

# Recursos acuáticos costeros del sureste

VOLUMEN II

Alberto J. Sánchez  
Xavier Chiappa-Carrara  
Roberto Brito Pérez  
editores

*Recursos acuáticos costeros del sureste*

---

VOLUMEN II

# Recursos acuáticos costeros del sureste

VOLUMEN II

**Alberto J. Sánchez**  
**Xavier Chiappa-Carrara**  
**Roberto Brito Pérez**  
editores



2012  
México

*Recursos acuáticos costeros del sureste* vol. II  
editores

Alberto J. Sánchez (UJAT)  
Xavier Chiappa-Carrara (UNAM)  
Roberto Brito Pérez (UNACAF)

Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica Conacyt-Gobierno del Estado de Yucatán  
Red para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste  
Consejo de Ciencia, Innovación y Tecnología del Estado de Yucatán  
Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación, Conacyt  
Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Universidad Autónoma del Carmen  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa

ISBN 978-607-9060-06-0 (obra completa)  
ISBN 978-607-9060-08-4 (volumen II)  
D.R. © Fondo Mixto Conacyt-Gobierno del Estado de Yucatán, 2012  
calle 23 Núm. 122 x 24, fraccionamiento Loma Bonita  
CP 97205, Mérida, Yucatán, México  
J (999)938.0400; 938.0451; 924.8437  
www.cienciaytecnologia.yucatan.gob.mx

D.R. © Red para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste, 2012  
Puerto de Abrigo s/n  
CP 97356, Sisal, Yucatán, México  
J (988)931.1000  
www.sisal.unam.mx/recorecos

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Académica Sisal, 2012  
Puerto de Abrigo s/n  
CP 97356, Sisal, Yucatán, México  
J (988)931.1000  
www.sisal.unam.mx

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin el permiso escrito de los titulares de los derechos.

Coordinación general de obra

*Xavier Chiappa Carrara*

Coordinación editorial

*Misael Hernández Martínez*

Cuidado de edición y corrección de textos

*Alejandrina Garza de León*

Diseño editorial de interiores, de cubierta

infografía y formación

*Sonia Olvera Carrasco*

Fotografía en color y de cubierta

*Pim Schalkwijk*

Traducción y corrección de textos en inglés

*Andrea Raz-Guzman*

GC  
1005.3  
.M6  
.R43  
2012

Recursos acuáticos costeros del sureste / Alberto  
J. Sánchez ... [et al.], editores ; prólogo,  
José Narro Robles, c2012.

1. Recursos marinos-México. 2. Recursos marinos-  
Costa del golfo de México. 3. Recursos marinos-México-  
Región del Caribe. 4. Recursos marinos-Costa del Pacífico  
(sur de México). 5. Conservación de los recursos naturales-  
México. I. Sánchez, Alberto J.  
ISBN 978-607-9060-06-0 (obra completa)  
ISBN 978-607-9060-07-7 (v. I)  
ISBN 978-607-9060-08-4 (v. II)



Editado e impreso en Mérida-México  
Made and printed in Merida-Mexico

**RECorecos**  
Red para el  
conocimiento de los recursos costeros del sureste

# Listado taxonómico de los peces de la laguna boca de la Carbonera, Yucatán: un primer paso para el manejo y evaluación de los recursos costeros del norte de Yucatán

*Taxonomic fish list of Laguna Boca de la Carbonera, Yucatan: a first step in the management and evaluation of the coastal resources of northern Yucatan*

A Gallardo-Torres, M Badillo-Alemán,  
C Galindo-de Santiago, J Loera-Pérez,  
R Rioja-Nieto, X Chiappa-Carrara

(AGT) (MBA) (CGD) (RRN) (XCC) UNAM campus Sisal. Puerto de abrigo s/n, Sisal, Hunucmá, Yucatán. CP 97355 xcc@ciencias.unam.mx

## Resumen

270

Los estuarios y las lagunas costeras han sido reconocidos como zonas de gran valor para muchas especies de peces, puesto que constituyen lugares propicios para su reproducción, alimentación o crianza, lo que los ubica como zonas de alta riqueza de especies debido a la complejidad de la estructura física que presentan. El sistema lagunar la “boca de la Carbonera” es un humedal costero que se encuentra en el litoral norte de la península de Yucatán. Está rodeado tanto por mangle como por sabana yucateca y presenta petenes en su interior. El objetivo del presente trabajo es presentar un listado taxonómico de las especies encontradas en dicho sistema durante 14 meses de muestreo, que nos permita tener la información básica para un futuro manejo de los recursos de este sistema. Una red de 12 estaciones de muestreo, cubriendo la mayoría de los tipos de hábitat dentro del sistema fue monitoreada durante 14 meses consecutivos. En total se han registrado 60 especies, pertenecientes a 12 órdenes, 32 familias y 45 géneros. Las familias mejor representadas fueron Gerreidae, Poeciilidae y Carangidae con cuatro especies cada una. Las especies que se registraron durante todos los muestreos y que pueden considerarse habitantes permanentes del sistema fueron *Sphoeroides testudineus*, *Floridichthys polyommus*, *Chriodorus atherinoides*, *Lagodon rhomboides*, *Eucinostomus gula* y *Mugil trichodon*.

### Palabras clave

peces, listado Taxonómico, boca de la Carbonera, Yucatán

### Abstract

Estuaries and coastal lagoons have been recognised as areas of great value for many fish species, as they constitute ideal reproduction, feeding or nursery areas, and are areas with a high species richness due to a complex physical structure. The lagoon system of “Boca de la Carbonera” is a coastal wetland located on the northern littoral of the Yucatan peninsula. It is surrounded both by mangroves and Yucatecan savannah, and presents “petenes” inside the system. The purpose of this study was to make a taxonomic list of the species found in the system during 14 months of sampling, and to provide basic information for the future management of the resources of the system. A net of 12 sampling stations over most habitat types in the system was monitored during 14 months. A total of 60 species of 12 orders, 32 families and 45 genera were recorded. The best represented families were the Gerreidae, Poeciliidae and Carangidae with four species each. The species that were recorded throughout the sampling period and that may be considered permanent inhabitants of the system were *Sphoeroides testudineus*, *Floridichthys polyommus*, *Chriodorus atherinoides*, *Lagodon rhomboides*, *Eucinostomus gula* and *Mugil trichodon*.

271

### Key words

fish, taxonomic list, Boca de la Carbonera, Yucatan

## INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras albergan ecosistemas que se encuentran entre los más productivos y complejos del planeta debido a su condición de ecotono entre los sistemas oceánicos y los continentales. Estos ambientes constituyen uno de los ejemplos más notables de las interacciones entre el agua, el aire y la tierra que hacen posible la vida en el planeta. Son sistemas de alta diversidad biológica que funcionan en forma interconectada puesto que los componentes marinos, litorales y costeros se encuentran estrechamente acoplados por un mismo flujo de energía. La acción de las corrientes y de las mareas controla el ritmo de los hábitats costeros como los arrecifes coralinos, pastos marinos, lagunas costeras, estuarios, ríos, pantanos y manglares, haciendo posible la existencia de organismos que

dependen de la materia orgánica transportada por sus flujos y reflujos. Gracias a la interacción entre el viento y el agua, la energía fluye a través del sistema océano-atmósfera-tierra y se distribuye en los diversos compartimientos de este sistema dinámico. Los valores de productividad observados en estos ecosistemas se deben a la descomposición de una gran cantidad de materia vegetal que proporciona grandes cantidades de detritus, disponibles de manera directa o indirecta a la biota de estos ecosistemas (Vega-Cendejas *et al.* 1997), a la influencia de los aportes terrígenos y al amplio frente oceánico que les permite un intenso intercambio con las aguas neríticas adyacentes. Además, la presencia de varios tipos de vegetación permite la presencia de una gran variedad de microhábitats en estos sistemas acuáticos (Trejo-Torres *et al.* 1993; Gasca *et al.* 1994).

Debido a la alta productividad de estas zonas y a su importancia biológica y ecológica, los humedales han sido uno de los focos de atención de la comunidad científica internacional preocupada por conocer, comprender y proteger estos ecosistemas. Así, durante las reuniones periódicas de los países miembros de la Convención de Ramsar, en la que México participa, se han propuesto medidas de protección y conservación de los humedales (Ramsar Convention 2009). En la costa de la península de Yucatán se encuentra una franja de unas 13,600 ha de terrenos fangosos que, de manera temporal o permanente, se encuentran cubiertos de agua (Contreras-Espinosa & Warner 2004). Estos humedales costeros se consideran entre los ecosistemas que han sido más afectados por distintas actividades humanas. En particular, las comunidades de peces han sufrido alteraciones producto de los cambios en la estructura del hábitat y la calidad de agua, la pérdida de volumen de agua y la entrada de especies no nativas (Paxton & Eschmeyer 2003).

La información taxonómica sobre los peces que habitan en cualquier sistema acuático es considerada fundamental para la realización de análisis ecológicos, biogeográficos o demográficos, así como para detallar las evaluaciones y monitoreos de impacto y ordenamiento ecológico. En este sentido, el conocimiento de la ictiofauna presente en los ecosistemas acuáticos se considera como una etapa necesaria para la toma de decisiones en zonas cuyos recursos naturales presentan diversos grados de uso (Vega-Cendejas 2004). La información taxonómica, aunada a la medición de valores de riqueza, diversidad,

abundancias relativas, relaciones de talla-peso y ecología reproductiva, constituye la base sobre la cual se confeccionan las medidas que regulan el uso de los recursos acuáticos.

La laguna de la boca de la Carbonera se encuentra geográficamente adyacente a la Reserva Estatal de El Palmar, que es un área natural protegida creada para la conservación de la biodiversidad costera. Sin embargo, la reserva no cuenta con un sistema acuático permanente y comunicado con el mar, por lo que la laguna debe jugar un papel ecológicamente importante en el ciclo de vida de varias especies de peces.

Los trabajos previos que se han hecho muestran parte de la diversidad de la ictiofauna del litoral yucateco (Hildebrand *et al.* 1964; Garduño 1984; 1988; Vega-Cendejas *et al.* 1997; González-Salas 1999; González-Gándara 2001; González-Gándara & Arias-González 2001a; 2001b; Vega-Cendejas 2004; Vega-Cendejas & Hernández 2004; Palacios & Vega-Cendejas 2005; Arceo-Carranza & Vega-Cendejas 2009). Sin embargo, en estas contribuciones no se contempla el estudio de la Carbonera, que está siendo sometida a presiones de desarrollo urbano y de ecoturismo.

Bajo esta visión, el presente estudio constituye un aporte al conocimiento de los recursos ícticos de la laguna de la Carbonera. Esta evaluación sistemática es fundamental para la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos costeros de la costa norte de Yucatán.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La laguna de la Carbonera se ubica en la región noroeste de la costa del estado de Yucatán a los 21°13'56" N y 89°53'30" O, cubre un área de aproximadamente 2 km<sup>2</sup>. Limita al Oeste con la Reserva Estatal de El Palmar y al Este con el municipio de Chuburná. Este sistema presenta una geología kárstica y se encuentra conectado de forma permanente al mar por una estrecha boca que se formó a consecuencia del huracán Gilberto, que azotó las costas yucatecas en 1988. Se caracteriza por ser un sistema predominantemente somero (0.25-0.75 m) y su hidrología está determinada principalmente por el aporte de agua del golfo de México, y en menor grado por los afloramientos de



agua subterránea, precipitación y escorrentías. Este sistema lagunar, al igual que el resto del estado de Yucatán, presenta tres épocas climáticas durante el año: secas, lluvias y nortes que se caracterizan por el régimen de lluvias y por el patrón de vientos del Norte, del Este y Sudeste (Logan 1969; INEGI 2001).

Este cuerpo de agua presenta un mosaico muy diverso de comunidades vegetales. Está rodeado por pastizales inundables (dominados por gramíneas y ciperáceas); por manglares típicos de la franja marina y lagunar que se caracterizan por encontrarse permanentemente inundados por agua salada [compuestos por *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Conocarpus erectus* (botoncillo) y en menor medida *Laguncularia racemosa* (mangle blanco)]; manglares de ciénaga, que suelen formar islotes arbóreos, que se inundan o se secan de acuerdo con el régimen hidrológico (dominado por *A. germinans*, seguida de *R. mangle*), y petenes, que son islas de vegetación arbórea que se desarrollan alrededor de afloramientos de agua dulce en las que es notorio el cambio en la altura de la vegetación, donde pueden presentarse árboles con una altura hasta de 20 a 25 m [algunas de las especies vegetales representativas son *R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa*, *Manilkara zapota* (chicle), *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Sabal yapa* (huano)] (Duran-García *et al.* 2005). Estas comunidades vegetales permiten la existencia de una variedad de microhábitats que son utilizados como refugio para distintas especies animales.

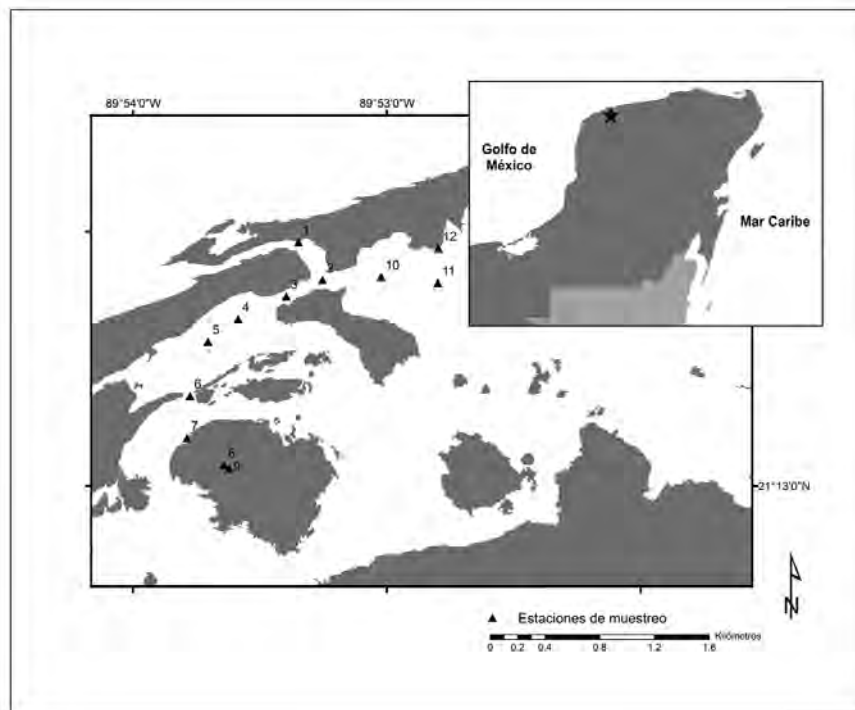
### Trabajo en campo

Se diseñó una red de 12 estaciones de muestreo (Tabla 1, Figura 1) en la zona de estudio, con base en los criterios establecidos por Busch & Trexler (2003). Estas estaciones coincidieron con los hábitats representativos de la zona y en ellas se llevaron a cabo muestreos mensuales a partir de abril de 2009 a junio de 2010. Para la obtención del material biológico se realizaron arrastres en cada estación de muestreo utilizando un chinchorro playero de 40 m de longitud con una caída de 1 m y una abertura de malla de 1/2 pulgada. Los arrastres se realizaron siempre por las mismas personas para asegurar la homogeneidad en el esfuerzo de captura (Busch & Trexler 2003). Los peces colectados fueron fijados con formol a 10% y separados en frascos de plástico debidamente etiquetados con los datos de colecta (fecha, localidad, estación, coordenadas,

**Tabla 1**  
**Posición geográfica de la red de estaciones de muestreo**  
**en la boca de la Carbonera**

| ESTACIÓN | LATITUD NORTE | LONGITUD OESTE |
|----------|---------------|----------------|
| 1        | 21°13'57.2"   | 89°53'25.0"    |
| 2        | 21°13'48.2"   | 89°53'20.5"    |
| 3        | 21°13'46.5"   | 89°53'26.2"    |
| 4        | 21°13'45.3"   | 89°53'35.8"    |
| 5        | 21°13'37.3"   | 89°53'42.5"    |
| 6        | 21°13'23.9"   | 89°53'50.4"    |
| 7        | 21°13'13.4"   | 89°53'52.5"    |
| 8        | 21°13'08.11"  | 89°53'45"      |
| 9        | 21°13'8.25"   | 89°53'45.3"    |
| 10       | 21°13'50.8"   | 89°53'11.6"    |
| 11       | 21°13'47.9"   | 89°52'52.7"    |
| 12       | 21°13'56.9"   | 89°52'53"      |

**Figura 1**  
**Ubicación geográfica de la boca de la Carbonera, Yucatán**  
**y red de estaciones de muestreo. Las estaciones 7 y 8 se ubican**  
**en el canal de acceso al cenote (estación 9)**



etcétera). Posteriormente fueron trasladados a la Universidad Nacional Autónoma de México campus Sisal para su procesamiento en el laboratorio.

### Trabajo en laboratorio

Una vez en el laboratorio se realizó la postfijación de los organismos colectados en alcohol a 70% para facilitar su manejo; posteriormente fueron identificados hasta el nivel de especie utilizando las claves de Castro-Aguirre *et al.* (1999); Greenfield & Thomerson (1997); Schmitter-Soto (1998); Carpenter (2002); McEachran & Fechhelm (2005). Organismos representativos de cada especie fueron depositados en la Colección Ictiológica Regional de la UNAM, registrada con la clave YUC-PEC-239-01-11 ante la Semarnat.

Todos los organismos colectados fueron separados por especie, por estación y por muestreo, para determinar el número de especies, la biomasa y la frecuencia de aparición por muestreo y por estación durante los 14 meses de muestreo, y se asignó a cada especie una categoría ecológica de acuerdo con su frecuencia de aparición durante el periodo de estudio. Se consideró como especie permanente del sistema aquella presente en 11 o más meses; como frecuente, aquella presente entre 5 y 10 meses; ocasional, aquella presente entre 2 y 4 meses, y rara, aquella presente en un solo muestreo. También se asignó la categoría ecológica de cada especie de acuerdo con su tolerancia a la salinidad (marina, estuarina y dulceacuícola) con base en Carpenter (2002); Fishbase ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)). Se estimó también la abundancia relativa (número total de individuos de cada especie en relación con el total de individuos capturados) y la biomasa relativa (peso total de los individuos de cada especie, en relación con la biomasa total obtenida).

## RESULTADOS

### Composición específica

Derivado de las colectas efectuadas se capturaron 23,506 organismos y se estableció que la comunidad de peces de la laguna boca de la Carbonera está formada por 12 órdenes, 32 familias, 45 géneros y 60 especies. Las familias mejor representadas fueron Gerreidae, Poeciliidae y Carangidae, con cuatro especies cada una. Siguieron las familias Belonidae, Cyprinodontidae, Lutjanidae, Scianidae y Tetraodontidae, con

tres especies cada una (Tabla 2). También se estableció que 76.6% de la comunidad está conformada por especies estuarinas, 16.7% por especies marinas y 6.7% por dulceacuícolas (Tabla 2).

**Tabla 2**  
Lista de especies de peces presentes en la boca de la Carbonera y el ambiente que ocupa. Se señala si la especie es de (\*) Importancia comercial, o de (\*\*) Importancia comercial local

| ORDEN  | FAMILIA         | ESPECIE   | AMBIENTE      |
|--|-----------------|---|---------------|
| Myliobatiformes                              | Dasyatidae      | <i>Dasyatis americana</i><br>Hildebrand y Schroeder, 1928       | Marino        |
|  |                 | <i>Himantura schmardae</i> (Werner, 1904)                       | Marino        |
|  | Gymnuridae      | <i>Gymnura micrura</i> (Bloch y Schneider, 1801)                | Estuarino     |
|  | Myliobatidae    | <i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)                     | Marino        |
| Elopiformes                                  | Elopidae        | <i>Elops saurus</i> Linnaeus 1766                               | Marino        |
| Clupeiformes                                 | Clupeidae       | <i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829)                        | Estuarino**   |
|  | Engraulidae     | <i>Anchoa lamprotaenia</i> Hildebrand, 1943                     | Marino        |
| Siluriformes                                 | Synodontidae    | <i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1758)                         | Estuarino     |
| Mugiliformes                                 | Mugilidae       | <i>Mugil curema Valenciennes</i> in Cuvier y Valenciennes, 1836 | Estuarino     |
|  |                 | <i>Mugil trichodon</i> Poey, 1875                               | Estuarino     |
| Atheriniformes                               | Atherinopsidae  | <i>Menidia colei</i> Hubbs, 1936                                | Estuarino     |
| Beloniformes                                 | Belonidae       | <i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)                       | Estuarino     |
|  |                 | <i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1972)                       | Estuarino     |
|  |                 | <i>Strongylura notata</i> (Poey, 1860)                          | Estuarino     |
|  | Hemiramphidae   | <i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)                | Estuarino**   |
| Cyprinodontiformes                           | Fundulidae      | <i>Fundulus persimilis</i> Miller, 1955                         | Estuarino     |
|  |                 | <i>Fundulus grandissimus</i> (Hubbs, 1936)                      | Estuarino     |
|  | Cyprinodontidae | <i>Cyprinodon artrifrons</i> Hubbs, 1936                        | Estuarino     |
|  |                 | <i>Floridichthys polyommus</i> Hubbs, 1936                      | Estuarino     |
|  |                 | <i>Jordanella pulchra</i> Hubbs, 1936                           | Estuarino     |
|  |                 | <i>Poecilia velifera</i> (Regan, 1914)                          | Estuarino     |
|  | Poeciliidae     | <i>Poecilia mexicana</i> Steindachner, 1863                     | Dulceacuícola |
|  |                 | <i>Gambusia yucatana</i> (Regan, 1914)                          | Dulceacuícola |
| <i>Heterandria bimaculata</i> (Heckel, 1848) |                 | Dulceacuicola   |               |

Continuación...

|                          |  |  |               |
|--------------------------|--|--|---------------|
| <b>Gasterosteiformes</b> | Syngnathidae                                   | <i>Syngnathus scovelli</i><br>(Evermann y Kendall, 1896) | Estuarino     |
| <b>Scorpaeniformes</b>   | Triglidae                                      | <i>Prionotus tribulus</i> Cuvier, 1829                   | Marino        |
|                          | Echeneidae                                     | <i>Echeneis neucratoides</i> Zuiew, 1786                 | Marino        |
| <b>Perciformes</b>       | Carangidae                                     | <i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus 1758)              | Estuarino*    |
|                          |  | <i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)            | Estuarino     |
|                          |  | <i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831                        | Estuarino     |
|                          |  | <i>Oligoplites saurus</i> (Bloch y Schneider, 1801)      | Estuarino     |
|                          | Lutjanidae                                     | <i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)                 | Estuarino *   |
|                          |  | <i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum, 1792)                   | Estuarino     |
|                          |  | <i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)                | Marino *      |
|                          | Gerreidae                                      | <i>Eucinostomus argenteus</i><br>Baird y Girard, 1855    | Estuarino     |
|                          |  | <i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824)          | Estuarino     |
|                          |  | <i>Eucinostomus harengulus</i><br>Goode y Bean, 1879     | Estuarino     |
|                          |  | <i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)                   | Estuarino     |
|                          | Sparidae                                       | <i>Archosargus probatocephalus</i><br>(Walbaum, 1792)    | Estuarino*    |
|                          |  | <i>Lagodon rhomboides</i> (Linnaeus, 1766)               | Estuarino     |
|                          | Sciaenidae                                     | <i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacepède, 1802)             | Estuarino     |
|                          |  | <i>Cynoscion nebulosus</i> (Cuvier, 1830)                | Estuarino     |
|                          |  | <i>Cynoscion nothus</i> Holbrook, 1848                   | Estuarino     |
|                          | Uranoscopidae                                  | <i>Astrocopus y-graecum</i> (Cuvier, 1829)               | Estuarino     |
|                          | Labrisomidae                                   | <i>Starksia atlantica</i> Langley, 1934                  | Estuarino     |
|                          | Eleotridae                                     | <i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)                | Dulceacuícola |
|                          | Gobiidae                                       | <i>Bathygobius mystacium</i> Ginsburg, 1947              | Estuarino     |
|                          |  | <i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)              | Estuarino     |
|                          | Ephippidae                                     | <i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)           | Estuarino     |
|                          | Sphyraenidae                                   | <i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)               | Estuarino     |
|                          | Paralichthyidae                                | <i>Citharichthys macrops</i> Dresel, 1885                | Marino        |
|                          |  | <i>Paralichthys albigutta</i> Jordan y Gilbert, 1882     | Marino        |
|                          | Achiridae                                      | <i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)                 | Estuarino     |
|                          |  | <i>Symphurus plagiusa</i> (Linnaeus, 1766)               | Estuarino     |
| Monacanthidae            | <i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)        | Marino   |               |
|                          | <i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus, 1766) | Estuarino  |               |
| <b>Tetraodontiformes</b> | Tetraodontidae                                 | <i>Spherooides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)          | Estuarino**   |
|                          |  | <i>Spherooides nephelus</i> (Goode y Bean, 1882)         | Estuarino     |
|                          |  | <i>Spherooides spengleri</i> (Bloch, 1785)               | Estuarino     |

De acuerdo con la frecuencia de aparición se estableció que 23.3% de las especies son residentes permanentes del sistema, 31.7% son especies frecuentes, 20% son especies ocasionales y 25% corresponde a las especies raras (Tablas 3-6).

**Tabla 3**  
**Lista de especies de peces residentes permanentes en la boca de la Carbonera (presentes en más de 11 meses) y su distribución, biomasa y abundancia en la zona de estudio**

| FAMILIA         | ESPECIE   | ESTACIONES               | BIOMASA (%) | ABUNDANCIA (%) |
|-----------------|---|--------------------------|-------------|----------------|
| Clupeidae       | <i>Harengula clupeiola</i> (Cuvier, 1829)                       | 1,2,3,4,10,11,12         | 2.61        | 2.71           |
| Synodontidae    | <i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1758)                         | 1,2,3,4,5,6,10,11,12     | 0.20        | 0.60           |
| Mugilidae       | <i>Mugil curema Valenciennes</i> in Cuvier y Valenciennes, 1836 | 1,2,3,4,5,6,8,10,11,12   | 1.78        | 1.09           |
|                 | <i>Mugil trichodon</i> Poey, 1875                               | 1,2,3,4,5,6,7,10,11,12   | 4.56        | 11.26          |
| Belonidae       | <i>Strongylura notata</i> (Poey, 1860)                          | 1,2,3,5,6,10,11          | 5.03        | 1.28           |
| Hemiramphidae   | <i>Chriodorus atherinoides</i> Goode & Bean, 1882               | 1,2,3,5,6,10,11,12       | 6.52        | 3.14           |
| Fundulidae      | <i>Fundulus persimilis</i> (Miller, 1955)                       | 1,2,3,4,5,6,7,10,12      | 3.91        | 4.75           |
| Cyprinodontidae | <i>Cyprinodon artrifrons</i> (Hubbs, 1936)                      | 1,2,3,4,5,6,,10,11,12    | 0.18        | 4.82           |
|                 | <i>Floridichthys polyommus</i> Hubbs, 1936                      | 1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12 | 11.08       | 27.18          |
| Gerreidae       | <i>Eucinostomus argenteus</i> Baird y Girard, 1855              | 1,2,3,4,5,6,10,11,12     | 4.73        | 13.71          |
|                 | <i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824)                 | 1,2,3,4,5,6,10,11,12     | 4.30        | 12.84          |
| Sparidae        | <i>Lagodon rhomboides</i> (Linnaeus, 1766)                      | 1,2,3,4,5,6,10,11,12     | 9.08        | 2.97           |
| Achiridae       | <i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)                        | 1,2,3,4,5,6,10,11,12     | 0.06        | 0.57           |
| Tetraodontidae  | <i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)                 | 1,2,3,4,5,6,7,10,11,12   | 34.05       | 2.90           |

**Tabla 4**  
**Lista de especies de peces frecuentes en la boca de la Carbonera**  
**(presentes entre 5 y 9 meses) y su distribución, biomasa**  
**y abundancia en la zona de estudio**

| FAMILIA         | ESPECIE   | ESTACIONES           | BIOMASA (%) | ABUNDANCIA (%) |
|-----------------|---|----------------------|-------------|----------------|
| Elopidae        | <i>Elops saurus</i><br>Linnaeus 1766                    | 1,3,5,6,10,12        | 2.86        | 0.26           |
| Engraulidae     | <i>Anchoa lamprotaenia</i><br>Hildebrand, 1943          | 1,2,3,4,5,6,10,11,12 | 0.05        | 1.39           |
| Atherinopsidae  | <i>Menidia colei</i><br>Hubbs, 1936                     | 1,2,3,4,5,6,10,11,12 | 0.20        | 2.99           |
| Belonidae       | <i>Strongylura timucu</i><br>(Walbaum, 1792)            | 1,3,4,5,11           | 0.31        | 0.06           |
| Hemiramphidae   | <i>Hyporhamphus unifasciatus</i><br>(Ranzani, 1841)     | 1,2,3,5,10,11,12     | 0.42        | 0.11           |
| Fundulidae      | <i>Fundulus grandissimus</i><br>Hubbs, 1936             | 2,3,4,6,10,12        | 0.22        | 0.24           |
| Cyprinodontidae | <i>Jordanella pulchra</i><br>Hubbs, 1936                | 2,3,4,5,6,10,12      | 0.03        | 1.15           |
| Poeciliidae     | <i>Poecilia velifera</i><br>(Regan, 1914)               | 1,3,4,6,7,8,12       | 0.03        | 0.25           |
|                 | <i>Gambusia yucatana</i><br>(Regan, 1914)               | 2,4,6,7,8,10         | 0.02        | 0.82           |
| Triglidae       | <i>Prionotus tribulus</i><br>Cuvier, 1829               | 1,2,3,4,5,10,11,12   | 0.05        | 0.14           |
| Carangidae      | <i>Trachinotus falcatus</i><br>(Linnaeus 1758)          | 1,2,3,5,10,11        | 0.43        | 0.09           |
|                 | <i>Caranx latus</i><br>Agassiz, 1831                    | 1,5,6,10,11          | 0.6         | 0.14           |
|                 | <i>Oligoplites saurus</i><br>(Bloch y Schneider, 1801)  | 1,2,3,10,11          | 0.21        | 0.20           |
| Lutjanidae      | <i>Lutjanus griseus</i><br>(Linnaeus, 1758)             | 1,4,11               | 0.08        | 0.05           |
| Gerreidae       | <i>Eucinostomus harengulus</i><br>Goode y Bean, 1879    | 1,2,3,5,6,7,10,11,12 | 0.89        | 1.01           |
| Sphyraenidae    | <i>Sphyraena barracuda</i><br>(Edwards, 1771)           | 1,3,5,10             | 0.12        | 0.04           |
| Paralichthyidae | <i>Paralichthys albigutta</i><br>Jordan y Gilbert, 1882 | 1,3,4,5,6,11,12      | 0.08        | 0.19           |
| Achiridae       | <i>Symphurus plagiusa</i><br>(Linnaeus, 1766)           | 1,3,4,10,11,12       | 0.03        | 0.11           |
| Tetraodontidae  | <i>Sphoeroides nephelus</i><br>(Goode y Bean, 1882)     | 1,2,3,4,5,6,10,11,12 | 0.51        | 0.36           |

**Tabla 5**  
**Lista de especies ocasionales en la boca de la Carbonera**  
**(presentes entre 2 y 4 meses) y su distribución, biomasa**  
**y abundancia en la zona de estudio**

| FAMILIA               | ESPECIE  | ESTACIONES       | BIOMASA (%) | ABUNDANCIA (%) |
|-----------------------|--|------------------|-------------|----------------|
| <b>Myliobatidae</b>   | <i>Aetobatus narinari</i><br>(Euphrasen, 1790)           | 1,12             | 1.34        | 0.01           |
| <b>Belonidae</b>      | <i>Strongylura marina</i><br>(Walbaum, 1972)             | 1,2,6            | 0.39        | 0.03           |
| <b>Syngnathidae</b>   | <i>Syngnathus scovelli</i><br>(Evermann y Kendall, 1896) | 5,11,12          | 0.001       | 0.02           |
| <b>Lutjanidae</b>     | <i>Lutjanus synagris</i><br>(Linnaeus, 1758)             | 1                | 0.03        | 0.02           |
| <b>Gerreidae</b>      | <i>Gerres cinereus</i><br>(Walbaum, 1792)                | 1,2,3,10         | 1.25        | 0.09           |
| <b>Sparidae</b>       | <i>Archosargus probatocephalus</i><br>(Walbaum, 1792)    | 2,10,11          | 0.38        | 0.01           |
| <b>Sciaenidae</b>     | <i>Bairdiella chrysoura</i><br>(Lacepède, 1802)          | 1,3,11           | 0.01        | 0.01           |
|                       | <i>Cynoscion nebulosus</i><br>(Cuvier, 1830)             | 1,5              | 0.06        | 0.02           |
| <b>Eleotridae</b>     | <i>Dormitator maculatus</i><br>(Bloch, 1792)             | 8,9              | 0.01        | 0.06           |
| <b>Gobiidae</b>       | <i>Bathygobius mystacium</i><br>(Ginsburg, 1947)         | 11               | 0.001       | 0.001          |
|                       | <i>Gobionellus oceanicus</i><br>(Pallas, 1770)           | 2,4,11           | 0.001       | 0.02           |
| <b>Tetraodontidae</b> | <i>Sphoeroides spengleri</i><br>(Bloch, 1785)            | 1,3,4,5,10,11,12 | 0.09        | 0.19           |

281

**Tabla 6**  
**Lista de especies ocasionales en la boca de la Carbonera**  
**(presentes entre 2 y 4 meses) y su distribución, biomasa**  
**y abundancia en la zona de estudio**

| FAMILIA           | ESPECIE  | ESTACIONES | BIOMASA (%) | ABUNDANCIA (%) |
|-------------------|--|------------|-------------|----------------|
| <b>Dasyatidae</b> | <i>Dasyatis americana</i><br>Hildebrand y<br>Schroeder, 1928 | 11         | 0.71        | 0.01           |
|                   | <i>Himantura schmardae</i><br>(Werner, 1904)                 | 5          | 0.44        | 0.001          |
| <b>Gymnuridae</b> | <i>Gymnura micrura</i><br>(Bloch y Schneider, 1801)          | 1          | 0.001       | 0.001          |



Continuación...

|                 |   |      |       |       |
|-----------------|---|------|-------|-------|
| Poeciliidae     | <i>Poecilia mexicana</i><br>Steindachner, 1863        | 10   | 0.001 | 0.001 |
|                 | <i>Heterandria<br/>bimaculata</i><br>(Heckel, 1848)   | 9    | 0.001 | 0.01  |
| Echeneidae      | <i>Echeneis<br/>neucratoides</i><br>Zuiew, 1786       | 10   | 0.01  | 0.001 |
| Carangidae      | <i>Trachinotus<br/>carolinus</i><br>(Linnaeus, 1766)  | 2    | 0.01  | 0.001 |
| Lutjanidae      | <i>Lutjanus apodus</i><br>(Walbaum, 1792)             | 1,12 | 0.02  | 0.01  |
| Sciaenidae      | <i>Cynoscion nothus</i><br>(Holbrook, 1848)           | 5    | 0.001 | 0.001 |
| Uranoscopidae   | <i>Astrocopus<br/>y-graecum</i><br>(Cuvier, 1829)     | 2    | 0.001 | 0.001 |
| Labrisomidae    | <i>Starksia atlantica</i><br>Langley, 1934            | 3    | 0.001 | 0.001 |
| Ephippidae      | <i>Chaetodipterus<br/>faber</i><br>(Broussonet, 1782) | 3    | 0.001 | 0.001 |
| Paralichthyidae | <i>Citharichthys<br/>macrops</i><br>Dresel, 1885      | 3    | 0.001 | 0.001 |
| Monacanthidae   | <i>Aluterus scriptus</i><br>(Osbeck, 1765)            | 2    | 0.001 | 0.001 |
|                 | <i>Stephanolepis hispidus</i><br>(Linnaeus, 1766)     | 2    | 0.001 | 0.001 |

**Distribución en la zona de estudio**

La especie más ampliamente distribuida fue *Floridichthys polyommus*, que estuvo presente en 11 de las 12 estaciones de muestreo. Las especies que le siguieron en extensión de su distribución fueron *Mugil trichodon*, *M. curema* y *Sphoeroides testudineus*, presentes en 10 estaciones. Asimismo, 11 especies se distinguieron por estar distribuidas en nueve estaciones, entre las que destacan *Eucinostomus argenteus*, *E. gula*, *E. harengulus*, *Fundulus persimilis*, *Lagodon rhomboides*, *Menidia colei*, *Sphoeroides nephelus* y *Synodus foetens*. Las especies con una distribución restringida fueron aquellas consideradas como raras, presentes en una sola estación (Tablas 3 a 6).

### Abundancia relativa

En cuanto a la abundancia relativa, la contribución más importante fue la de las especies *F. polyommus* con 27%, *E. argenteus* con 13.7%, *E. gula* con 12.8% y *M. trichodon* con 11.3%. Otras especies aportan valores de abundancia que van de 5% a 2%, entre éstas se encuentran *Cyprinodon artrifrons* (4.8%), *F. persimilis* (4.7%), *Chriodorus atherinoides* (3.1%), *L. rhomboides*, *M. colej* y *S. testudineus* (2.9% cada una) y *Harengula clupeola* (2.7%). El resto de las especies encontradas presentan abundancias relativas iguales o menores a 1%.

### Biomasa relativa

Los mayores aportes a la biomasa están dados por seis especies: *F. polyommus* (11%), *L. rhomboides* (9%), *C. atherinoides* (6%), *E. argenteus* (5%), *E. gula* (4%) y *F. persimilis* (4%).

## DISCUSIÓN

La laguna de la Carbonera tiene una alta riqueza de especies (60 especies) en relación con el área que ocupa, ya que en comparación con otros sistemas de características similares del estado de Yucatán, como bocas de Dzilam, en la que se han reportado 81 especies de peces en un área de 9.4 km<sup>2</sup> (Arceo-Carranza & Vega-Cendejas 2009), Río Lagartos, con 81 especies en 80 km<sup>2</sup> (Vega-Cendejas & Hernández 2004) y Celestún, con 94 especies en 28.14 km<sup>2</sup> (Vega-Cendejas 2004), la laguna de la Carbonera tiene una extensión menor, de aproximadamente 2 km<sup>2</sup>.

La riqueza también depende del arte de pesca y la intensidad de muestreo; el componente de organismos estuarinos, es decir, formado por especies eurihalinas capaces de tolerar el gradiente salino que se presenta en la laguna, aporta el mayor número de especies a la riqueza del sitio. Varias de estas especies ocupan un hábitat similar en otros sistemas lagunares del estado de Yucatán (Arceo-Carranza & Vega-Cendejas 2009) y ocupan áreas de distribución más extensas que las observadas para otros grupos, lo que permite que tengan acceso a una mayor variedad de recursos alimenticios.

Un segundo factor que contribuye a explicar la alta riqueza ictiofaunística de esta laguna es la conexión permanente que se mantiene con el mar, lo que propicia la entrada de organismos

marinos costeros que aprovechan las mareas altas para penetrar al sistema en busca de alimento. Esto se hace evidente cuando se considera que 45% de la composición íctica (especies ocasionales y raras) sólo se presentó durante cuatro meses o menos y la mayoría de estas especies se presentaron sólo en las estaciones de muestreo más próximas a la boca de conexión con el mar, aunque con abundancias bajas, pues estuvieron representadas por menos de diez organismos.

Así, la heterogeneidad estructural que presenta este sistema propicia la presencia de un gran número de especies. Además de la zona con influencia marina que se presenta en las inmediaciones de la boca, existe una franja de manglar que bordea la laguna, pequeños manchones de pastos sumergidos y, en los sitios en los que se presentan afloramientos de agua dulce, existen zonas con vegetación típica de los petenes. Todos estos elementos se conjugan para que exista una gran variedad de hábitats y las condiciones propicias para que una gran variedad de especies de peces puedan usar la laguna como zona de alimentación, crianza o reproducción (Vega-Cendejas 2004). La existencia de afloramientos de agua dulce, conocidos como manantiales, contribuye al aumento de la riqueza de especies ícticas al ser un hábitat en el que se encuentran especies netamente dulceacuícolas. La laguna de la Carbonera es un humedal costero complejo cuya hidrodinámica propicia que existan diferencias en la estructura de la comunidad de peces en función de las características de las masas de agua, que permiten la presencia de conjuntos de especies marinas, estuarinas y dulceacuícolas.

La abundancia y la biomasa estuvieron determinadas por aquellas especies que son habitantes permanentes del sistema y que, a pesar de ser organismos de tallas pequeñas, se presentan en grandes números. Dentro de éstas encontramos a especies como *F. polyommus* y otras de importancia comercial, como las mojarras (*E. gula*, *E. argenteus.*), lisas (*M. curema*, *M. trichodon*) y las sardinas (*H. clupeiola*). Estos resultados concuerdan con las observaciones de Vega-Cendejas & Hernández (2004) y Arceo-Carranza & Vega-Cendejas (2009) que muestran que existe una composición específica similar en otras lagunas costeras de la península de Yucatán, que son hábitats de los que dependen éstas y otras especies que los utilizan en algún momento de su ciclo de vida como zonas de alimentación, reproducción o refugio.

Las especies consideradas como frecuentes fueron el segundo grupo, después de las especies residentes, en aportar a la abundancia y biomasa. Estas variaciones temporales en el sistema coinciden con alguna de las épocas climáticas, lo cual sugiere que podrían usar la laguna como zona de reproducción. Por ejemplo, observaciones preliminares sobre la distribución de las tallas de *Hyporhamphus unifasciatus* y *Elops saurus* permiten suponer que los organismos capturados durante la época de secas eran adultos maduros con la presencia de hembras grávidas. En cambio, *E. harengulus* y *Sphoeroides nephelus* podrían utilizar el sistema lagunar como una zona de crianza puesto que los organismos capturados fueron únicamente juveniles.

Existe una relación directa entre la abundancia y la biomasa relativas y la distribución de las especies en el área de estudio. Las especies más ampliamente distribuidas fueron aquellas consideradas como residentes, es decir, aquellas que en términos relativos presentaron los valores más elevados de abundancia y biomasa. En cambio, las especies catalogadas como ocasionales y raras son las que presentaron una distribución restringida.

Al igual que en bocas de Dzilam de Bravo (Arceo-Carranza & Vega-Cendejas 2009) y en Celestún (Vega-Cendejas 2004), la especie más frecuente y abundante dentro del sistema fue *F. polyommus*. Esta especie juega un papel importante en este tipo de ecosistemas y los valores elevados de biomasa que alcanza permiten inferir que puede ser parte fundamental de las cadenas tróficas. Otras especies que destacan dentro del sistema son *Gambusia yucatanana* y *Poecilia velífera*. La primera es endémica de la península de Yucatán y la segunda se encuentra clasificada en la norma oficial mexicana (NOM-059) como una de las especies sujetas a protección especial (Semarnat 2002).

El conocimiento de los recursos ícticos de la laguna de la boca de la Carbonera cobra gran relevancia toda vez que no existen antecedentes de estudios de largo plazo en esta región. Por lo tanto, la información que se presenta en este trabajo es la única línea base para evaluar los cambios de un sistema que está sujeto a presiones debidas al desarrollo urbano y de eutrofización (Aranda-Cirerol *et al.* 2010). La laguna forma ahora parte de la reserva estatal de ciénagas

y manglares de la costa norte de Yucatán, recientemente decretada por el ejecutivo estatal. Los resultados de este trabajo aportan información que puede ser tomada en cuenta en el plan de manejo. La riqueza de especies ícticas del sistema y la presencia de especies sujetas a protección especial constituyen dos elementos importantes del diagnóstico necesario para que sea considerada como una zona núcleo puesto que la laguna está en buen estado de conservación. Restringir las actividades extractivas y permitir aquellas que no impacten negativamente el sistema asegurará la conservación de uno de los sitios necesarios para mantener la diversidad y la abundancia de peces en la costa norte de Yucatán.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al apoyo institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Sisal y al apoyo financiero del PAPIIT (IN207609) y FOMIX-Yucatán (103229). Agradecemos a la Dra. Tsai García Galano por su asistencia en la identificación de algunos de los especímenes. El apoyo técnico de la Biól. Juani Tzeek y del M. en C. Iván Domínguez ha sido invaluable en las fases de campo y en el trabajo de laboratorio.

## Literatura citada

- Aranda-Cirerol N, Comín F, Herrera-Silveira JA (2010) "Nitrogen and phosphorus budgets for the Yucatan littoral: An approach for groundwater management". *Environ. Monit. Assess.* 165: 247-259.
- Arceo-Carranza D, Vega-Cendejas ME (2009) "Spatial and temporal characterization of fish assemblages in a tropical coastal system influenced by freshwater inputs: northwestern Yucatan peninsula". *Biología Tropical* 57 (1-2): 89-103.
- Busch DE, Trexler JC (2003) *Monitoring Ecosystems. Interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives*. Island Press. 209 pp.
- Carpenter KE (2002) The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5*. FAO. 600 pp.
- Castro-Aguirre JL, Espinoza H, Schmitter-Soto JJ (1999) *Ictiofauna estuario-lagunar y vicaria de México*. Editorial Limusa. 705 pp.
- Contreras-Espinosa F, Warner BG (2004) "Ecosystem characteristics and Management considerations for coastal wetlands in Mexico". *Hydrobiologia*. 511: 233-245.
- Durán-García R, Tun-Dzul F, Espadas-Manrique C, González-Iturbe A (2005) Vegetación y flora de la ecorregión humedales los Petenes-Celestún-

- El Palmar. Planeación Ecorregional de los Petenes, Celestún y Palmar. CICY, Cinvestav, DUMAC, Pronatura, UADY. 12 pp.
- Fishbase ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org))
- Garduño M (1984) Notas preliminares sobre la distribución de los peces del arrecife en el Caribe mexicano. Simposium de Biogeografía de América Central octubre 1984. Mérida, Yucatán.
- \_\_\_\_\_ (1988) Distribución de la ictiofauna asociada a los arrecifes del Caribe mexicano. Cinvestav-IPN, Unidad Mérida, 59 pp.
- Gasca R, Suárez-Morales EL, Vázquez-Yeomans L (1994) "Estudio comparativo del zooplancton (biomasa y composición) en dos bahías del mar Caribe mexicano". *Revista de Biología Tropical* 42: 595-604.
- González-Gándara C (2001) *Las comunidades de peces del arrecife Alacranes, Yucatán: variaciones espacio-temporales*. Cinvestav-IPN, Unidad Mérida, 185 pp.
- González-Gándara C, Arias-González JE (2001a) "Lista actualizada de los peces del arrecife Alacranes, Yucatán, México". *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología* 72 (2): 245-258.
- \_\_\_\_\_ (2001b) "Nuevos registros de peces en el arrecife Alacranes, Yucatán, México". *Revista de Biología Tropical* 49 (2): 770-771.
- González-Salas C (1999) *Distribución y abundancia de los peces arrecifales asociada al sistema lagunar del arrecife Alacranes, Yucatán, México*. UADY. 72 pp.
- Greenfield DW, Thomerson JE (1997). *Fishes of continental water of Belize*. University Press of Florida. 311 pp.
- Hildebrand HH, Chávez H, Compton H (1964) "Aporte al conocimiento de los peces del arrecife Alacranes, Yucatán (México)". *Ciencia* 23 (3): 107-134.
- INEGI (2001) Anuario estadístico del estado de Yucatán, México. 616 pp.
- Logan, BW (1969) "Coral reefs and banks, Yucatan shelf, Mexico (Yucatan Reef Unit Part 2)". In: Mac Birney AR (Comp.), *Carbonate sediments and reefs, Yucatan shelf, Mexico*. American Association. Petroleum Geologists Special Vol. M11: 129-198.
- McEachran J, Fechhelm J (2005) *Fishes of the Gulf of Mexico*. Vol. 2. University of Texas Press. 1004 pp.
- Palacios S, Vega-Cendejas (2005) "Los peces del litoral de Yucatán". *Avances y Perspectivas*. Cinvestav. 7: 53-58.
- Paxton JR, Eschmeyer W (2003) *Encyclopedia of Fishes: A Comprehensive Guide by International Experts*, 2nd edn. Fog City Press. 240 pp.
- Ramsar Convention (2009). Strategic framework and guidelines for the future development of the list of wetlands of international importance of the convention on wetlands. Ramsar, Iran.
- Schmitter-Soto J (1998) *Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo*. Ecosur. México. 239 pp.
- Semarnat (2002) 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. *Diario Oficial de la Federación*. 6 de marzo de 2002, Segunda Sección. México.
- Trejo-Torres JC, Durán R, Olmsted EI (1993) "Manglares de la península de Yucatán". En: SI Salazar-Vallejo, NE González (eds) *Biodiversidad marina y costera de México*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad y CIQRO: 660-672.
- Vega-Cendejas E (2004) "Ictiofauna de la reserva de la biosfera Celestún, Yucatán: una contribución al conocimiento de su biodiversidad".

*Anales del Instituto de Biología, Univ. Nal. Autón. México, Serie Zoolología* 75(1): 193-206.

Vega-Cendejas ME, Hernández M (2004) "Fish community structure and dynamics in a coastal hypersaline lagoon: Rio Lagartos, Yucatan, Mexico". *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60: 285-299.

Vega-Cendejas ME, Hernández M, Cruz G (1997) *Los peces de la reserva de la biosfera de Celestún*. Pronatura. 171 pp.