



Revista de Biología Tropical

ISSN: 0034-7744

rbt@cariari.ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica

Costa Rica

Del Moral-Flores, Luis Fernando; Morrone, Juan J.; Alcocer, Javier; Pérez-Ponce de León, Gerardo

Diversidad y afinidades biogeográficas de los tiburones, rayas y quimeras

(Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) de México

Revista de Biología Tropical, vol. 64, núm. 4, 2016, pp. 1469-1486

Universidad de Costa Rica

San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44947539009>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Diversidad y afinidades biogeográficas de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) de México

Luis Fernando Del Moral-Flores^{1,2}, Juan J. Morrone³, Javier Alcocer² &
Gerardo Pérez-Ponce de León⁴

1. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Av. Ciudad Universitaria 3000, 04360 Ciudad de México, México; delmoralfer@gmail.com
2. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, 54090, Edo. de México, México; jalcocer@unam.mx
3. Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera', Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Apdo. postal 70-399, 04510 Ciudad de México, México; juanmorrone2001@yahoo.com.mx
4. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 04360 Ciudad de México, México; ppdleon@ib.unam.mx

Recibido 13-I-2016. Corregido 14-VI-2016. Aceptado 15-VII-2016.

Abstract: Diversity and biogeographic affinities of sharks, rays and chimaeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) of Mexico. The diversity of chondrichthyan in Mexico is described. The fauna is composed by 214 species (111 sharks, 95 rays and 8 chimaeras) and represents 17.3 % of the total number of species recorded worldwide. The families with the highest diversity comprise: Rajidae (14.5 %), Carcharhinidae (12.1 %), Pentanchidae, Triakidae, and Urotrygonidae (5.1 %). In terms of geographical distribution, the diversity on the Mexican Pacific slope reaches up to 56.1 % of those species inhabiting Mexican marine and brackish waters (120 species, 62 genera, 37 families and 14 orders); the diversity in the Atlantic slope resulted similar to that on the Mexican Pacific with 55.1 % of the species (118 species, 59 genera, 35 families and 13 orders). The biogeographical affinities of the Mexican chondrichthyan fauna are complex with 19.7 % of the species being circumglobal, 9.9 % transatlantic, 1.9 % transpacific, and 9.4 % endemic to the exclusive economic zone. Additionally, 36.6 % of the species recorded so far are endemic to the Eastern Pacific coast where the species are similar to those found in the Cortez biogeographic province (27.7 %), followed by the Californian (20.7 %), Panamanian (19.3 %), Galapagos (5.6 %) and Peruvian-Chilean (8.9 %). Likewise, 33.3 % are endemic of the Atlantic coast, where species are similar to those found in the Caribbean province (31.9 %), followed by the Carolinean (24.4 %) and the Brazilian (6.6 %). Rev. Biol. Trop. 64 (4): 1469-1486. Epub 2016 December 01.

Key words: biodiversity, biogeography, chondrichthyans, rays, sharks, chimaeras, Mexico.

Los peces cartilaginosos (tiburones, rayas y quimeras) pertenecen a las clases Elasmobranchii y Holocephali. Son vertebrados acuáticos mandibulados con endoesqueleto cartilaginoso y calcificación prismática de capas de hidroxiatapatita (*tesserae*), poseen un esqueleto dérmico a manera de dentículos (escamas placoideas), por lo general los dientes no están fusionados con las mandíbulas, las aletas están soportadas por radios blandos no segmentados (ceratotriquia), carecen de vejiga gaseosa y pulmones, el

intestino presenta una válvula espiral y tienen fertilización interna por medio de la modificación de las aletas pélvicas (mixopterigios), entre otras características que los distinguen del resto de los cordados (Nelson, 2006).

Los condrictios constituyen uno de los linajes más antiguos de vertebrados, aparecieron hace aproximadamente unos 410 millones de años, durante el Silúrico, y se diversificaron durante el Devónico (Inoue et al., 2010). Las especies actuales habitan en todos los



ambientes marinos, desde arrecifes de coral en el trópico hasta las aguas templadas, de las grandes profundidades en las fosas oceánicas hasta la parte epipelágica de todos los océanos; además, existen especies adaptadas a vivir en zonas estuarinas y dulceacuícolas (Compagno, Didier, & Burgess, 2005).

A pesar de su gran importancia ecológica, evolutiva y económica, su diversidad ha sido escasamente estudiada en México (Del Moral-Flores & Pérez-Ponce de León, 2013). Entre los principales trabajos que tratan de sintetizar el conocimiento de la condrictiofauna mexicana están los de Castro-Aguirre (1965, 1967), Applegate, Espinosa-Arrubarrena, Menchaca-López y Sotelo-Macías (1979), Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez (1996) y Espinosa-Pérez, Castro-Aguirre y Huidobro-Campos (2004). Sin embargo, estos trabajos analizan por separado a tiburones y rayas, y no incluyen a las quimeras o “peces rata”. Después del último trabajo de revisión, realizado por Espinosa-Pérez et al. (2004), que incluyó a los tiburones, se han descrito nuevas especies (v.gr., Castro-Aguirre, Antuna-Mendiola, González-Acosta, & De la Cruz-Agüero, 2005; Castro-Aguirre, Espinosa-Pérez, & Huidobro-Campos, 2007; James, Ebert, Long, & Didier, 2009; Del Moral-Flores, Ramírez-Antonio, Angulo, & Pérez-Ponce de León, 2015) y se han registrado algunas por primera vez (v.gr., Castro-Aguirre, Santana-Hernández, Espino-Barr, & Jiménez-Quiroz, 2007; González-Acosta, Castro-Aguirre, Didier, Vélez-Marín, & Burnes-Romo, 2010; Mejía-Mercado, Balart-Páez, Sosa-Nishizaki, & Hinojosa-Corona, 2013), aunado a algunos cambios en la nomenclatura.

En virtud de que no se cuenta con un estudio sobre la distribución actual de los condrictios en México, en el presente trabajo se describen los patrones generales de diversidad y de distribución de los condrictios en México, proveyendo información relevante que puede ser utilizada para el diseño de programas de conservación y aprovechamiento de estas especies marinas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de la diversidad específica de la condrictiofauna mexicana se basa en una compilación hecha por Del Moral-Flores, Morrone, Alcocer-Durand, Espinosa-Pérez y Pérez-Ponce de León (2015). Esta incluye información de distintas fuentes, tanto museográficas como de literatura especializada, donde consultan físicamente registros curatoriales, depuran y actualizan la nomenclatura de las especies y señalan su distribución en los litorales mexicanos. El arreglo sistemático sigue la propuesta de Compagno (1999), con modificaciones sugeridas por Iglesias, Lecointre y Sellos (2005), Nelson (2006) y Didier, Kemper y Ebert (2012).

Los datos de distribución de la condrictiofauna en México permitieron analizar la riqueza de especies existente para los dos litorales (Atlántico y Pacífico). Las afinidades biogeográficas se determinaron en términos de porcentajes; para ello se consideró la distribución actual de cada especie, registrando su presencia (1) o ausencia (0) dentro de las provincias biogeográficas marinas establecidas en el esquema biogeográfico de Briggs (1974) modificado por Briggs y Bowen (2012). Se tomaron en cuenta las siguientes provincias del Pacífico oriental: California (PC), Cortés (PCo), Panamá (PP), Galápagos (PG) y Chileño-Peruana; (PCP); mientras que de la región del Atlántico occidental se consideraron las provincias de Carolina (PCa), Caribeña (PCb) y Brasileña (PB). Asimismo se determinaron las especies con distribución circunglobal (CG), incluyendo tanto aquellas con afinidad tropical (circrtropicales) como las de aguas templadas y polares (circumpolares); también se consideraron las anfiatlánticas o transatlánticas (AT), anfipacíficas o transpacíficas (AP) y las especies endémicas territoriales (E).

RESULTADOS

En México los condrictios están representados por 214 especies incluidas en 84 géneros, 40 familias, 14 órdenes y dos clases. La clase Elasmobranchii es la más diversa con 206

CUADRO 1
Composición taxonómica de los grupos de Condrictios reportados en México y en sus litorales

TABLE 1
Taxonomic composition of the chondrichthyan groups from Mexico and within each region

| | Órdenes | Familias | Géneros | Especies |
|-----------------|---------|----------|---------|----------|
| Quimeras | 1 | 2 | 3 | 8 |
| Tiburones | 8 | 24 | 48 | 111 |
| Rayas | 5 | 14 | 33 | 95 |
| Total | 14 | 40 | 84 | 214 |
| Atlántico | 13 | 35 | 59 | 118 |
| Pacífico | 14 | 37 | 62 | 120 |
| Ambos litorales | 7 | 12 | 15 | 24 |
| Total | 14 | 40 | 84 | 214 |

especies (tiburones: 111 spp.; rayas: 95 spp.) y la clase Holocephalii solo se encuentra representada por 8 especies (Cuadro 1). De manera general el orden Carcharhiniformes es el más diverso con 59 spp. (27.6 % del total), seguido por Rajiformes con 41 (19.2 %) y Myliobatiformes con 35 (16.4 %) (Fig. 1). A nivel de familia son Rajidae (14.5 %), Carcharhinidae (12.1 %) y Pentanchidae, Triakidae y Urotrygonidae (5.1 %, respectivamente) las de mayor riqueza de especies (Fig. 2). Mientras que a nivel de género encontramos a *Carcharhinus* (17 spp.,

7.9 %), *Raja* (9 spp., 4.2 %) y *Mustelus* (9 spp., 4.2 %) como los mejor representados (Fig. 3).

Holocephalii (Quimeras): Es el grupo con menor número de especies, a pesar de ello se tienen representadas el 15.1 % de las especies conocidas a nivel mundial. La familia Chimaeridae se encuentra integrada por cinco especies, con el género *Hydrolagus* como el de mayor riqueza específica para todo el grupo (Fig. 3), mientras Rhinochimaeridae tiene 3 especies y 2 géneros (Fig. 2).

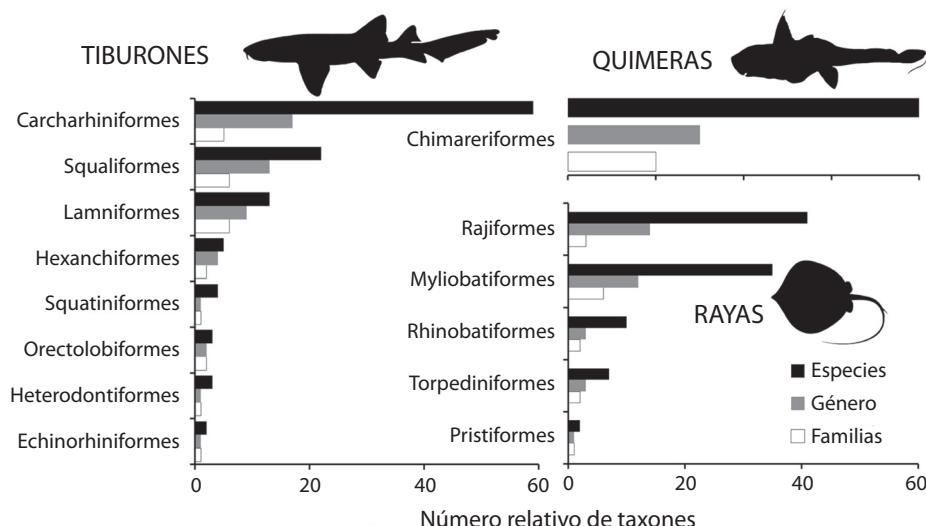


Fig. 1. Número de familias, géneros y especies presentes en cada orden de condrictios mexicanos.

Fig. 1. Number of species, genera and families by order of Mexican chondrichthyans.



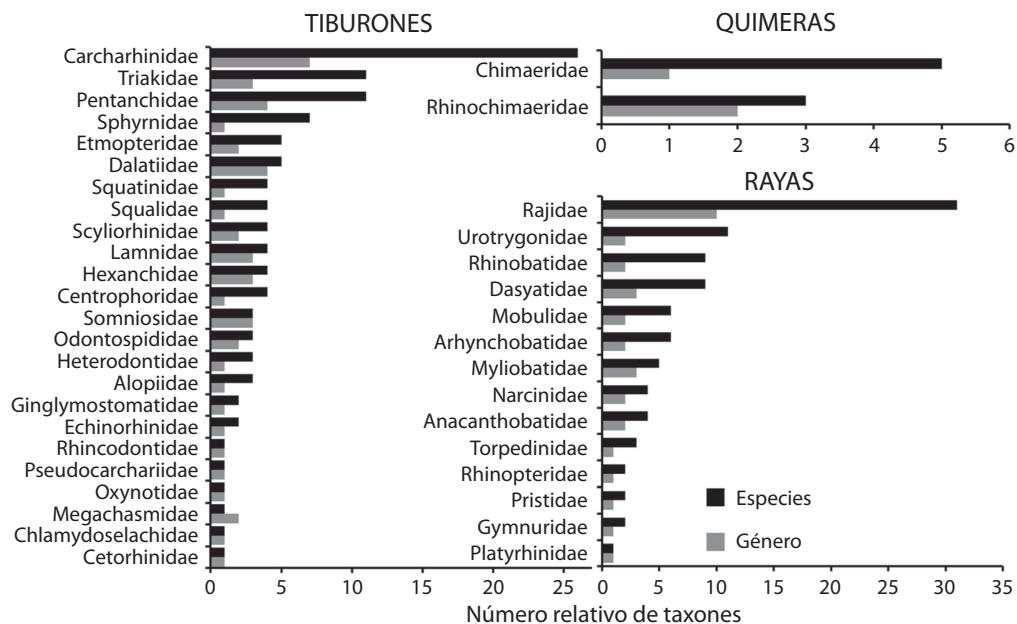


Fig. 2. Número de géneros y especies por familia de tiburones, rayas y quimeras de México.

Fig. 2. Number of species and genera by family of Mexican chondrichthyans.

Selachii (Tiburones): Están representados por el 21.5 % (111 especies) del total que se conocen a nivel mundial. Los órdenes con mayor diversidad específica son: Carcharhiniformes (59 especies), Squaliformes (24) y Lamniformes (13); a nivel de familias: Carcharhinidae (con 26), Pentanchidae y Triakidae (cada una con 11) y Sphyrnidae (7); y a nivel genérico: *Carcharhinus* (17), *Mustelus* (9), *Sphyrna* (7) y *Apristurus* (6) (Fig. 1, Fig. 2 y Fig. 3).

Batoidei (Rayas): Representaron el 14.8 % de las especies conocidas a nivel mundial. Los órdenes con mayor diversidad específica son: Rajiformes (con 41 especies), Myliobatiformes (35) y Rhinobatiformes (10); a nivel de familias: Rajidae (31), Urotrygonidae (11), Dasyatidae y Rhinobatidae (cada una con 9); y a nivel de géneros: *Raja* (9), *Rhinobatos* (7) y *Urotrygon* (7) (Fig. 1, Fig. 2 y Fig. 3).

Diversidad por litoral: Debido a la amplia distribución de algunas especies epi y mesopeágicas, tanto de tiburones como de rayas,

existen 24 especies presentes en ambos litorales de México. La riqueza específica resultó ser muy similar en ambos litorales. En el Pacífico mexicano se tienen registradas 120 especies (56.1 % del total en México) y en el Atlántico 118 especies (55.1 %) (Cuadro 1).

En el litoral Atlántico la diversidad corresponde a 3 especies de quimeras, 69 de tiburones y 46 rayas. Los órdenes con mayor diversidad específica fueron: Carcharhiniformes (33 spp.), Rajiformes (27) y Squaliformes (18); en familias: Rajidae (22), Carcharhinidae (18) y Dasyatidae (6); y en géneros: *Carcharhinus* (13) y *Dipturus* (5). Por su parte, en el Pacífico los condrictios están representados por 5 especies de quimeras, 62 de tiburones y 53 de rayas. Con los siguientes taxa de mayor diversidad específica, órdenes: Carcharhiniformes (36), Myliobatiformes (25) y Rajiformes (14); familias: Carcharhinidae (16), Urotrygonidae (10) y Rajidae (9); y géneros: *Carcharhinus* (10), *Urotrygon* (7), *Raja* (6) y *Sphyrna* (6).

A pesar de existir un similar número de especies en ambos litorales, la composición taxonómica es diferente, existiendo 24 géneros

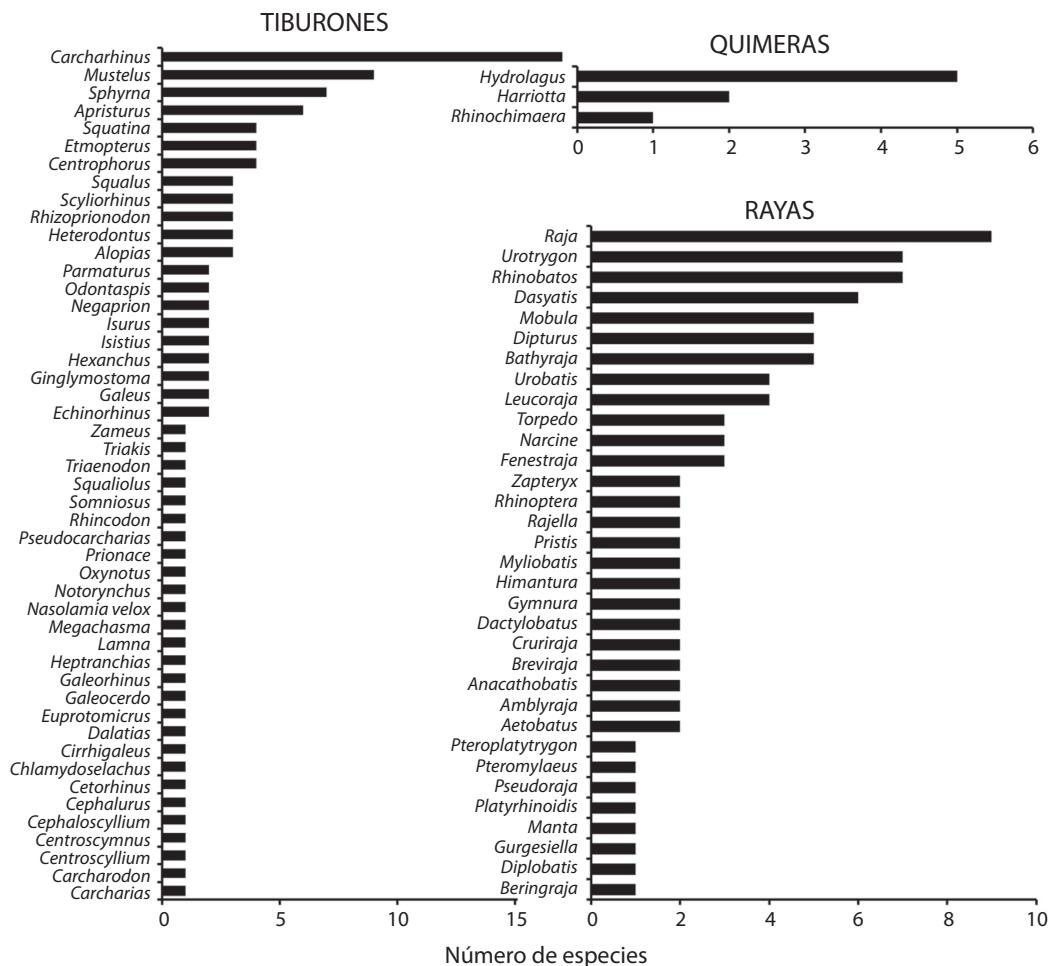


Fig. 3. Número de especies por género de condrichtios de México.

Fig. 3. Number of species by genera of Mexican chondrichthyans.

con representantes propios del Atlántico y 22 del Pacífico. Otros ejemplos se dan a nivel de orden, así los Heterodontiformes se encuentran restringidos al litoral Pacífico al igual que las familias Megachasmidae, Pseudocarchariidae, Chlamydoselachidae y Platyrhinidae. En contraste, las familias Anacanthobatidae, Centrophoridae y Oxynotidae se encuentran sólo en Atlántico (Fig. 4 y Fig. 5).

Afinidades biogeográficas: Las afinidades biogeográficas muestran un número elevado de especies de amplia distribución (42 spp., 19.7 % del total; Cuadro 2), estas son

principalmente de hábitos pelágicos y con distribución en mares tropicales como *Alopias superciliosus* e *Isurus oxyrinchus*, mientras que otras se distribuyen en aguas templadas y frías (marcada antitropicalidad), como sucede con *Carcharodon carcharias* y *Galeorhinus galeus*. El 9.9 % de las especies son transatlánticas, algunas extienden su distribución hasta el océano Índico, pero están ausentes en el Pacífico oriental, como *Aetobatus narinari* y *Carcharhinus plumbeus*; en cambio hay especies que se restringen al Atlántico y en algunos casos presentan antitropicalidad parcial, como *Rhinochimaera atlantica* y *Torpedo nobiliana*.



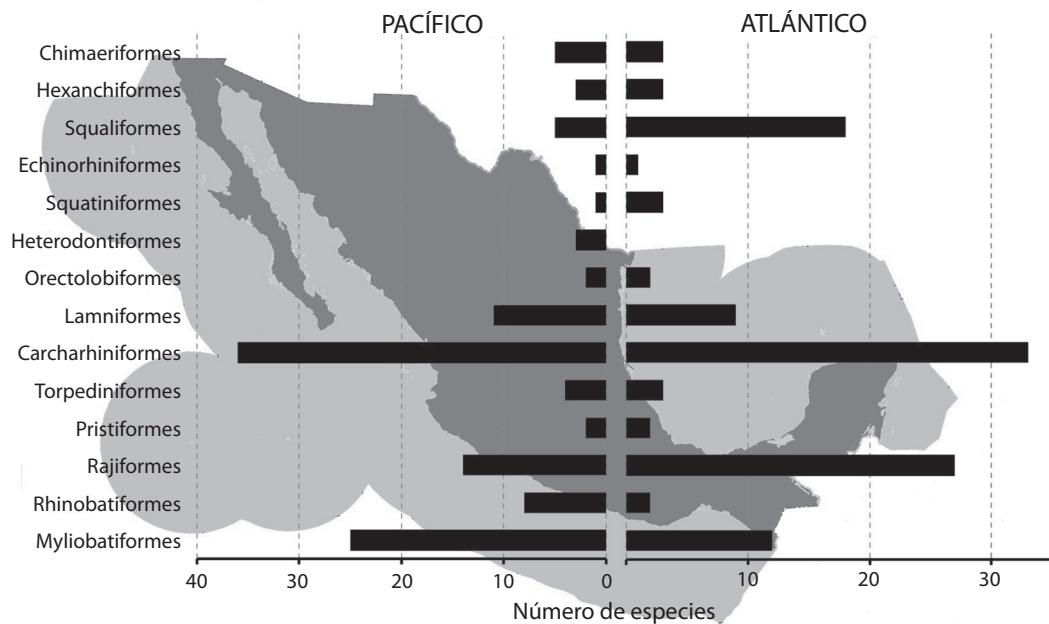


Fig. 4. Composición del número de especies en los órdenes de la condrichtiofauna mexicana presentes en cada litoral.
Fig. 4. Composition of number of species by order of Mexican chondrichthyans within each littoral.

CUADRO 2
 Condrichtiofauna de México. Distribución de cada especie

TABLE 2
 Checklist of Mexican chondrichthyans. Distribution of each species

| FAMILIA/Especies | A | P | PC | PCo | PP | PG | PCP | PCa | PCb | PB | CG | AT | AP | AA | E | EPO | EAO |
|--------------------------------------|---|---|----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|
| RHINOCHIMAERA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. <i>Harriotta haeckeli</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. <i>Harriotta raleighana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. <i>Rhinochimaera atlantica</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CHIMAERIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. <i>Hydrolagus alberti</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. <i>Hydrolagus colliei</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. <i>Hydrolagus macrourhthalmus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. <i>Hydrolagus melanophasma</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. <i>Hydrolagus mirabilis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CHLAMYDOSELACHIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. <i>Chlamydoselachus anguineus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HEXANCHIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. <i>Heptranchias perlo</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. <i>Hexanchus griseus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12. <i>Hexanchus nakamurai</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13. <i>Notorynchus cepedianus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ECHINORHINIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14. <i>Echinorhinus brucus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |

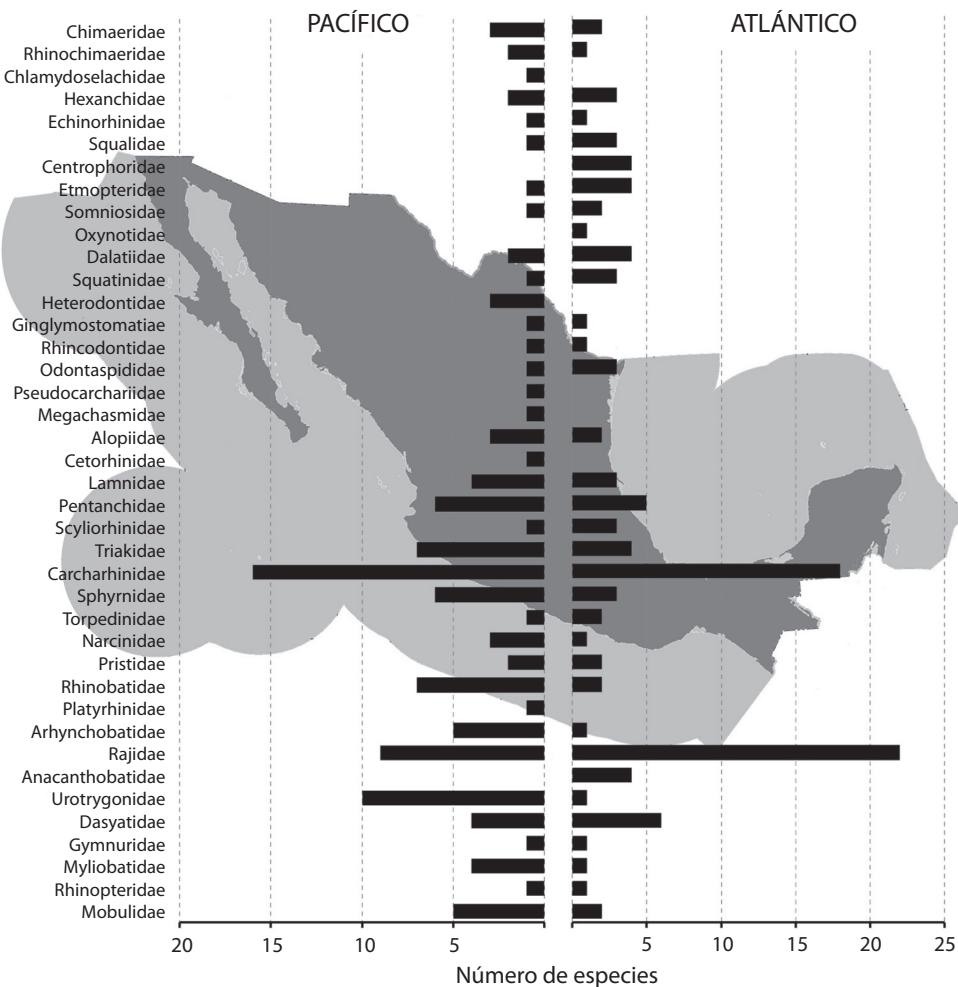


Fig. 5. Composición del número de especies por familias de la condrictiofauna mexicana presentes en cada litoral.

Fig. 5. Composition of number of species by family of Mexican chondrichthyans within each littoral.

CUADRO 2 (Continuación) / TABLE 2 (Continued)

| FAMILIA/Especies | A | P | PC | PCo | PP | PG | PCP | PCa | PCb | PB | CG | AT | AP | AA | E | EPO | EAO |
|--|---|---|----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|
| 15. <i>Echinorhinus cookei</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SQUALIDAE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16. <i>Cirrhigaleus asper</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17. <i>Squalus cubensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18. <i>Squalus mitsukurii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19. <i>Squalus suckleyi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CENTROPHORIDAE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20. <i>Centrophorus niaukang</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21. <i>Centrophorus aff. tessellatus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22. <i>Centrophorus</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23. <i>Centrophorus uyato</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



CUADRO 2 (Continuación) / TABLE 2 (Continued)

| FAMILIA/Especies | A | P | PC | PCo | PP | PG | PCP | PCa | PCb | PB | CG | AT | AP | AA | E | EPO | EAO |
|---------------------------------------|---|---|----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|
| ETMOPTERIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24. <i>Centroscyllium nigrum</i> | ■ | | ■ | | ■ | | ■ | | | | | | | | ■ | | |
| 25. <i>Etomopterus bullisi</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 26. <i>Etomopterus hillianus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27. <i>Etomopterus schultzi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28. <i>Etomopterus virens</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOMNIOSIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29. <i>Centroscymnus owstoni</i> | ■ | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| 30. <i>Somniosus pacificus</i> | ■ | ■ | | | | | | | | | ■ | | | | ■ | | |
| 31. <i>Zameus squamulosus</i> | ■ | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| OXYNOTIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32. <i>Oxynotus caribbaeus</i> | ■ | | | | | | | ■ | | | | | | | ■ | | |
| DALATIIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33. <i>Dalatias licha</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34. <i>Euprotomicrus bispinatus</i> | ■ | | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 35. <i>Isistius brasiliensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36. <i>Isistius plutodus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37. <i>Squaliolus laticaudus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SQUATIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38. <i>Squatina californica</i> | ■ | | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 39. <i>Squatina dumeril</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40. <i>Squatina heteroptera</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41. <i>Squatina mexicana</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HETERODONTIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42. <i>Heterodontus francisci</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43. <i>Heterodontus mexicanus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44. <i>Heterodontus</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GINGLYMOSOMATIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45. <i>Ginglymostoma cirratum</i> | ■ | | | | ■ | | | | | | ■ | | | | | | |
| 46. <i>Ginglymostoma unami</i> | ■ | | | | ■ | | | | | | ■ | | | | ■ | | |
| RHINCODONTIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47. <i>Rhincodon typus</i> | ■ | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| ODONTASPIDIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48. <i>Carcharias taurus</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49. <i>Odontaspis ferox</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50. <i>Odontaspis noronhai</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PSEUDOCACHARIIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51. <i>Pseudocarcharias kamoharai</i> | ■ | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| MEGACHASMIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52. <i>Megachasma pelagios</i> | ■ | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| ALOPIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53. <i>Alopias pelagicus</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54. <i>Alopias superciliosus</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55. <i>Alopias vulpinus</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CETORHINIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56. <i>Cetorhinus maximus</i> | ■ | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |

CUADRO 2 (Continuación) / TABLE 2 (Continued)

| FAMILIA/Especies | A | P | PC | PCo | PP | PG | PCP | PCa | PCb | PB | CG | AT | AP | AA | E | EPO | EAO |
|--|---|---|----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|
| LAMNIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57. <i>Carcharodon carcharias</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58. <i>Isurus oxyrinchus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 59. <i>Isurus paucus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60. <i>Lamna ditropis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENTANCHIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 61. <i>Apristurus brunneus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62. <i>Apristurus kampae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63. <i>Apristurus laurussoni</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64. <i>Apristurus nasutus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65. <i>Apristurus parvipinnis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66. <i>Apristurus riveri</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 67. <i>Cephalurus cephalus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 68. <i>Galeus aerae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 69. <i>Galeus piperatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70. <i>Parmaturus campechiensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 71. <i>Parmaturus xaniurus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCYLIORHINIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 72. <i>Cephaloscyllium ventriosum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 73. <i>Scyliorhinus hesperius</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 74. <i>Scyliorhinus meadi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75. <i>Scyliorhinus retifer</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRIAKIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76. <i>Galeorhinus galeus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 77. <i>Mustelus albipinnis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 78. <i>Mustelus californicus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 79. <i>Mustelus canis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80. <i>Mustelus dorsalis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 81. <i>Mustelus henlei</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 82. <i>Mustelus higmani</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 83. <i>Mustelus lunulatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 84. <i>Mustelus norrisi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 85. <i>Mustelus sinusmexicanus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86. <i>Triakis semifasciata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CARCHARHINIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87. <i>Carcharhinus acronotus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 88. <i>Carcharhinus albimarginatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 89. <i>Carcharhinus altimus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90. <i>Carcharhinus brachyurus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 91. <i>Carcharhinus brevipinna</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 92. <i>Carcharhinus cerdale</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 93. <i>Carcharhinus falciformis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 94. <i>Carcharhinus galapagensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95. <i>Carcharhinus isodon</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96. <i>Carcharhinus leucas</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 97. <i>Carcharhinus limbatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 98. <i>Carcharhinus longimanus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |



CUADRO 2 (Continuación) / TABLE 2 (Continued)

| FAMILIA/Especies | A | P | PC | PCo | PP | PG | PCP | PCa | PCb | PB | CG | AT | AP | AA | E | EPO | EAO |
|--|---|---|----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|
| 99 <i>Carcharhinus obscurus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100. <i>Carcharhinus perezii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101. <i>Carcharhinus plumbeus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 102. <i>Carcharhinus porosus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 103. <i>Carcharhinus signatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 104. <i>Galeocerdo cuvier</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 105. <i>Nasolamia velox</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 106. <i>Negaprion brevirostris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 107. <i>Negaprion fronto</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 108. <i>Prionace glauca</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 109. <i>Rhizoprionodon longurio</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110. <i>Rhizoprionodon porosus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 111. <i>Rhizoprionodon terraenovae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 112. <i>Triaenodon obesus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SPHYRNIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 113. <i>Sphyrna corona</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 114. <i>Sphyrna lewini</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 115. <i>Sphyrna media</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 116. <i>Sphyrna mokarran</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 117. <i>Sphyrna tiburo</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 118. <i>Sphyrna vespertina</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 119. <i>Sphyrna zygaena</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TORPEDINIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120. <i>Torpedo andersoni</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 121. <i>Torpedo californica</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 122. <i>Torpedo nobiliana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NARCINIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 123. <i>Diplobatis ommata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 124. <i>Narcine bancroftii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125. <i>Narcine entemedor</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 126. <i>Narcine vermiculatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRISTIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 127. <i>Pristis pectinata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 128. <i>Pristis pristis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RHINOBATIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 129. <i>Rhinobatos glaucostigma</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 130. <i>Rhinobatos lentiginosus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 131. <i>Rhinobatos leucomelas</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 132. <i>Rhinobatos percellens</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 133. <i>Rhinobatos prahli</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 134. <i>Rhinobatos productus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 135. <i>Rhinobatos spinosus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 136. <i>Zapteryx exasperata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 137. <i>Zapteryx xyster</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLATYRHINIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 138. <i>Platyrrhinoidis triseriata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |

CUADRO 2 (Continuación) / TABLE 2 (Continued)

| FAMILIA/Especies | A | P | PC | PCo | PP | PG | PCP | PCa | PCb | PB | CG | AT | AP | AA | E | EPO | EAO |
|---|---|---|----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|
| ARHYNCHOBATIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 139. <i>Bathyraja abyssicola</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 140. <i>Bathyraja kincaidii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 141. <i>Bathyraja microtrachys</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 142. <i>Bathyraja spinosissima</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 143. <i>Bathyraja trachura</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 144. <i>Pseudoraja fischeri</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RAJIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 145. <i>Amblyraja badia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 146. <i>Amblyraja hyperborea</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 147. <i>Beringraja binoculata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 148. <i>Breviraja colesi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 149. <i>Breviraja spinosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 150. <i>Dactylobatus armatus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 151. <i>Dactylobatus clarki</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 152. <i>Dipturus bullisi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 153. <i>Dipturus garricki</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 154. <i>Dipturus olseni</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 155. <i>Dipturus oregoni</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 156. <i>Dipturus teevani</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 157. <i>Fenestraja ishiyamai</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 158. <i>Fenestraja plutonia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 159. <i>Fenestraja sinusmexicanus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 160. <i>Gurgesiella atlantica</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 161. <i>Leucoraja caribbaea</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 162. <i>Leucoraja garmani</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 163. <i>Leucoraja lentiginosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 164. <i>Leucoraja yucatanensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 165. <i>Raja cortezensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 166. <i>Raja inornata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 167. <i>Raja rhina</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 168. <i>Raja stellulata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 169. <i>Raja ackleyi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 170. <i>Raja eglanteria</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 171. <i>Raja equatorialis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 172. <i>Raja texana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 173. <i>Raja velezi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 174. <i>Rajella fuliginea</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 175. <i>Rajella purpuriventris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANACANTHOBATIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 176. <i>Anacanthobatis folirostris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 177. <i>Anacanthobatis longirostris</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 178. <i>Cruriraja poeyi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 179. <i>Cruriraja rugosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UROTRYGONIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 180. <i>Urotrygon concentricus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 181. <i>Urotrygon halleri</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |



CUADRO 2 (Continuación) / TABLE 2 (Continued)

| FAMILIA/Especies | A | P | PC | PCo | PP | PG | PCP | PCa | PCb | PB | CG | AT | AP | AA | E | EPO | EAO |
|---------------------------------------|---|---|----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|
| 182. <i>Urobatis jamaicensi</i> | ■ | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 183. <i>Urobatis maculatus</i> | ■ | ■ | | | ■ | | | | | | | | | | ■ | | |
| 184. <i>Urotrygon aff. aspidura</i> | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| 185. <i>Urotrygon chilensis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 186. <i>Urotrygon cimar</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 187. <i>Urotrygon munda</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 188. <i>Urotrygon nana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 189. <i>Urotrygon rogersi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 190. <i>Urotrygon</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DASYATIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 191. <i>Dasyatis americana</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 192. <i>Dasyatis dipterura</i> | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 193. <i>Dasyatis guttata</i> | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 194. <i>Dasyatis longa</i> | ■ | | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 195. <i>Dasyatis sabina</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 196. <i>Dasyatis say</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 197. <i>Himantura pacifica</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 198. <i>Himantura schmardae</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 199. <i>Pteroplatytrygon violacea</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GYMNURIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200. <i>Gymnura marmorata</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 201. <i>Gymnura micrura</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MYLIOBATIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 202. <i>Aetobatus narinari</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 203. <i>Aetobatus laticeps</i> | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 204. <i>Myliobatis californicus</i> | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 205. <i>Myliobatis longirostris</i> | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 206. <i>Pteromylaeus asperrimus</i> | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| RHINOPTERIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 207. <i>Rhinoptera bonasus</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 208. <i>Rhinoptera steindachneri</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MOBULIDAE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 209. <i>Manta birostris</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 210. <i>Mobula hypostoma</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 211. <i>Mobula japonica</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 212. <i>Mobula munkiana</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 213. <i>Mobula tarapacana</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 214. <i>Mobula thurstoni</i> | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |

por litoral: A = Atlántico, P = Pacífico; regiones y provincias biogeográficas: provincia de California (PC), provincia de Cortés (PCo), provincia de Panamá (PP), provincia de las Galápagos (PG), provincia Chileno-Peruana (PCP), provincia de Carolina (PCa), provincia Caribeña (PCb), provincia Brasileña (PB); y a otras categorías de mayor inclusión geográfica: especies circunglobal (CG), anfiatlánticas (AT), anfipacíficas (AP), anfiamericanas (AA), endémicas (E), endémicas del Pacífico oriental (EPO) y endémicas del Atlántico occidental (EAO).

by littoral: A = Atlantic, P = Pacific; biogeographical provinces: California province (PC), Cortez province (PCo), Panamanian province (PP), Galapagos province (PG), Peruvian-Chilean province (PCP), Carolinian province (PCa), Caribbean province (PCb), Brazilian province (PB); and others: circumglobal (CG), AT: anfiatlantic (AT), anfipacific (AP), amphiamerican (AA), endemic (E), endemic of eastern Pacific (EPO) and endemic of western Atlantic (EAO).

En el Pacífico solo el 1.9 % de las especies se distribuyen tanto en el Pacífico occidental como el oriental (e.g., *Echinorhinus cookei* y *Triaenodon obesus*). La especie *Sphyraena media* se registra en el Pacífico mexicano y es la única que habita en ambos litorales del continente americano; sin embargo, su distribución en el Atlántico occidental se restringe al sur del istmo de Panamá y se requiere un estudio que formalice su posición taxonómica.

El 9.4 % (8 tiburones y 12 rayas) de las especies son consideradas endémicas, con distribución restringida a México. Nueve se encuentran en el Pacífico, todas propias del Golfo de California y áreas adyacentes: *Cephalurus cephalus*, *Galeus piperatus*, *Heterodontus* sp., *Myliobatis longirostris*, *Mustelus albipinnis*, *Raja cortezensis*, *Rhinobatos spinosus*, *Urobatis concentricus* y *U. maculatus*. Las 11 especies restantes están en el Atlántico; y existen especies restringidas a las costas mexicanas, como *Leucoraja caribbaea*, *L. yucatanensis*, *Parmaturus campechiensis*, *Raja ackleyi*, *Squatina heteroptera* y *S. mexicana*, es difícil considerar o excluir las especies de mayor distribución y que alcanzan parte del litoral de los Estados Unidos pero que representarían al Golfo de México,

estas son *Anacanthobatis folirostris*, *Dipturus olseni*, *D. oregoni*, *Mustelus sinusmexicanus* y *Raja texana*.

La condriictiofauna endémica del Pacífico oriental está representada por el 36.6 % de las especies, de ellas el 27.7 % fueron más afines con la provincia de Cortés, seguida por la de California (20.7 %) y finalmente la de Panamá (19.3 %). Mientras que las especies endémicas del Atlántico occidental (33.3 %) lo fueron con la provincia Caribeña (31.9 %), seguido por la de Carolina (24.4 %) y menos afín con la Brasileña (6.6 %) (Fig. 6).

DISCUSIÓN

El número de especies de condriictios registrados hasta el momento en México (214 especies) representan el 17.3 % de las 1236 especies conocidas (Eschmeyer & Fong, 2015), siendo el segundo país con mayor diversidad a nivel mundial (Del Moral-Flores et al., 2015). La diversidad de condriictios mexicanos presentada en esta contribución es la más completa hasta el momento, en comparación con los trabajos previos de Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez (1996) y Espinosa-Pérez et al. (2004),

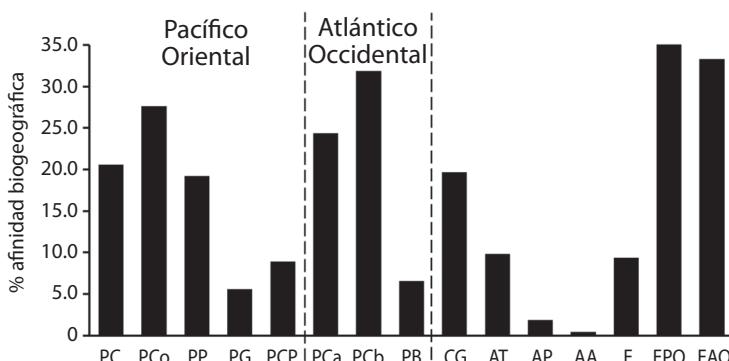


Fig. 6. Afinidad biogeográfica de la condriictiofauna de México. PC: provincia de California, PCo: provincia de Cortés, PP: provincia de Panamá, PG: provincia de las Galápagos, PCP: provincia Chileno-Peruana, PCa: provincia de Carolina, PCb: provincia Caribeña, PB: provincia Brasileña, CG: especies circunglobales, AT: anfiatlánticas, AP: anfipacíficas, AA: anfiamericanas, E: endémicas, EPO: endémicas del Pacífico oriental y EAO: endémicas del Atlántico occidental.

Fig. 6. Biogeographical affinities of Mexican chondrythians. PC: California province, PCo: Cortez province, PP: Panamanian province, PG: Galapagos province, PCP: Peruvian-Chilean province, PCa: Carolinian province, PCb: Caribbean province, PB: Brazilian province, CG: circumglobal, AT: anphiatlantic, AP: amphipacific, AA: amphiamerican, E: endemic, EPO: endemic of eastern Pacific and EAO: endemic of western Atlantic.



que conjuntamente incluyen 191 especies, de las cuales seis no se reconocen en la actualidad. Conforme se incrementen los estudios que incluyan revisiones taxonómicas de los diferentes grupos, así como la exploración en zonas marinas poco estudiadas o de difícil acceso (e.g., zona abisal del Golfo de México, fosas y trincheras oceánicas del Pacífico, amplia plataforma continental de la península de Yucatán y arrecifes de profundidad del Caribe), se podrá conocer el número real de especies actuales de condriictios en la demarcación marina de México. Esto se ha visto reflejado en los nuevos descubrimientos de especies, como la quimera *Hydrologus melanophasma* descrita por James et al. (2009), capturada en las aguas profundas del Golfo de California y la costa occidental de Baja California; así también el registro y confirmación de algunas otras, como la del “tiburón boquiancho” *Megachasma pelagios* por Castillo-Géniz, Ocampo-Torres, Shimada, Rigsby y Nicholas (2012), las rayas *Urotrygon cimar* por Amezcua-Linares y Amezcua (2010) y *Rhinobatos prahli* por Carrera-Fernández, Galván-Magaña y Escobar-Sánchez (2012) para las costas del Pacífico central mexicano. Asimismo, se han detectado al menos cuatro especies que permanecen aún sin ser descritas, lo que ya había sido señalado por Castro (2011), quien considera que existe un número mayor de especies para América del Norte. Por otra parte, Naylor et al. (2012) consideran que a nivel mundial existen alrededor de 80 especies nuevas potenciales de condriictios, e incluso varios géneros, de las cuales varias se encuentran en México; esto fue propuesto a partir de la utilización de marcadores genéticos en la exploración de la diversidad de estos organismos, aspecto que en nuestro país no se ha desarrollado aún.

México presenta una alta variedad de ambientes marinos y costeros, que aunada a la compleja dinámica de los mares mexicanos, como lo son la circulación general y las variaciones espacio temporales de las corrientes marinas, la alternancia estacional de las isothermas, entre otras, y la evolución geológica del país (De la Lanza, 1991), pueden ayudar a

explicar en parte la gran riqueza de especies de condriictios que habitan en los litorales del país, así como la de otros componentes de la fauna marina, incluidos los Actinopterygii. En el Golfo de México existe una amplia plataforma continental, que se extiende conforme se acerca a la Península de Yucatán (Álvarez-Arellano & Gaitán-Morán, 1994); este ambiente es propicio para las especies de hábitos bentónicos como las de la familia Rajidae y bentopelágicas como las de Squalidae. Adicionalmente, en las inmediaciones de la plataforma continental se presenta una amplia zona marina continua de aguas que alcanzan gran profundidad donde están representadas varias especies mesopelágicas como la familias Centrophoridae y Etmopteridae. Además, en el Atlántico mexicano encontramos amplias costas arenosas, un gran número de arrecifes de coral bien desarrollados y un número considerable de sistemas lagunares-estuarinos (Contreras-Espinosa, 1993; Castro-Aguirre, Espinosa-Pérez & Schmitter-Soto, 1999). En contraste, el litoral del Pacífico mexicano tiene una plataforma continental estrecha, a excepción del Golfo de Tehuantepec donde la plataforma continental se extiende en promedio 100 km hacia su región oriental, y hay un número menor de lagunas costeras, estuarios y deltas así como escasos parches arrecifales (Carricart-Ganivet & Horta-Puga, 1993; Contreras-Espinosa, 1993), lo que puede ser uno de los factores causantes de la diferencia en cuanto a la composición de especies entre litorales.

El factor histórico-evolutivo también es importante para explicar la presencia de distintos grupos de condriictios en México, dado que son uno de los grupos más antiguos entre los vertebrados, y existe una interrelación con la evolución geológica de México y sus mares. Así, desde la ruptura de Pangea los eventos vicariantes tuvieron impacto en la biogeografía de altos niveles taxonómicos como en los Heterodontiformes, Squatiniformes y Orectolobiformes (Musick, Harbin, & Compagno, 2004), hasta eventos recientes como el último cierre del istmo de Panamá, que han influido en la distribución actual de las especies

(Castro-Aguirre, Balart, & Arvizu-Martínez, 1995; Castro, 2011), como la existencia de especies anfiamericanas (v. gr., *Sphyraena media*), o como los pares de especies hermanas (*Ginglymostoma cirratum* y *G. unami*; *Carcharhinus cerdale* y *C. porosus*; *Himantura schmardae* y *H. pacifica*) presentes respectivamente en el litoral occidental y oriental de América.

De acuerdo con Eschmeyer, Herald, Hammon y Smith (1983) y Castro-Aguirre et al. (1995, 2005), se cree que existen varias poblaciones de especies de peces afines a aguas templadas aisladas en la parte norte del Golfo de California, entre ellas varios condrictios como *Beringraja binoculta*, *Cetorhinus maximus*, *Hydrolagus colliei*, *Platirhinoidis triseriata* y *Raja inornata*, entre otros. Sin embargo, los estudios recientes de la ictiofauna abisal de este mar (Mejía-Mercado et al., 2013) han encontrado diversas especies de condrictios en sitios a gran profundidad donde la temperatura es similar a la del alto Golfo, lo que sugiere una posible conectividad con las poblaciones fuera del Golfo de California. Asimismo en las aguas profundas del Golfo de México donde la temperatura es cercana a los 4° C, se capturó y registró recientemente la especie *Somniosus microcephalus*, un tiburón que habita en aguas frías del Atlántico norte (Benz et al., 2007; Benfield, Thompson, & Caruso, 2008); esto evidencia, que puede existir una distribución continua para diversos condrictios dada por la temperatura, presente en el gradiente batimétrico.

A pesar de que la mayoría de las especies de condrictios, en especial las de hábitos pelágicos, tienen una amplia distribución, existen especies restringidas en ciertas áreas marinas, como se observa en Australia, donde al menos el 51 % de las especies de condrictios (Last & Stevens, 2009) son endémicas. Así, en México el 9.4 % de los condrictios son exclusivos de sus mares y representan el 1.6 % del total de especies conocidas a nivel mundial; el mayor endemismo se encontró en el Golfo de México incluyendo la península de Yucatán (5.2 %)

y en el Golfo de California (4.2 %) debido principalmente a que en ambos sistemas, bajo el contexto de su historia geológica, se han originado barreras y procesos de aislamiento que han permitido se desarrollen procesos de especiación (Bowen & Avise, 1990; Bernardi & Lape, 2005; McEachran & Fechhelm, 2005; Neigel, 2009; Palacios-Salgado, Burnes-Romo, Tavera, & Ramírez-Valdez, 2012).

Aunado al número de especies restringidas a México, existe un aporte importante de aquellas con diferente afinidad biogeográfica. Probablemente se deba a la posición geográfica de los mares mexicanos que tienen influencia de provincias biogeográficas distintas, cada una delimitada por las características fisiográficas, evolutivas y ecológicas; de éstas últimas, la temperatura es considerada uno de los factores determinantes en la delimitación geográfica de las especie en el medio marino (Briggs, 1974; Spalding et al., 2007; Briggs & Bowen, 2012). El estudio de Castro-Aguirre (1983) postula que la temperatura es uno de los factores que más influyen en la distribución y abundancia de los elasmobranquios mexicanos, puede verse reflejado por el porcentaje de las afinidades biogeográficas observadas en la presente contribución. Por ello, en México se encuentran especies de aguas templadas como *Squalus suckleyi*, *Somniosus pacificus* y *Torpedo californica*, representantes de la provincia de California, otras de tolerancia a aguas templado-tropicales como *Heterodontus mexicanus* y *Squatina dumeril* de las provincias de Cortés y de la de Carolina respectivamente, y debido a que los ambientes tropicales dominan en ambos litorales, se encuentra que la condrictiofauna mexicana está principalmente representada por estas especies que son propias de las provincias Caribeña y la de Panamá. Como se puede apreciar, México tiene una alta diversidad de especies de tiburones, rayas y quimeras; con riqueza específica similar entre litorales aunque con diferente composición taxonómica; sus afinidades biogeográficas son complejas, con predominio de especies tropicales y templadas.



AGRADECIMIENTOS

A los diversos curadores de las colecciones y museos de referencia. El autor principal agradece al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM y al CONACyT por la beca otorgada para completar sus estudios de posgrado.

RESUMEN

A pesar de la gran importancia ecológica, evolutiva y económica de los condrictios, su diversidad ha sido escasamente estudiada en México. En este estudio se describe la diversidad de especies de condrictios que se han registrado hasta el momento para México, la cual se compone de 214 especies (111 tiburones, 95 rayas y 8 quimeras) y representa el 17.3 % de las registradas a nivel mundial. Las familias con mayor diversidad de especies son Rajidae (14.5 %), Carcharhinidae (12.1 %), Pentanchidae, Triakidae y Urotrygonidae (5.1 %). En términos de su distribución geográfica, la diversidad del litoral del Pacífico mexicano contiene el 56.1 % del total de aquellas que habitan en las aguas marinas y salobres de México (120 spp., 62 géneros, 37 familias y 14 órdenes); porcentaje muy similar a las que habitan en el litoral del Atlántico con el 55.1 % de las especies (118 especies, 59 géneros, 35 familias y 13 órdenes). Las afinidades biogeográficas de la fauna de condrictios mexicanos son complejas, pues 19.7 % de las especies son circunglobales, 9.9 % trasatlánticas, 1.9 % transpacíficas y 9.4 % son endémicas de la zona económica exclusiva. Además, el 36.6 % de las especies son endémicas del Pacífico oriental, presentan mayor afinidad a la provincia de Cortés (27.7 %), seguida de la de California (20.7 %), Panamá (19.3 %), Galápagos (5.6 %) y Peruano-Chilena (8.9 %). Así mismo, el 33.3 % de las especies son endémicas del Atlántico occidental donde tienen mayor afinidad con la provincia Caribeña (31.9 %), seguido por la Caroliniana (24.4 %) y Brasileña (6.6 %).

Palabras clave: biodiversidad, biogeografía, condrictios, rayas, tiburones, quimeras, México.

REFERENCIAS

- Álvarez-Arellano, A. D., & Gaitán-Morán, J. (1994). Lagunas costeras y el litoral mexicano: Geología. In G. de la Lanza-Espino & C. Cáceres-Martínez (Eds.), *Lagunas costeras y el litoral mexicano* (pp. 13-74). México: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Amezcu-Linares, F., & Amezcu, F. (2010). Occurrence of *Urotrygon cimar* (Urotrygonidae) in the central Pacific coast of Mexico. *Cybium*, 33, 337-338.
- Applegate, S. P., Espinosa-Arrubarrena, L., Menchaca-López, L. B., & Sotelo-Macías, F. (1979). *Tiburones mexicanos*. México: Secretaría de Educación Pública, Dirección General de Ciencias y Tecnología del Mar.
- Benfield, M. C., Thompson, B. A., & Caruso, J. H. (2008). The second report of a sleeper shark (*Somniosus* sp.) from the bathypelagic waters of the northern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 82, 195-198.
- Benz, G. W., Hoffmayer, E. R., Driggers III, W. E., Allen, D., Bishop, L. E., & Brown, D. A. (2007). First record of a sleeper shark in the western gulf of Mexico and comments on taxonomic uncertainty within *Somniosus* (*Somniosus*). *Bulletin of Marine Science*, 80, 343-351.
- Bernardi, G., & Lape, J. (2005). Tempo and mode of speciation in the Baja California disjunct fish species *Anisotremus davidsoni*. *Molecular Ecology*, 14, 4085-4096.
- Bowen, B. W., & Avise, J. C. (1990). Genetic structure of Atlantic and Gulf of Mexico populations of sea bass, menhaden, and sturgeon: influence of zoogeographic factors and life history patterns. *Marine Biology*, 107, 371-381.
- Briggs, J. C. (1974). *Marine zoogeography*. New York: McGrawHill.
- Briggs, J. C., & Bowen, B. W. (2012). A realignment of marine biogeographic provinces with particular reference to fish distributions. *Journal of Biogeography*, 39, 12-30.
- Carrera-Fernández, M., Galván-Magaña, F., & Escobar-Sánchez, O. (2012). First record of Gorgona guitarfish, *Rhinobatos prahlii*, from the Gulf of Tehuantepec, Mexican Pacific. *Marine Biodiversity Records*, 5, 1-3.
- Carricart-Ganivet, J. P. & Horta-Puga, G. (1993). Arrecifes de Coral en México. In S. I. Salazar-Vallejo & N. E. González (Eds.), *Biodiversidad Marina y Costera de México* (pp. 81-92). México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Centro de Investigaciones de Quintana Roo.
- Castillo-Géniz, J. L., Ocampo-Torres, A. I., Shimada, K., Rigsby, C. K., & Nicholas, A. C. (2012). Tiburón bocudo juvenil, *Megachasma pelagios*, capturado en la costa del Pacífico de México, y su relevancia para la diversidad de los peces condrictios en México. *Ciencias Marinas*, 38, 467-474.
- Castro, J. I. (2011). *The sharks of North America*. New York: Oxford University Press.
- Castro-Aguirre, J. L. (1965). Peces sierra, rayas, mantas y especies afines de México. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras*, México, 1, 169-256.



- Castro-Aguirre, J. L. (1967). *Contribución al estudio de los tiburones de México* (Tesis). Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- Castro-Aguirre, J. L. (1983). Aspectos zoogeográficos de los elasmobranquios mexicanos. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, 27, 77-94.
- Castro-Aguirre, J. L., Balart, E. F., & Arvizu-Martínez, J. (1995). Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiológica*, 5, 57-78.
- Castro-Aguirre, J. L., & Espinosa-Pérez, H. (1996). *Listados Faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha)*. México, D.F.: Instituto de Biología, UNAM.
- Castro-Aguirre, J. L., Espinosa-Pérez, H., & Schmitter-Soto, J. J. (1999). *Ictiofauna Estuarino-Lagunar y Vícaria de México*. México: Instituto Politécnico Nacional, Lima Noriega Editores.
- Castro-Aguirre, J. L., González-Acosta, A. F., & De la Cruz-Agüero, J. (2005). Lista anotada de las especies ícticas anfípacificas, de afinidad boreal, endémicas y anfipenínsulares del Golfo de California, México. *Universidad y Ciencia*, 21, 85-106.
- Castro-Aguirre, J. L., Antuna-Mendiola, A., González-Acosta, A. F., & De la Cruz-Agüero, J. (2005). *Mustelus albipinnis* sp. nov. (Chondrichthyes: Carcarhiniiformes: Triakidae) de la costa suroccidental de Baja California Sur, México. *Hidrobiológica*, 15, 123-130.
- Castro-Aguirre, J. L., Espinosa-Pérez, H., & Huidobro-Campos, L. (2007). Dos nuevas especies del género *Squatina* (Chondrichthyes: Squatinidae) del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 54, 1031-1040.
- Castro-Aguirre, J. L., Santana-Hernández, H., Espino-Barr, E., & Jiménez-Quiroz, M. C. (2007). Primer registro de *Harriotta raleighana* (Chondrichthyes: Holocephali: Rhinochimaeridae) en la costa del Pacífico central de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 489-492.
- Compagno, L. J. V. (1999). Checklist of living elasmobranches. In W. C. Hamlett (Ed.), *Sharks, skates, and rays, the biology of elasmobranch fishes* (pp. 471-498). Baltimore: The John Hopkins University Press.
- Compagno, L., Didier, D., & Burgess, G. (2005). Chapter 2 Classification of Chondrichthyan Fish. In S. L. Fowler, R. D. Cavanagh, M. Camhi, G. H. Burgess, G. M. Cailliet, S. V. Fordham, C. A. Simpfendorfer, & J. A. Musick (Eds.), *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes* (pp. 4-11). Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN SSC Shark Specialist Group.
- Contreras-Espinosa, F. (1993). *Ecosistemas costeros mexicanos*. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- De la Lanza, E. G. (Comp.). (1991). *Oceanografía de mares mexicanos*. México, D. F.: AGT Editor, S. A.
- Del Moral-Flores, L. F., & Pérez-Ponce de León, G. (2013). Diversidad de los peces Condrictios (Tiburones, rayas y quimeras) de México. *CONABIO. Biodiversitas*, III, 1-6.
- Del Moral-Flores, L. F., Ramírez-Antonio, E., Angulo, A., & Pérez-Ponce de León, G. (2015). *Ginglymostoma unami* sp. nov. (Chondrichthyes: Orectolobiformes: Ginglymostomatidae) una nueva especie de tiburón gata del Pacífico oriental tropical. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 48-58.
- Del Moral-Flores, L. F., Morrone, J. J., Alcocer-Durand, J., Espinosa-Pérez, H., & Pérez-Ponce de León, G. (2015). Listado anotado de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) de México. *Arxiu de Miscel·lània Zoològica*, 13, 47-163.
- Didier, D. A., Kemper, J. M., & Ebert, D. A. (2012). Phylogeny, biology, and classification of extant Holocephali. In J. C. Carrier, J. A. Musick & M. R. Heithaus (Eds.), *The biology of sharks and their relatives Vol. 1* (pp. 97-121). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Eschmeyer, W. N., & Fong, J. D. (2015). *Species by family/subfamily. Catalog of fishes. California Academy of Sciences*. Retrieved from <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>
- Eschmeyer, W. N., Herald, E. S., Hammond, H., & Smith, K. P. (1983). *A field guide to Pacific coast fishes of North America*. Boston: Houghton Mifflin Co., Field Guide.
- Espinosa-Pérez, H., Castro-Aguirre, J. L., & Huidobro-Campos, L. (2004). Listados Faunísticos de México. IX. *Catálogo sistemático de tiburones (Elasmobranchii: Selachimorpha)*. México, D.F.: Instituto de Biología, UNAM.
- González-Acosta, A. F., Castro-Aguirre, J. L., Didier, A., Vélez-Marín, R., & Burnes-Romo L. A. (2010). Occurrence of *Hydrolagus macrophthalmus* (Chondrichthyes: Holocephali: Chimaeridae) in the northeastern Pacific. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 197-201.
- Iglésias, S. P., Lecointre, G., & Sellos, D. Y. (2005). Extensive paraphylies within sharks of the order Carcarhiniiformes inferred from nuclear and mitochondrial genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 34, 569-583.



- Inoue, J. G., Miya, M., Lam, K., Tay, B.-H., Danks, J. A., Bell, J., ... Vankatesh, B. (2010). Evolutionary origin and phylogeny of the modern holocephalans (Chondrichthyes: Chimaeriformes): a mitogenomic perspective. *Molecular Biology and Evolution*, 27, 2576-2586.
- James, K. C., Ebert, D. A., Long, D. J., & Didier, D.A. (2009). A new species of chimaera, *Hydrologus melanophasma* sp. nov. (Chondrichthyes: Chimaeriformes: Chimaeridae), from the eastern North Pacific. *Zootaxa*, 2218, 59-68.
- Last, P. R., & Stevens, J. D. (2009). *Sharks and rays of Australia*. Melbourne: CSIRO Publishing.
- McEachran, J. D., & Fechhelm, J. D. (2005). *Fishes of the Gulf of Mexico*. Vol. 2. *Scorpaeniformes to Tetraodontiformes*. Austin: University of Texas Press.
- Mejía-Mercado, B. E., Balart-Páez, E., Sosa-Nishizaki, O., & Hinojosa-Corona, A. (2013). *Catálogo, foto-identificación de la fauna íctica de profundidad (350-3,800 m) del Golfo de California*. Ensenada: CICESE.
- Musick, J. A., Harbin, M. M., & Compagno, L. J. V. (2004). Historical Zoogeography of the Selachii. In J. C. Carrier, J. A. Musick & M. R. Heithaus (Eds.), *Biology of sharks and their relatives* (pp. 33-78.). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Naylor, G. J. P., Caira, J. N., Jensen, K., Rosana, K. A. M., White, W. T., & Last, P. R. (2012). A DNA sequence-based approach to the identification of shark and ray species and its implications for global elasmobranch diversity and parasitology. *Bulletin American Museum of Natural History*, 367, 1-262.
- Neigel, J. E. (2009). Population genetics and biogeography of the Gulf of Mexico. In D. F. Felder & C. K. Camp (Eds.), *Gulf of Mexico: its origins, waters, and biota* (pp. 1353-1369). USA: College Station, Texas A&M University Press.
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the world*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Palacios-Salgado, D. S., Burnes-Romo, L. A., Tavera, J. J., & Ramírez-Valdez, A. (2012). Endemic fishes of the Cortez biogeographic province (Eastern Pacific Ocean). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 42, 153-164.
- Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M., ... Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, 57, 573-583.