.80
15	LA ABUNDANCIA	8	2.52	0.84
57	LA GUADALUPE	3	1.33	0.84
20	LA LUCHA	3	1.28	0.81
55	LA MOZA	9	1.38	0.43
53	LA MOZA 2	11	2.52	0.73
54	LA MOZA 3	7	1.56	0.56
16	LA PURISIMA	7	1.90	0.68
63	LECHUGAL	3	0.36	0.23
33	LEY DE FOMENTO	8	2.59	0.87
24	MANANTIAL CALAKMUL	7	2.14	0.76
21	MANUEL CASTILLA	9	2.52	0.79
35	MANUEL CRESCENSIO	7	1.71	0.61
39	NUEVO HORMIGUERO	5	1.01	0.44
41	PEDRO OLIVA	7	2.58	0.92
56	POLO NORTE	1	0.00	0,00
48	PUENTE ARROYO NEGRO	5	1.63	0.70
47	PUENTE BEL-HA	3	1.02	0.64
50	PUENTE XCAN-HA	5	1.35	0.58
49	PUENTE ZOH-LAGUNA	1	0.00	0.00
3	REGUEÑA	15	2.67	0.68
31	RIO NEGRO	7	2.39	0.85
44	SAN ANTONIO SODA	17	3.56	0.87
45	SAN ANTONIO SODA 2	3	0.43	0.27
46	SAN ANTONIO SODA 3	10	1.29	0.39
51	SAN MIGUEL	6	2.05	0.79
8	SAN ROMAN	13	1.72	0.46
62	SENDERO CALAKMUL	1	0.00	0.00
40	UNIDAD Y TRABAJO	6	2.03	0.78
58	UNION 20 DE JUNIO	5	1.31	0.56

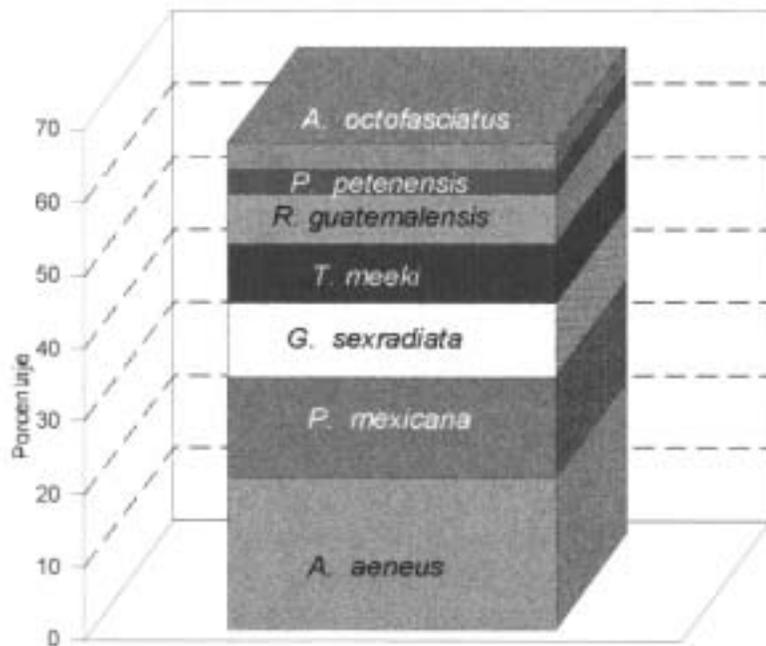
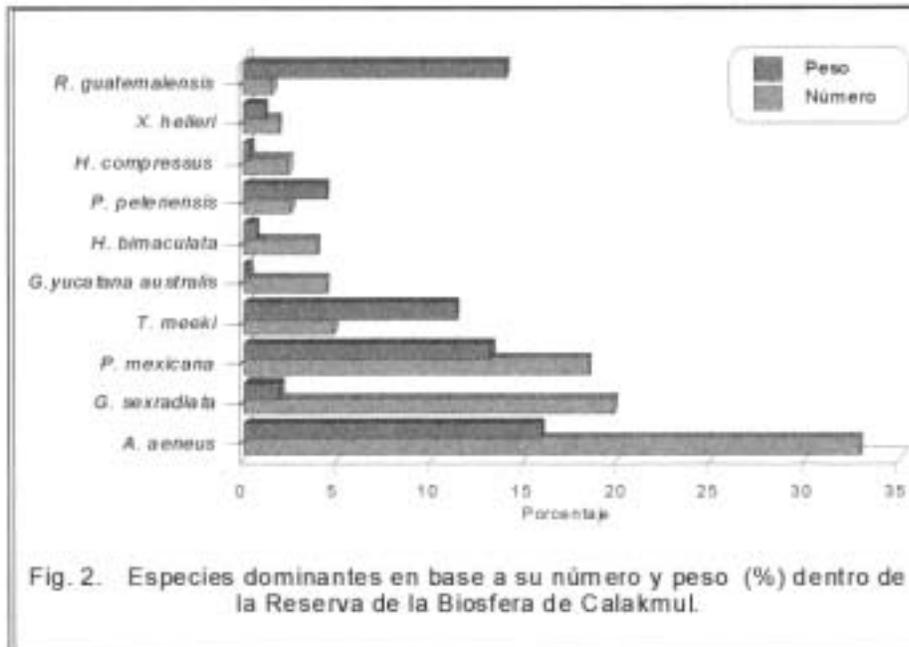
Continuación Tabla V					
No. Estación	ESTACIÓN	Riqueza	Diversidad	E unidad	
9	XCAN-HA	7	1.49	0.53	
11	XCAN-HA 2	5	1.86	0.80	
7	ZOH-LAGUNA	9	2.37	0.75	
59	VIVERO	6	0.73	0.28	

Especies dominantes

Considerando todas las localidades analizadas (64), se determinaron como especies dominantes en una base numérica a *Astyanax aeneus* (32.8%), *Gambusia sexradiata* (19.7%), *Poecilia mexicana* (18.3%), *Thorichthys meEli* (4.4%) y *Gambusia yucatanensis* (4.4%). En relación a su peso, la primera especie, *Rhamdia guatemalensis*, *P. mexicana* y *T. meEli* contribuyen con el 54.29% del total. *Rhamdia guatemalensis*, al igual que *D. petenense*, *A. octofasciatus* y *P. splendida* están representadas por pocos organismos de gran talla, mientras que en *G. sexradiata* y *H. bimaculata* los ejemplares con tallas < 7.0 cm long. estándar son muy abundantes en términos numéricos (Fig. 2),

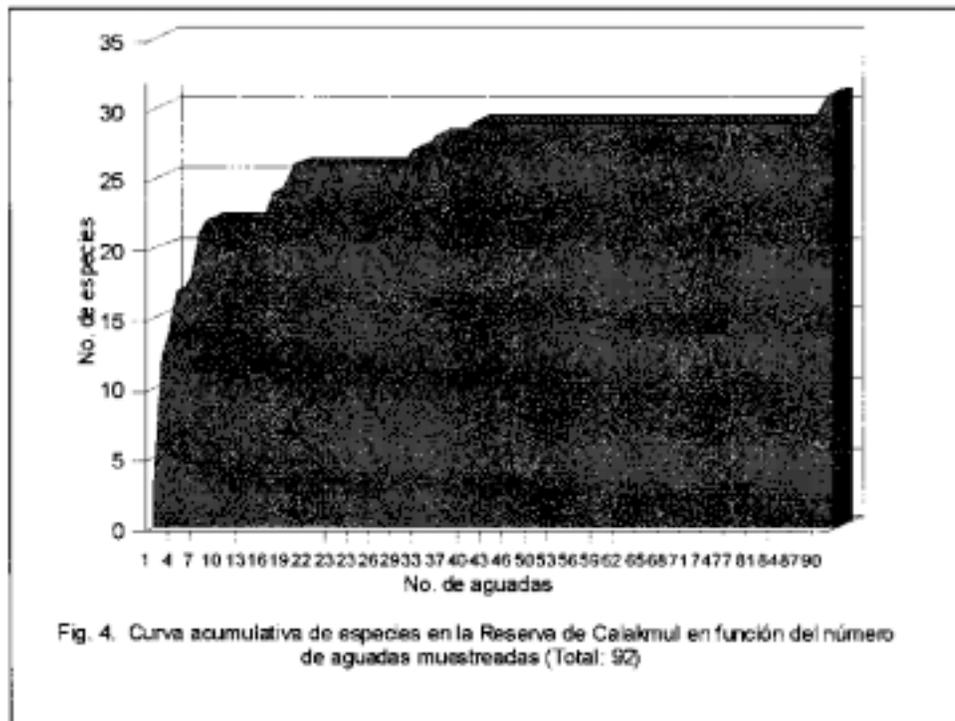
Al integrar la información de la dominancia numérica y en peso, así como su frecuencia de ocurrencia en cada una de las localidades, se observa a través del Índice del Valor de Importancia que siete especies contribuyeron con más del 66% del total. (Figura 3). Dentro de estas especies dominantes, *Astyanax aeneus* fue representativa en un 21.0% y *Poecilia mexicana* con un 14%.

Los resultados obtenidos difieren de estudios previos, donde reportan a 18 especies con cinco familia en 17 sitios de muestreo con la familia Cichlidae como representativa al estar comprendida por 8 especies y a *Astyanax fasciatus* como la dominante (Acosta y Ricalde, 1994). El incremento del esfuerzo de colecta a 64 localidades, algunas de ellas en diferente época climática ha permitido un incremento en el número de familias de 4 a 6 y de especies de 18 a 31. Así también el número de especies de Ciclidos y poecílidos se ha incrementado y se ha registrado una especie de la familia Atherinidae. Estos nuevos reportes hablan por si mismos de la riqueza en términos de biodiversidad de la Reserva y de la importancia de realizar un monitoreo de la misma.



Curva acumulativa de especies

En la figura 4 se presenta la curva acumulativa de especies donde se observa que durante los primeros ocho muestreos el número de especies se incrementó abruptamente a 22, en donde se encuentran las especies dominantes como *Poecilia mexicana*, *Astyanax aeneus*, *Gambusia sexradiata*, *Rhamdia guatemalensis*, *Thorichthys meEli*. Posteriormente, hasta el muestreo 20 el número de especies se incrementó ligeramente a 26 al registrarse "*Cichlasoma synspilum*", "*C."friedrichsthalí*. *Darosoma petenense* y *D. anale*. A partir de ahí, no obstante el incrementó en el número de especies fue muy bajo, se presentaron tres nuevas especies (*Astyanax altior*, *Gambusia yucatanana australis* y *Atherinella sp.* Finalmente en los últimos tres muestreos otras dos más fueron obtenidas (*Thorichthys helleri* y "*Cichlasoma*"*macalicauda*). Es probable que con un mayor esfuerzo de colecta, el número de especies se llegue a incrementar ligeramente. Es un punto importante que habría que considerarlo en estudios futuros.



Asociación entre estaciones

A través del análisis de similitud (Índice de Jaccard) obtenido en base a la presencia de las especies en cada una de las localidades, se observa la formación bien definida de seis grupos (Figura 5).

En el primero se agrupan 2 localidades (El Porvenir y Caña Brava) caracterizadas por una baja riqueza de especies (3 y 1, respectivamente) y la dominancia de *Poecilia mexicana*. En el grupo II, se encuentran 49 estaciones unidas entre sí por la ocurrencia y dominancia de *Astyanax aeneus*, *Poecilia mexicana*, *Gambusia sexradiata* y *Thorichthys meEli*. Cabe resaltar que en estas localidades se registró la mayor riqueza de especies. Dentro de este agrupamiento se encuentra la Regueña y Arroyo Negro con una gran similitud por el registro de *Atherinella sp.* El tercer agrupamiento, lo conforman localidades como Xcan-H a, Dos Banderas, San Antonio Soda 2 y Sendero Calakmul que presentaron a *Gambusia sexradiata* como especie con mayor presencia. El grupo IV, lo conforman las estaciones Aguada Tortugas, Puente Zoh-Laguna, Polo Norte y Camino al chorro de naturaleza temporal en donde sólo se registró *Astyanax aeneus* como única especie, mientras que en el quinto grupo se encuentra constituido por la estación Ha y Gasolinera Xpujil con la presencia de *Heterandria bimaculata* y *Xiphophorus maculatus*. Finalmente el último grupo (Vi) está formado exclusivamente por "Civalito", en la que solo se presentaron dos especies: *Archocentrus octofasciatus* y "*Cichlasoma*" *friedrichsthali*.

Discusión y Conclusiones

El listado ictiofaunístico obtenido a partir del desarrollo del proyecto, muestra la riqueza en términos de biodiversidad de la Reserva. Dentro de las especies dominantes, *Astyanax aeneus* perteneciente al complejo *Astyanax mexicanus* es también considerada una especie abundante y de amplia distribución en las aguas dulces de Belice. Se menciona que es una especie dominante en peso y número, particularmente en áreas en donde pocas especies están presentes (Greenfield y Thomerson, 1997). Al respecto,

Breder, (1943) y Burchards et al. (1985) han mencionado la conducta agresiva de esta especie lo que generalmente ocurre cuando están en condiciones de alta densidad.

Respecto a *Poecilia mexicana*, es una especie con amplia distribución dentro de la Reserva. Se encontró en un 73% de las localidades y en la mayoría de ellas presentó una

alta abundancia numérica y en peso. También se registró un amplio intervalo de tallas,

que va desde 0.7 hasta 10.9 cm longitud estándar. Está longitud máxima concuerdo a los encontrado por Bussing (1987), *quien reporta una* longitud de 11.0 cm.

La otra especie abundante, *Gambusia sexradita se* colectó en estadios larvales (0.6 cm de long. estándar) hasta adultos con una longitud máxima de 6.0 cm. En Belice esta especie es más abundante en el norte de l país y en las localidades más alejadas de la costa (Greenfield y Thomerson, 1997), lo que habla de su baja tolerancia a la salinidad. Y es reportada como la especie de *Gambusia* con menor tolerancia a la salinidad (Carter, 1977 y 1987).

Un aspecto que llama la atención es la poca abundancia y presencia de los poecilidos *Carlhubbsia kidderi*, *Phallichthys fairweatheri* y *Xiphophorus maculatus*, así como del atherinido *Atherinella sp.* siendo por lo tanto, importante continuar con este estudio para determinar el patrón de distribución de ambas especies y establecer su estatus. También se considera de interés para su conservación el conocer aspectos sobre la bioecología de *Rhamdía guatemalensis*, especie considerada amenazada dentro de la NOM-059.

Desgraciadamente, se registró la presencia de la tilapia *Oreochromis niloticus* en 4 localidades con un número total de 25 ejemplares y con un peso promedio por individuo de 1319. Inicialmente se tenía conocimiento sólo en el "El Refugio" se había introducido esta especie exótica con fines acuaculturales, pero actualmente se ha extendido a las localidades de "El Porvenir", "Alvarado" y "San Antonio Soda". Cabe resaltar que previo a su introducción no se realizaron estudios sobre la estructura de las poblaciones naturales de peces y actualmente de desconoce el impacto ecológico que su presencia ha ocasionado. Es importante realizar un monitoreo dentro del área a fin de evaluar en un futuro próximo el impacto en las poblaciones nativas. En este sentido Courtena y, Jr. y Robins, (1989) mencionan que al introducir especies animales sin seguir un procedimiento establecido, crea más problemas que los que llega a resolver, lo que se le ha llamado el efecto Frankenstein (Moyle et al., 1986).

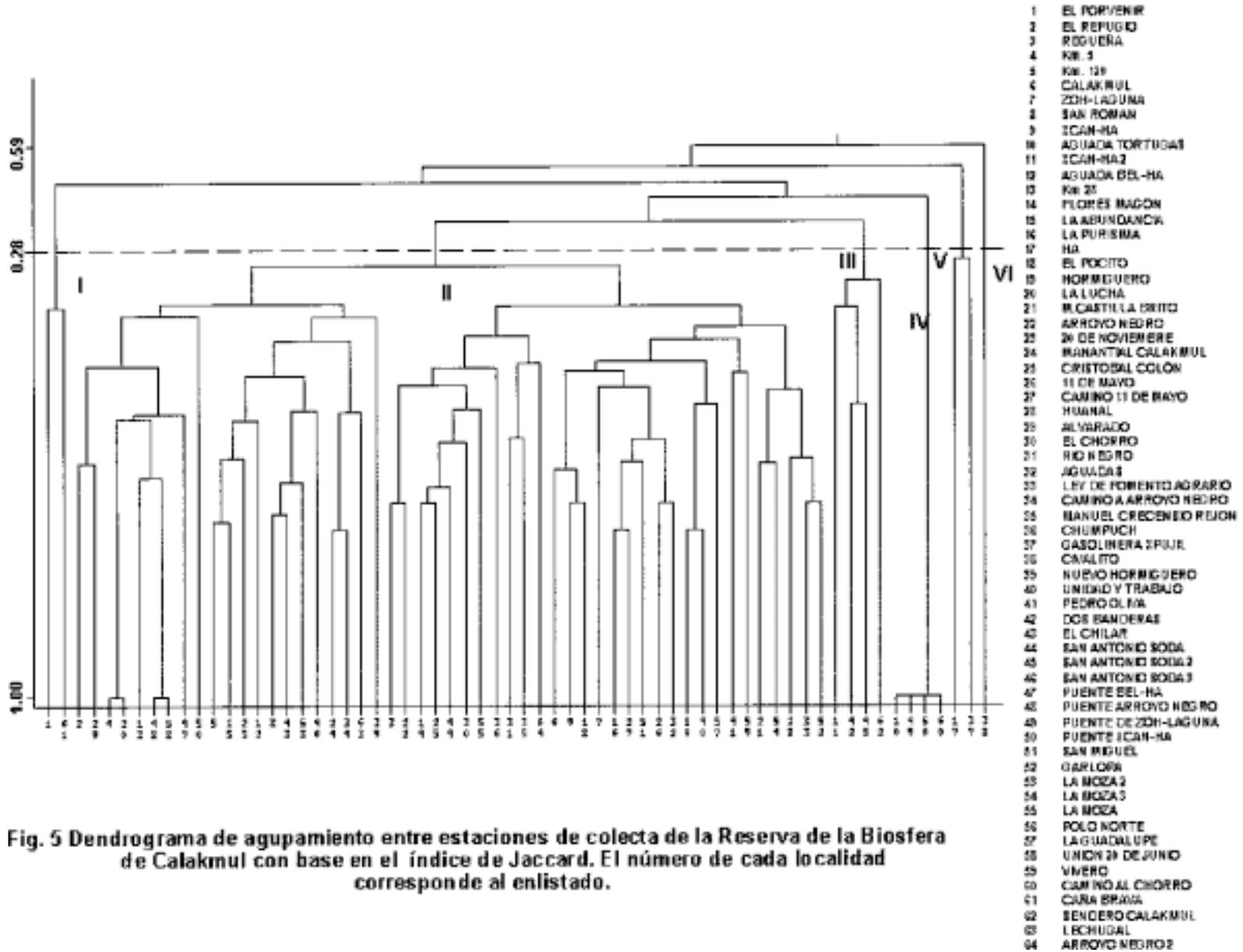


Fig. 5 Dendrograma de agupamiento entre estaciones de colecta de la Reserva de la Biosfera de Calakmul con base en el índice de Jaccard. El número de cada localidad corresponde al enlistado.

Aportaciones del proyecto

- Presentación de un listado ictiofaunístico de la Reserva de la Biosfera de Calakmul.
 - Se incrementó la colección ictiológica del CINVESTAV a través de las colectas realizadas y de la revisión y identificación de ejemplares recolectados en años anteriores (1992-1994).
 - Se registraron las especies dominantes por su número, peso y frecuencia, así como aquellas que presentan una baja abundancia, siendo importante monitorear su distribución.
 - Se aportaron los primeros registros de *Atherinella sp* y de "*Cichlasoma*" macaulida en la zona.
 - Se proporcionó de nueva información al banco de datos e inventarios bióticos de la CONABIO.
-
- Formación de estudiantes dentro del área de la ictiología.

Indicadores de éxito

A continuación se voy a permitir resaltar los indicadores de éxito que se consideraron dentro de la proyecto y en el caso de que alguno de los puntos no se hubiera cumplido, la justificación del mismo.

<i>Propuesta</i>	<i>% de éxito</i>
Presentación de un informe final	100
La entrega final de la base de datos con 561 registros.	100
Realización de muestreos abarcando en los posible toda la zona de la Reserva	100
La determinación de un mínimo de 30 especies	100

Agradecimientos

El presente estudio no hubiera sido posible realizarse sin el apoyo directo e indirecto de diversas instancias y personas que con esfuerzo y entusiasmo contribuyeron al cumplimiento de los objetivos planteados. Me permito agradecer a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**) el apoyo proporcionado e interés en su realización. En este mismo sentido se agradece al CINVESTAV por el apoyo de infraestructura y logístico aportado. Quiero también agradecer al **Ing. José B. Rodríguez de la Gala**, Director de la Reserva de la Biosfera de **Calakmul**, a **Cesar Uriel Romero Herrera** y a todo su personal por brindarnos el apoyo necesario durante las campañas de colecta, sin el cual, el registro de especies en el sur de la Reserva no se hubiera llevado a cabo. Cabe resaltar que la inaccesibilidad de esa área y los intrincados caminos fueron a la vez un reto a lograr. También quiero expresar mi agradecimiento al **Dr. Steven Norris**, profesor visitante de la UnivU de Miami (Ohio) y Profesor Investigador Asociado de la UnivU de Michigan por revisar taxonómicamente los ejemplares recolectados, así como los depositados en la colección del laboratorio. En este mismo sentido, se agradece al **Dr. J. Schmitter Soto** por permitirnos revisar y comparar los ejemplares de taxonomía dudosa con los de la Colección del Colegio de la Frontera Sur. Gracias también a **Gilberto** y **Alejandro (El Rayo)** por ser nuestros guías y hacernos más alegres el trabajo de campo. El presente estudio contó con el permiso de pesca de fomento número 040899-213-03.

Literatura citada

- Acosta, L. E. y H. Ricalde. 1994.** Los peces de la Reserva de la Biosfera de Calakmul: Una evaluación exploratoria de un complejo Faunístico virtualmente desconocido. Reporte Final de Proyecto. PRONATURA.
- Álvarez del Villar, J. 1970.** Peces mexicanos (claves). Secretaría de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. 166 p.
- Axelrod, R. H. 1996.** The most complete colored lexicon of cichlids. Every known cichlid illustrated in color. 2^a. Ed. TH. Pub. Inc. E:I.A. 864 p.
- Barrera M. A. 1962.** La Península de Yucatán como Provincia Biótica. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 22: 71-105.

- Berlanga, B. C. 1990.** Las aves de Calakmul. Pronatura. Revista 7 (1). Enero-marzo.
- Berlanga, M. C. y P. A. Wood, 1990.** Avifauna de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche. Informe Preliminar, Pronatura, A. C. Península de Yucatán, Mérida, México.
- Breder, C. M. Jr. 1943.** A note on erratic viciousness in *Astyanax mexicanus* (Phillipi). *Copeia* 1943 (2): 82-84.
- Bruchards, H., A. Dotte and J. Parzefall, 1985.** Aggressive behaviour of an epigeal population of *Astyanax mexicanus* (Characidae, Pisces) and some observations of three subterranean populations. *Behavioral Processes* 11 (3): 225-235.
- Bussing, W. A. 1987.** Peces de las aguas continentales de Costa Rica. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Carter, H. J. 1977.** Aspects of the physiological ecology of three species of *Gambusia* from Belize, Central America. Marther's thesis, Northern Illinois University.
- Carter, H. J. 1977.** Aspects of the physiological ecology of three species of *Gambusia* from Belize, Central America. *Copeia* 1981 (3): 694-700.
- Conkel, D. 1993.** Cichlids of North and Central America. T. F. H. Publications, Inc. E.U.A. 191 p.
- Coke, J. G. 1991.** Nuestra herencia silenciosa. Boletín de Amigos de Sian Ka'an, 9: 17-20.
- Contreras-Balderas, S. 1990.** Lista anotada de especies mexicanas en peligro o amenazadas de extinción. 211-217. In: Areas Naturales Protegidas en México y especies en extinción. Camarillo R. y Rivera A. (Editores). UNAM.
- Courtenay, R. W. Jr. y Robins, R. 1989.** Fish Introductions: Good management, Mismanagement or No Management? *Aquatic Sciences*. 1, (1): 159-172.
- Eddy, S. y J. C. Underhill. 1957.** How to know the freshwater fishes. 3rd Ed. The Pictured Key. Nature Sciences. 215 p.
- El Alcocer E. 1997.** Reserva de la Biosfera de Calakmul. In: Calakmul: volver al sur. Gob. del estado Libre y Soberano de Campeche (Editor). 187-192 p.
- Folan, W. J., Gunn, J., Eaton, J. y Patch, R. 1983.** Paleoclimatological Patterning in Southern Mesoamerica. *Journal of Field Archaeology*, 10 (4): 453-468.
- Gamboa-Pérez, H. 1994.** Peces continentales de la frontera México-Belice: Río Hondo y cuerpos de agua adyacentes. In: A. Cesar-Dachary y E. Suárez (eds.). Atlas de la frontera México-Bélice. Centro. Invest. Quintana Roo, Chetumal. México.

- García, E. 1981.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3a. Edición. Offset Larlos. México- 252 p.
- García-Gil, G. 1991.** Elaboración de Cartografía Temática y base geográfica de datos para la zona de Calakmul, Campeche. Informe Técnico. Pronatura, Península de Yucatán, A. C21 p- y anexo
- García-Gil, G. y March, I. J. 1989.** Proyecto para la elaboración de cartografía básica y base geográfica de datos para la zona de Calakmul, Campeche. Primer Informe de Avance. Pronatura, Península de Yucatán, A. C. 10 p y anexo.
- García-Gil, G. y March, J. 1990.** Elaboración de Cartografía básica y base geográfica de datos para la zona de Calakmul, Campeche. Informe Final. Pronatura, Península de Yucatán, A. C. 77 p.
- Goldman, E. A. y Moore, R. T. 1946.** The Biotic Provinces of México- Journ- Mamm-, 26 (4) : 347-360.
- Greenfield, W. D. y Thomerson, J. E. 1997.** Fishes of the Continental Waters of Belice. University Press of Florida. 311 p.
- Greenfield W. D., Greenfield, T. A. y Wildrick, D. M. 1982.** The taxonomy and distribution of the species of *Gambusia* (Pisces: Poeciliidae) in Belice, Central America. *Copeia* 1982 (1):128-147
- Greenwood, P. H., Weitzman, S. H. y Myers, G. S. 1966.** Phyletic studies of teleostean fishes with a provisional classification of ling forms. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 131: 339-456.
- Gunn, J. y Adams, R. E. W. 1981.** Climatic change, cultura and civilization in North America *World Archaeology* 13 (1): 85-100-
- Hanski, I. A. y Simberloff, D. 1997.** The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. Pages 5-26. In. I. A. Hanski y M. E. Gilpin (eds-) *Metapopulation biology: ecology, genetics and evolution*. Academic Press, San Diego.
- Hall, E. R., 1981.** The Mammals of North America. 2 Vols. John Wiley and Sons, New York.
- Hubbs, C. L. 1935.** Fresh-water Fishes collected in British Honduras and Guatemala. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich.* 25: 5-22.
- Hubbs, C. L. 1936.** Fishes of the Yucatan Peninsula- *Publ- Carnegie Inst. Wash.* 457: 157-287
- Hubbs, C. L. 1938.** Fishes from the Caves of Yucatan. XXI. *Rep. Carn. Inst. Wash. Publ.* 491: 261-295

- Humphries, J. M. y Miller, R. R. 1981.** A remarkable *species flock* of pupfishes genus *Cyprinodon* from Yucatan, Mexico. *Copeia*, 1981 (1): 52-64.
- INEGI.** (Instituto Nacional de Estadística; geografía e Informática). 1985. Carta edafológica. Chetumal. E16-4-7. México.
- Jiménez, S. J. M., 1997.** Informe final de la tercera etapa del Proyecto Cultivo Experimental de "Mojarra Paleta" *Cichlasoma synspilum* en el ejido de Nuevo Becaj, R. B. C., Campeche correspondiente al período Febrero-Septiembre de 1997.
- Krebs, C. J. 1989.** Ecological Methodology. Harper Collings Publishers, New York. 654 p.
- Lozano-Cabo, F. 1978.** Oceanografía, Biología Marina y pesca. 3a. Ed. Paranifo, S. A. Madrid. 78-80.
- Ludwing, J. A. y Reynolds, J. E. 1988.** Statistical Ecology. John Wiley and Sons, New York.
- Magurran, A. E. 1988.** Ecological Diversity and its measurement. Chapman and Hall, U. S. A. 179 p.
- March, I. y Verrer, L. 1991.** Listado preliminar de mamíferos de la zona de Calakmul, Campeche. Reporte preliminar. Ecosfera-Pronatura.
- Miller, R. R. 1966.** Geographical distribution of Central American freshwater fishes. *Copeia*. 1966 (4): 773-802.
- Miller, R. R. 1976.** An evaluation of Seth E. MeEls's contributions to Mexican ichthyology. *Occ. Pap. Field Mus. Nat. Hist. Univ. Mich.*, 69: 1-31.
- Miller, R. R. 1983.** Checklist and key to the Mollies of Mexico (Pisces: Poeciliidae: Poecilia, Subgenus *Molliensia*), *Copeia*. 1983 (3): 817-822.
- Miller, R. R. 1984.** *Rhamdia reddelli*, new species. The first blind Pimelodid catfish from middle America, with a key to mexican species. *Trans. San Diego. Soc. Hist. Nat.* 20: 135-144.
- Miller, R. R. 1986.** Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. *An. Esc. Nac. Cien. Biol., Mex.*, 30: 121-153.
- Miller, R. R. y Hubbs, C. L. 1974.** *Rivulus robustos*, a new cyprinodontid fish from southeastern Mexico. *Copeia* 1974 (4): 865-869.
- Miller, R. R. y Taylor, J. N. 1984.** *Cichlasoma socolofi*, a new species of cichlid fish of the *Thorichthys* group from northern Chiapas, Mexico. *Copeia*. 1984 (4): 933-940.

- Miller, R. R., William, J. D. y Williams, J. E. 1989.** Extinctions of North American Fishes during the Past Century. *Fisheries*. 14 (6): 22-38.
- Miranda F. y Hernández, X. 1963.** Los tipos de vegetación de México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 38 p.
- Moyle, P. B., Li, H. W. y Barton, B. A. 1986.** The Frankenstein effect: impact of introduced fishes on native fishes in North America. In: *Fish Culture in Fisheries Management*, Stroud, R. H. (Editors), Fish Culture Section, Fisheries Management Section, American Fisheries Society, Bethesda, MD. 415.
- Nelson, I. S. 1994.** *Fishes of the world*. 3^a. Ed. Wiley and Sons. New York, 600 p.
- Page-Lawrence y Burr. 1991.** A field guide to freshwater fishes. The Peterson Field Guide Series. Houghton Mifflin Company. Boston.
- Pielou, E. C. 1966.** Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. *American Naturalist*, 100: 463-465.
- Plan de Manejo. 2000.** Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Calakmul. Instituto de Ecología 268 p. México.
- Pozo, C., Galindo-Leal, C., Salas S., Cedeño-Vázquez, Jr. U. T. S., Calderón M. R., Tuz N., Beutelpacher, G. P. y Tuz N. 1998.** Inventario y monitoreo de anfibios y mariposas de la Reserva de Calakmul, Campeche. El Colegio de la Frontera Sur-CONABIO. Informe interno.
- Power, E. M., Tilman, D., Estes, J. A., Menge, B. A., Bond, W. J., Scott Milis, L., Dayly, G., Castilla, J. C., Lubchenco, J. y Paine, R. T. 1996.** Challenges in the Quest for Keystones. *BioScience*. 46 (8): 609-620.
- Rosen, D. E. y Bailey, R. M. 1963.** The poeciliid fishes (Cyprinodontiformes), their structure, zoogeography and systematics. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 126 (1): 1-176.
- Rosen, D. E. 1973.** Suborder Cyprinodontoidel. Superfamily Cyprinodontoidea. *Memoir Sears Foundation for Marine Research*, 1 (6), 1973: 229-262.
- Schmitter-Soto, J. J. 1998.** Catálogo de los Peces Continentales de Quintana Roo. Guías Científicas ECOSUR. San Cristobal de las Casas, Chiapas, México. 239 p.
- Schultz J. y R. R. Miller. 1971.** Species of the *Poecilia sphenops* complex (pisces: Poeciliidae) in Mexico. *Copela* 1971 (2): 282-290.

- Simberloff, D. 2000.** No Reserve is an island: Marine Reserves and nonindigenous species *Bull. Mar. Science*, 66 (3): 567-580.
- Smith, H. M., 1941.** Las provincias bióticas de México según la distribución del género *Sceloporus*. *An. Esc. Nac. Cien. Biol.* 103-110.
- Schmitter-Soto y H. C. Gamboa-Pérez. 1996.** Composición y distribución de peces continentales en el sur de Quintana Roo, Península de Yucatán, México. *Rev. Biol. Trop.* 44(1): 199-212.
- Stuart, L. C., 1964.** Fauna of Middle America. Handbook of Middle American indians, Ed. R. C. West. 316-363 p.
- Taylor, J. N. 1976.** Key to the fresh and brakish water fishes of the Yucatán Península. Museum of Zoology, Univ. of Michigan. 22 p.
- Taylor, J. N. y Miller, R. R. 1980.** Two new ciclid fishes, Genus *Cichlasoma* from Chiapas, México. *Occ, Pap. Mus. Zool. Univ. Mich.*, 693: 1-16.
- Trewartha, Glenn T., 1961.** The Earth's problem climates. University of Winsconsin Press, Madison.
- Williams, J. E., Johnson, J. E. Hendrickson, D. A., Contreras-Balderas, S., Williams, J. D., Navarro-Mendoza, M. McAllister, D. E. y Deacon, J. E. 1989.** Fishes of North America Endangered, Threatened or of Special Concern: 1989. *Fisheries*. 14 (6): 2-21.
- Wood, P, 1989.** Avían diversity in the Cal akmul Biosphere Reserve and southern Campeche, with special reference to the raptors. Convenio Pronatura World Wildlife Fund. USA. Doc. Int.