



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTRUCTURA COMUNITARIA DE LA CLASE
CEPHALOPODA CUVIER, 1797 (PHYLUM MOLLUSCA) EN
EL MAR TERRITORIAL MEXICANO
DEL GOLFO DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

GABRIELA CASTILLO ESTRADA



**DIRECTOR DE TESIS:
M. EN C. BRIAN URBANO ALONSO
2016**

CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de datos

1. Datos del alumno

Apellido paterno	Castillo
Apellido materno	Estrada
Nombre(s)	Gabriela
Institución	Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad	Facultad de Ciencias
Carrera	Biología
Número de cuenta	306511703

2. Datos del asesor/Secretario

Grado	M. en C.
Nombre(s)	Brian
Apellido paterno	Urbano
Apellido materno	Alonso

3. Datos del sinodal 1 Presidente

Grado	Dr.
Nombre(s)	Fernando
Apellido paterno	Álvarez
Apellido materno	Noguera

4. Datos del sinodal 2 Vocal

Grado	Dra.
Nombre(s)	María Martha
Apellido paterno	Reguero
Apellido materno	Reza

5. Datos del sinodal 3 Suplente

Grado	M. en C.
Nombre(s)	Elia
Apellido paterno	Lemus
Apellido materno	Santana

6. Datos del sinodal 4 Suplente

Grado	M. en C.
Nombre(s)	Jazmin Deneb
Apellido paterno	Ortigosa
Apellido materno	Gutiérrez

7. Datos del trabajo escrito

Título	Estructura comunitaria de la clase Cephalopoda Cuvier, 1797 (Phylum Mollusca) en el mar territorial del golfo de México.
--------	--

Número de páginas	88
Año	2016



VNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
Secretaría General
División de Estudios Profesionales

Votos Aprobatorios

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
Director General
Dirección General de Administración Escolar
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

Estructura comunitaria de la Clase Cephalopoda Cuvier, 1797 (Phylum: Mollusca) en el mar territorial mexicano del Golfo de México

realizado por **CASTILLO ESTRADA GABRIELA** con número de cuenta **3-0651170-3** quien ha decidido titularse mediante la opción de **tesis** en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario	Dr. Fernando Álvarez Noguera	
Propietario	Dra. María Martha Reguero Reza	
Propietario Tutor	M. en C. Brian Urbano Alonso	
Suplente	M. en C. Elia Lemus Santana	
Suplente	M. en C. Jazmín Deneb Ortigosa Gutiérrez	

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU "
 Ciudad Universitaria, D. F., a 13 de octubre de 2014
EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.
 MAG/MGM/mdm

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México por dejarme ser parte de esta gran institución, empaparme de conocimiento y formarme como profesionalista.

Al M. en C. Brian Urbano Alonso por aceptar una exiliada más con un tema aventurado, experimentar en campo y darme apoyo continuo en la transición de este trabajo sin rendirme, por financiar los muestreos, enseñarme a identificar, capturar y admirar los cefalópodos. Por los valiosos consejos y por compartir siempre las galletas.

A la Dra. Ma. Martha Reguero Reza por sus comentarios acertados y valiosos para este trabajo, por permitirme revisar los ejemplares a la Colección Malacológica “Dr. Antonio García-Cubas” del ICMYL, por sus anécdotas, confianza y por asignarme un espacio en el laboratorio.

Al Dr. Fernando Álvarez Noguera y a la M. en C. Jazmin Deneb Ortigosa Gutiérrez por los valiosos comentarios aportados que hicieron de esta tesis un mejor trabajo.

A la Dra. Edna Naranjo y la M. en C. Aurora González por permitirme el acceso a la Colección nacional de moluscos del IB UNAM y la Colección del Laboratorio de Ecología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas “Ma. Guadalupe López Magallón” del IPN para la revisión de ejemplares registrados en el presente trabajo.

A la M. en C. Elia Lemus Santana por los comentarios acertados, y hacerme ver de manera objetiva las cosas, por su amistad y buenos ratos compartidos.

Al Dr. Unai Markaida por la corroboración de las especies identificadas en campo, por tranmistir su amplio conocimiento y las buenas historias.

Al laboratorio de malacología por brindarme un ambiente de buenos momentos, confianza y grandes amistades, así como apoyo en todos los aspectos.

A la Biol. Estephania Zluhan Martínez por las ilustraciones presentadas en esta tesis.

Al M. en C. Brian Urbano, Biol. Estephania Zluhan Martínez, Biol. Marbella González González, Biol. Jalil A. González Rodarte y Biol. Nelia Luviano Aparicio por su valioso apoyo en las salidas a campo.

A la Biol. Rosamond Coates por permitirnos el uso de las instalaciones de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtla”, así como las anécdotas referentes a la zona.

Al Ing. Enrique Castillo Rosales por el diseño y construcción de las trampas colocadas en campo.

A Gustavo Castillo Rosales y Luz Irene Estrada por financiar este proyecto.

Dedicatoria

A mis padres Gustavo Castillo y Luz Irene Estrada por ser grandes pilares en esta familia. Por su continuo apoyo ante cualquier circunstancia, por su amor, esfuerzo y dedicación para la superación y crecimiento de esta bella familia. Por la perseverancia, paciencia y confianza que nos han brindado para enseñarnos lo valiosos que somos.

A mis hermanos Gustavo y Adriana por apoyarme ante cualquier circunstancia, aguantar mis humores y responder ante los mil llamados sin importar el tiempo, por las risas infinitas y por los abrazos asfixiantes que me revitalizan.

A mis abuelos, tíos y primos, por enseñarme que la familia siempre te apoya, por ser tan unidos, por las buenas reuniones y por hacerme sentir muy afortunada de tenerlos a mi lado y compartir momentos locos y alegres.

A Stepha y Jalis por aguatarme, por su apoyo incondicional, por los tragos, bailes, risas, comilonas, y su perseverancia a lo largo de muchos años. Por los buenos y valiosos consejos, por lo que nos sigue en el futuro, y porque los quiero mucho.

A Marion por estar siempre a mi ladito, por escucharme, brindarme apoyo y por las risas. Por las extravagantes salidas, las experiencias random, por seguir brindandandome su amistad, por ser parte de esta tesis y por que la quiero mucho.

A Adal por hacerme ver el mundo fuera de mi burbuja, por alentarme a ser una mejor persona, por su apoyo, buenos momentos y cotorreos.

A los estimados compañeros del Malacolab Jalil, Rachel, Linus, Mike, Marbe, Erika, Gabriel, Etel, Brian, Citla, Lau, Pame, Lalo, Brian que me han acompañado en las perezosas comidas y ratos de concentración, por crear una atmosfera de buena amistad.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Características de la clase Cephalopoda	1
1.2 Importancia	3
1.3 Sistemática	4
1.4 Estructura comunitaria.....	5
II. ANTECEDENTES.....	6
III. JUSTIFICACIÓN.....	8
IV. OBJETIVOS	9
V. ÁREA DE ESTUDIO.....	10
5.1 Generalidades	10
5.2 Regiones oceánicas, provincias marinas y ecorregiones	12
5.3 Área de trabajo en campo.....	13
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	14
6.1 Trabajo de campo.....	14
6.2 Trabajo de gabinete	15
6.3 Análisis de datos.....	16
6.3.1 Composición específica	16
6.3.2 Estructura comunitaria.....	16
6.3.3 Análisis abundancia-latitud	20
VI. RESULTADOS	21
7.1 Trabajo en campo.....	21
7.1.1 Composición específica	21
7.2 Trabajo de gabinete	22
7.2.1 Composición específica	23

a) Colecciones mexicanas.....	25
b) Colecciones estadounidenses.....	27
c) Bibliografía especializada.....	28
d) Actualización de listado sistemático.....	30
e) Registros que sólo llegan hasta nivel de género.....	31
7.2.2 Estructura comunitaria.....	32
a) Diversidad alfa	32
b) Diversidad beta	36
7.2.3 Análisis abundancia-latitud	36
VII. DISCUSIÓN	38
8.1 Trabajo en campo.....	38
8.2 Trabajo en laboratorio	39
8.3 Trabajo en gabinete	40
8.3.1. Composición específica	40
a) Colecciones mexicanas.....	41
b) Colecciones estadounidenses.....	43
c) Bibliografía especializada.....	44
d) Actualización de listado sistemático.....	45
e) Registros que solo llegan hasta nivel de género.....	46
8.3.2. Estructura comunitaria.....	47
a) Diversidad alfa	47
b) Diversidad beta	51
8.3.3 Análisis abundancia-latitud	52
IX. CONCLUSIONES.....	53
X. PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES	54
XI. REFERENCIAS	55
XII. APÉNDICES	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución vertical de algunos géneros de la clase Cephalopoda en hábitats marinos (Modificado Hanlon y Messenger, 1996)	3
Figura 2. Batimetría del golfo de México (Tomado de Martínez-López y Parés-Sierra, 1998).....	10
Figura 3. Corriente del Lazo (Modificado de National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA).....	11
Figura 4. ZEE y mar Territorial de México; Regiones oceánicas de México; Provincias marinas de México y Ecorregiones marinas de México (Tomado de Lara-Lara <i>et al.</i> , 2008).....	12
Figura 5. Área de estudio del trabajo en campo: Montepío y Balzapote, Veracruz.....	13
Figura 6. Trampas colocadas en playa Balzapote y Montepío: a) Tipo I; b) Tipo II.....	14
Figura 7. Gráfica del número de familias, géneros y especies de la clase Cephalopoda reportadas para el golfo de México en colecciones mexicanas.....	26
Figura 8. a) Número de especies de la clase Cephalopoda encontradas en cada una de las colecciones mexicanas, con un total de 10 especies entre las tres colecciones; b) Números de individuos presentes en cada colección.....	26
Figura 9. a) Número de especies de cefalópodos encontradas en cada una de las colecciones estadounidenses, para aguas mexicanas del GM; b) Número de registros por colección estadounidense.....	28
Figura 10. Curvas de acumulación de especies con estimador Jackknife de primer y segundo orden: a) Caso hipotético, eje superior, azul fuerte y b) Caso con número de ejemplares por registro, eje inferior, azul claro.....	32
Figura 11. Dendrograma de agrupamiento de similitud de cefalópodos por estados mexicanos que bordean el golfo de México.....	37
Figura 12. Análisis de regresión lineal entre latitud y abundancia de especies de la clase Cephalopoda en aguas mexicanas del golfo de México.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista sistemática de los cefalópodos encontrados en las localidades de Balzapote, Montepío y Catemaco, Veracruz.	21
Tabla 2. Número total de especies e individuos de la clase Cephalopoda pertenecientes al mar territorial del GM en colecciones mexicanas.....	22
Tabla 3. Número de taxones e individuos de la clase Cephalopoda considerando todos los registros tomados en cuenta en el presente trabajo. s/d= Sin datos.....	23
Tabla 4. Sistemática hasta el nivel de familia de la clase Cephalopoda para los ejemplares contemplados en el presente trabajo.....	24
Tabla 5. Número de taxones, individuos y registros de la clase Cephalopoda reportados para la porción mexicana del golfo de México en bases de datos de 3 colecciones mexicanas.....	25
Tabla 6. Número de taxones, registros y ejemplares de la clase Cephalopoda reportados para aguas mexicanas del golfo de México en bases de datos de 10 colecciones estadounidenses.....	27
Tabla 7. Número de taxones, especies y registros de la clase Cephalopoda reportados para aguas mexicanas del GM en referencias bibliográficas.....	29
Tabla 8. Comparación del número de familias, géneros, especies de cefalópodos en aguas mexicanas del golfo de México y el incremento en porcentaje entre estudios de Salcedo-Vargas (1991) y el presente trabajo (2016).....	30
Tabla 9. Registros identificados a nivel del género de la clase Cephalopoda en literatura específica.....	31
Tabla 10. Riqueza específica, número total de individuos e índices de diversidad de la clase Cephalopoda para los estados que bordean el litoral mexicano del golfo de México.....	32
Tabla 11. Riqueza específica, número total de individuos e índices de diversidad de la clase Cephalopoda para las regiones oceánicas, provincias marinas y ecorregiones del GM.....	35

Tabla 12. Riqueza específica, número total de individuos e índices de diversidad de la clase Cephalopoda para valores reales y valores hipotéticos encontrados en aguas mexicanas del GM.....36

ANEXOS

I. Lista de especies de la clase Cephalopoda registradas en aguas territoriales del GM presentes en colecciones mexicanas, colecciones estadounidenses y literatura especializada.....70

II. Presencia de especies por región oceánica, provincias marinas, ecorregiones y estados mexicanos que bordean el Golfo de México.....77

Citar tesis como: *Estructura comunitaria de la clase Cephalopoda Cuvier, 1797 (Phylum Mollusca) en el mar territorial del golfo de México.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 88p.

RESUMEN

Con la finalidad de contribuir a establecer una línea base de futuras investigaciones, se realizó un análisis de estructura comunitaria (riqueza, abundancia y distribución) de la clase Cephalopoda distribuida en aguas del territorio mexicano del golfo de México (GM). A partir de las salidas a campo, revisión de bibliografía especializada, la visita a tres colecciones mexicanas y la revisión de nueve bases de datos de colecciones estadounidenses con registros en el área de estudio, se obtuvieron un total de 100 especies en 65 géneros y 30 familias de la clase Cephalopoda, incrementando un 39%, 14 % y 7 % respectivamente a lo reportado por Salcedo-Vargas (1991) trabajo enfocado a las especies de cefalópodos de aguas territoriales en el GM, cuyas familias con mayor número de especies fueron Octopodidae, Cranchiidae y Sepiolidae.

A partir de la revisión de de material y de los catálogos de las diferentes colecciones, se pudo elaborar una base de datos con 437 registros y 929 individuos de colecciones mexicanas y estadounidenses, el análisis de estructura de la comunidad demostró que los estados con mayor riqueza específica fueron Veracruz, Yucatán, seguidos por Campeche y Tabasco, mientras que los estados con mayor diversidad fueron Yucatán y Veracruz, ya que Tamaulipas presentó solo una especie.

En la comparación de los valores reales de colecciones y los registros hipotéticos se demostró la falta de información en las bases de datos de colecciones estadounidenses y la escasa fracción representada en colecciones mexicanas que denotó la diferencia entre la riqueza específica del golfo de México estimada mediante la curva de acumulación.

ABSTRACT

In this study, we analyzed the community structure of the Cephalopod class distributed in the Gulf of Mexico. We collected data from four sources: a) field work, b) specialized literature, c) Mexican collections and d) nine datasets from the USA containing recordings from the study area. We gather data for a 100 species classified into 65 genera, and 30 families of the Cephalopod class, increasing by 39 %, 14 % and 7 % respectively, reported by Salcedo-Vargas (1991), work focused on species of cephalopods territorial waters in the GM, whose families with more species were Octopodidae, Cranchiidae and Sepiolidae in both cases.

The results showed that the highest specific richness is located in Veracruz and Yucatan, followed by Campeche and Tabasco. Yucatan and Veracruz also had the highest diversity of species, whereas Tamaulipas had only one species. We also compared the observed values for the collections against the hypothetical recordings, finding that the collections from the USA are lacking information. The analysis of the specific richness of the Gulf of Mexico revealed that Mexican specimens are underrepresented in the Mexican collections.

I. INTRODUCCIÓN

El Phylum Mollusca posee cerca de 200 000 especies vivientes, con un amplio registro de fósiles que se remonta al Cámbrico Temprano, hace 543 millones de años (Ma), con algunos registros del Precámbrico Temprano (Ponder y Lindberg, 2008). Actualmente se constituye de ocho clases: Solenogastres Gegenbaur, 1878; Caudofoveata Boettger, 1956; Polyplacophora Gray, 1821; Monoplacophora Odhner, 1940; Bivalvia Linnaeus, 1758; Scaphopoda Bronn, 1862; Gastropoda Cuvier, 1795 y Cephalopoda Cuvier 1797 (Sturm *et al.*, 2006).

1.1 Características de la clase Cephalopoda

La clase Cephalopoda presenta un registro fósil que se extiende a más de 450 Ma durante la era Paleozoica conservando, al igual que el resto de los moluscos, las partes duras formadas de carbonato de calcio. También hay vestigios encontrados en Lagerstätten, definidos por Milson y Rigby (2010) como depósitos con alto número de fósiles y con alta calidad de preservación, que incluyen partes blandas y esqueletos articulados. Los taxones extintos y actuales son marinos, con algunas excepciones de ambientes estuarinos (salinidades de 15 ppm) (Ponder y Lindberg, 2008). Las formas fósiles incluyen la subclase Ammonoidea, que se extinguió hace 65 Ma y la subclase Nautiloidea, únicos descendientes con concha externa que aún viven, y la subclase Coleoidea en la que se acomodan el resto de las especies vivientes, con dos superórdenes: decapodiformes y octopodiformes (Ponder y Lindberg, 2008).

Actualmente esta clase presenta aproximadamente 700 especies vivientes descritas (Judkins *et al.*, 2009; Young *et al.*, 2012), se caracteriza por poseer simetría bilateral y celoma bien desarrollado; la concha puede ser externa y fragmentada, interna, vestigial o ausente en la mayoría de los clados recientes. La boca se encuentra rodeada de un anillo de apéndices prénsiles (brazos y tentáculos) (Rocha, 1992). En la cabeza tiene ojos grandes y complejos (Brusca y Brusca, 2003), el cuerpo se encuentra por detrás de la cabeza, el manto forma una cavidad palial ventral amplia en la cual están las branquias (Brusca y Brusca, 2003). Los sexos están separados y existe dimorfismo sexual cuando alcanzan la madurez sexual (en la mayoría de las especies), ya que el macho desarrolla un brazo modificado para la cópula, llamado hectocótilo (Boyle y Rodhouse, 2005).

A comparación del resto de las clases de moluscos, los cefalópodos presentan mayor actividad natatoria, movimientos rápidos, avanzada capacidad visual y sistema nervioso que les permite ser altamente competitivos y eficientes depredadores, pudiendo presentar canibalismo (Nishiguchi y Mapes, 2008), este comportamiento es cuestionado dado a que se ha notado bajo condiciones de estrés a las que se someten los organismos, alterando el medio y provocando que los cefalópodos presenten este tipo de reacciones (Dr. Unai Markaida del Laboratorio de Pesquerías Artesanales- El Colegio de la Frontera del Sur Campeche *com. pers.*, septiembre de 2015).

El sistema circulatorio es cerrado con tres corazones, uno sistémico y dos branquiales. El producto principal de excreción es el amoníaco y las branquias constituyen la vía principal de eliminación de desechos nitrogenados (Rocha, 1992). El sistema básico de locomoción es la propulsión a chorro a través del sifón en octopodiformes y el aleteo en decapodiformes. La flotabilidad, para el caso de las especies con concha externa, se logra controlando las proporciones de gas y líquidos por medio del fragmacono. En especies sin concha externa, la flotabilidad se realiza por medio de la natación activa o integración de sustancias menos densas que el agua como el cloruro de amonio, lípidos ligeros, iones sulfato y gases (Rocha, 1992).

Esta clase se encuentra en todos los ambientes marinos, desde la zona intersticial hasta grandes profundidades (7 279 m) (Fig. 1) (Aldred *et al.*, 1983; Voss, 1988) abarcando todas las latitudes, desde los polos hasta la zona ecuatorial. A lo largo de su ciclo de vida, muchas especies presentan migraciones horizontales y verticales (Rocha, 1992) a profundidades que van desde los 400-1 000 m durante el día, y por la noche ascienden a 200 m de profundidad (Fig. 1); llegan a presentar un comportamiento solitario (principalmente octópodos y sepias) o grupales como algunos calamares oceánicos (Judkins *et al.*, 2009) produciendo patrones de distribución que varían dependiendo del grupo que se trate. La estrategia de vida de este grupo presenta adaptaciones metabólicas para un incremento rápido del tamaño de la población, con un ciclo de vida corto que comprende de 1 a 2 años en su mayoría, ya que especies de aguas frías llegan a vivir más tiempo, y especies de tamaños pequeños completan el ciclo en un tiempo menor a 6 meses (Judkins *et al.*, 2009).

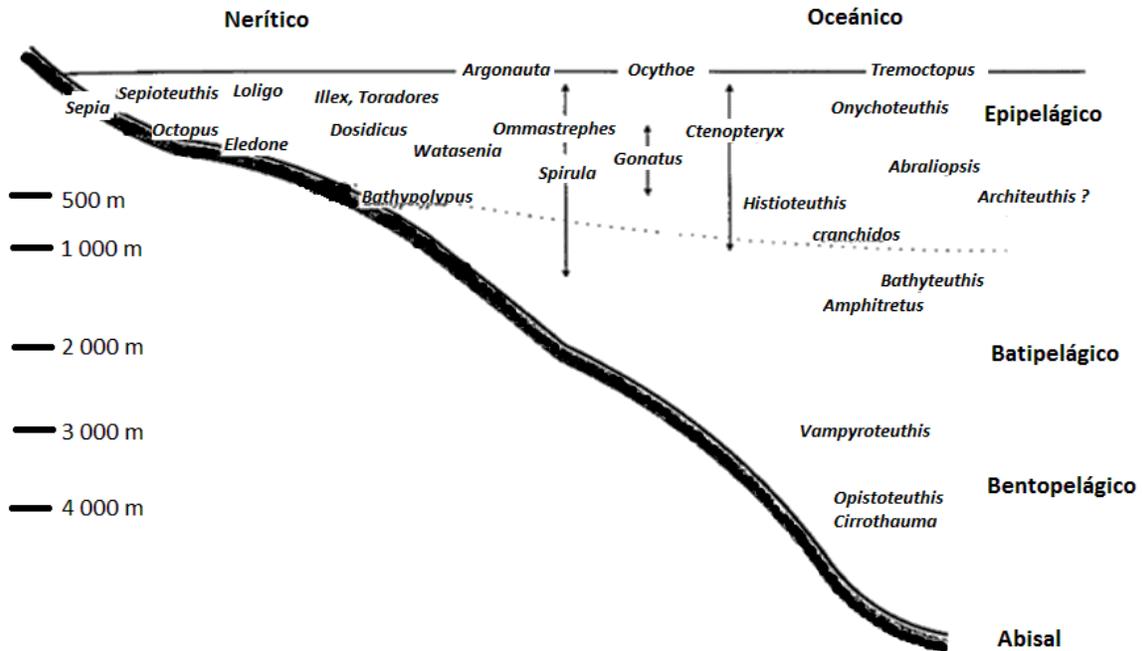


Figura 1. Distribución vertical de algunos géneros de la clase Cephalopoda en hábitats marinos (Modificado Hanlon y Messenger, 1996).

1.2 Importancia

La clase Cephalopoda ha sido de gran utilidad como modelo de varias investigaciones (Hodgkin y Huyley, 1952; Makman y Stefano, 1984) que incluyen áreas como neurobiología, comportamiento, fisiología, desarrollo, simbiosis y crecimiento (Arnold, 1962; Hanlon *et al.*, 1990; Gilly y Lucero, 1992; Boletzky, 2002; Forsythe *et al.*, 2002; Boletzky, 2003 y Lee *et al.*, 2003).

Debido a su gran abundancia y disponibilidad son económicamente importantes en industrias pesqueras (Nishiguchi y Mapes, 2008), ya que su captura provee más de 3 millones de toneladas de producto por año en todo el mundo (Jereb y Roper, 2005). En las costas de Florida, golfo de México y mar Caribe, a pesar de que habitan numerosas especies, solo alrededor de 12 especies son de alto potencial pesquero (Voss *et al.*, 1973), de las que destacan: *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, *Octopus maya* Voss y Solís-Ramírez, 1966, *Illex coindetii* (Vérany, 1839), *Doryteuthis pealeii* (Lesueur, 1821) y *Doryteuthis pleii* (Blainville, 1823).

En el ámbito ecológico, los cefalópodos representan alto porcentaje de biomasa en el océano y son eslabones esenciales en las cadenas alimenticias marinas, juegan un papel importante como depredadores (usualmente de crustáceos, peces y otros moluscos) y como presa de otros calamares, peces, aves marinas y mamíferos marinos (Boyle y Boletzky, 1996; Clarke, 1996; Croxall y Prince, 1996; Norbert y Klages, 1996).

1.3 Sistemática

La clase Cephalopoda se divide en dos subclases (Clarke y Trueman, 1988; Guerra, 1992):

La subclase Nautiloidea Agassiz, 1847, con registro fósil continuo desde el Ordovícico que actualmente consta de dos géneros (*Nautilus* Linnaeus, 1758 y *Allonautilus* Ward & Saunders, 1997), presenta concha externa y fragmentada, múltiples tentáculos (60-90) que carecen de ventosas, con 13 elementos en la rádula y un pico de quitina y carbonato de calcio (Nishiguchi y Mapes, 2008). Se conocen seis o siete especies, todas con un rango limitado de distribución en aguas tropicales del Indo Pacífico (Rocha, 1992).

La subclase Coleoidea Bather, 1888, cuyos representantes carecen de concha externa (sepias, calamares y pulpos) surgieron durante el período Devónico (400 a 345 Ma atrás) de la era Paleozoica. Las formas actuales surgieron hace 195 Ma, durante la era Cenozoica (Rocha, 1992). Los cefalópodos de esta subclase presentan de ocho a diez apéndices (brazos y tentáculos) con ventosas, siete elementos de la rádula modificados y un pico quitinoso. La concha puede ser interna y reducida (*Spirula* Lamarck, 1799) o ausente. Esta subclase consta de dos superórdenes: a) Octopodiforme con ocho apéndices prensiles (octópodos y vampiromorfa) y b) Decapodiforme con ocho brazos y dos tentáculos (calamares y sepias) (Young *et al.*, 2012).

En los últimos 30 años, la sistemática de los cefalópodos ha presentado cambios drásticos, ya que las investigaciones se han incrementado en todo el mundo (Judkins *et al.*, 2009). En general, las familias actuales se encuentran bien resueltas y aceptadas, por lo que la categoría de especie puede ser bien ubicada a familias (Jereb y Roper, 2005). Sin embargo, las relaciones filogenéticas entre las familias dentro de las categorías superiores permanecen inciertas, y pueden ser resueltas mediante investigaciones moleculares (Vecchione, 2002).

La clasificación sistemática de la clase Cephalopoda que se usará en el presente trabajo es el esquema presentado por Young, Vecchione y Mangold (2012) en “The Tree of Life Project” que difiere de la clasificación de Naef (1921-1923), en la posición de los Octopodiformes y sus dos órdenes. La clasificación se deriva de un análisis cladístico que presenta cambios recientes en los pulpos incirrados (Strugnell *et al.*, 2013) basados en la morfología. Esta clasificación incorpora aspectos moleculares, de biodiversidad, morfología e historia evolutiva (Young *et al.*, 2012), por lo que posee mayor información que la respalde.

1.4 Estructura Comunitaria

El concepto de comunidad se ha definido numerosas veces a partir de un gran número de investigaciones sobre diversidad a lo largo de la historia, esto genera la necesidad de definir y delimitar la comunidad (Magurran, 1989). Una comunidad es una población mixta, formada por individuos de diferentes especies que viven en un espacio continuo, delimitado de manera convencional, que interactúan tanto directa como indirectamente (Margalef, 2005; Smith, 2006). Dado que se trata de una definición espacial; es decir, el conjunto de especies que ocupan un lugar que posee un límite definido y es complejo estudiar toda una comunidad completa, se utiliza esta definición en sentido restringido como un subsistema de especies tales como las comunidades de grupos funcionales o taxonómicos (ej. cefalópodos), así este término sugiere una relación o similitud entre los miembros de su taxonomía, en respuesta al ambiente o en el uso de recursos (Smith, 2006).

Las comunidades poseen atributos que difieren de aquellos individuos que la componen y que tienen significado solo con referencia al conjunto (Smith, 2006), estos atributos permiten que el análisis de una comunidad se pueda realizar a partir del número de especies, abundancias y sitios (Bakus, 2007; Smith, 2006), lo que se denomina estructura comunitaria. La estructura comunitaria se explica por medio relaciones tróficas de las especies que interactúan en las comunidades, zonación, grupos funcionales y a partir de la diversidad, como el presente trabajo enfocado en un análisis de riqueza y diversidad alfa y beta de las comunidades de cefalópodos en la porción mexicana del golfo de México.

II. ANTECEDENTES

Las primeras menciones de cefalópodos en el golfo de México (GM), fueron hechas por LeSueur (1821) al registrar *Ancistrocheirus lesueurii* (d'Orbigny, 1842), posteriormente Orbigny (1839) retomó esta especie en su obra monumental "Voyage dans l'Amérique Méridionale" (Voss, 1956). Howell (1868), describió *Loligo hemiptera* de la región superior del GM, sin embargo, Voss (1956) demostró que la especie descrita era *Lolliguncula brevis* (Blainville, 1823). Verrill (1882), en su reporte de cefalópodos de la costa noreste de Estados Unidos (EE.UU.), listó *Sepioteuthis sepioidea* (Blainville, 1823), *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny, 1835), *Lolliguncula brevis* (Blainville, 1823), *Sthenoteuthis pteropus* (Steenstrup, 1855) y *Ommastrephes bartramii* (Lesueur, 1821). Consecutivamente, Robson (1932), Johnson (1934) y Adam (1937) describieron la fauna de cefalópodos de la zona, entre ellos, *Octopus mercatoris* Adam, 1937 (Salcedo-Vargas, 1991). Años más tarde, se publicó un estudio de octópodos del litoral atlántico occidental en la costa de Florida, con tres especies: *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, *Octopus briareus* Robson, 1929 y *Octopus joubini* Robson, 1929 (Pickford, 1945). Todos los registros corresponden a todo el golfo de México (*sensu stricto*).

En 1950 se publicó el primer registro de una nueva especie del GM denominada *Amphioctopus burryi* (Voss, 1950) y una serie de artículos sobre cefalópodos de la región oeste, con una pequeña porción para México (Voss, 1956). Voss (1954) publicó una parte de la revisión de cefalópodos de Miami y el GM con un total de 26 especies. Este autor en 1956, realizó una revisión más completa de especies de la clase Cephalopoda, reportadas para todo el GM, en la que describió e ilustró 42 especies de 35 géneros, dentro de los cuales se describieron 4 especies nuevas de un género. En esta publicación indicó que menos del 10 % de cefalópodos eran endémicos, confinados aparentemente a especies bentónicas (Voss, 1956) y fue de gran relevancia al considerarse la primera publicación que listó especies de la clase Cephalopoda distribuidas en su mayoría en la región norte del GM, y una porción en aguas mexicanas dentro del mismo golfo.

Voss (1954) publicó resultados de estudios realizados por el buque de investigación del Woods Hole Oceanographic Institution de Atlántida en el Índico oeste, en los cuales describió nuevas especies: *Selenoteuthis scintillans* Voss, 1959, una monografía de la familia Lycoteuthidae

(1962) y con Solís (1966) una nueva especie *Octopus maya* Voss y Solís Ramírez, 1966, estudió específicamente la fauna del golfo y hasta ese momento, 84 especies fueron registradas con base en los resultados de estudios de ALAMINOS (Salcedo-Vargas, 1991).

A partir de la gran contribución de Voss, se realizaron numerosas investigaciones referentes a la sistemática y zoogeografía, entre ellas Roper (1964; 1966), Roper *et al.* (1969), Young y Roper (1969), Nesis (1975; 1987), Lipka (1975), Hanlon *et al.* (1980), Nesis y Nikitina (1981) Hanlon (1983) y Passarella (1990). Salcedo-Vargas (1991) realizó un trabajo con el objetivo de actualizar la lista de verificación nominal de las especies de cefalópodos reportadas para el GM, en aguas mexicanas. Trabajó con 545 ejemplares, distribuidas en 31 familias, 85 géneros y 71 especies de las cuales describió ocho especies endémicas: *Rossia bullisi* Voss, 1956, *Rossia tortugaensis* G. L. Voss, 1956, *Austrorossia antillensis* (Voss, 1955), *Semirossia equalis* (Voss, 1950), *Sepioteuthis sepioidea* (Blainville, 1823), *Pickfordiateuthis pulchella* Voss, 1953, *Octopus joubini* Robson, 1929 y *Octopus maya* Voss y Solís Ramírez, 1966. Sin embargo, este último trabajo presenta algunas identificaciones que pueden ser cuestionadas (Judkins, *et al.*, 2009).

En el GM, los octópodos y calamares son comunes (Vecchione, 2002), la fauna carece de nautiloideos y sepias verdaderas, sin embargo, se incluyen grupos como sepiolidos, myopsidos, oegopsidos, octópodos y vampiromorfa, siendo la fauna del sur de Florida mejor conocida que el resto. Vecchione (2002), registró para todo el Océano Central Atlántico Occidental 17 especies en aguas mexicanas y dos especies con posible distribución en México reportadas en la FAO: Western Central Atlantic (2002). Judkins *et al.* (2009) en recientes estudios calculó un aproximado de 109 especies de cefalópodos en 31 familias para el atlántico central oeste y áreas adyacentes (GM y mar Caribe).

Es necesario actualizar la sistemática y realizar un análisis de la estructura comunitaria de la clase Cephalopoda específica para México, incluyendo mayor número de registros de colecciones mexicanas, y revisión de catálogos digitales estadounidenses, a diferencia de los trabajos mencionados anteriormente que presentan resultados para todo el GM.

III. JUSTIFICACIÓN

El golfo de México está ubicado en una zona de transición entre clima tropical y subtropical, con una batimetría que varía considerablemente (Lara-Lara *et al.*, 2008), presenta características peculiares que determinan la condición de interconectividad de los ecosistemas regionales que definen la estructura, funcionalidad y mantenimiento de la biodiversidad de ecosistemas pelágicos descritos por Arenas y Salas (2005) como los giros anticiclónicos y ciclónicos procedentes de la corriente del Lazo, la variable presencia de un amplio giro ciclónico en la bahía de Campeche que determina los reclutamientos de las comunidades locales, la variación en intensidad del flujo de agua continental y la presencia de estructuras artificiales dedicadas a la extracción de petróleo, que constituyen una nueva red de interconectividad para comunidades bénticas y pelágicas, determinando el éxito de reclutamiento de diversas estrategias de vida.

La presencia de estas características puede ser abordada y analizada a partir del conocimiento de la estructura de comunidades. Este trabajo se enfoca al estudio de la clase Cephalopoda puesto que su presencia en el golfo es relevante y poco detallada. Aunado a esto, es necesario hacer estudios en la región al tratarse de una clase de gran importancia pesquera, ya que las costas de Florida, golfo de México (GM) y mar Caribe son regiones en las que la pesca intensiva ha existido durante muchos años y se tiene poca información sobre el tamaño del stock y distribución de especies de cefalópodos comunes y abundantes (Rathjen, 1991), además de tener gran importancia ecológica y evolutiva.

Este trabajo pretende ser el primer análisis de estructura comunitaria (diversidad, distribución y abundancia), así como una actualización sistemática de la clase Cephalopoda en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del GM, mediante un análisis de los ejemplares en las colecciones y registros bibliográficos que se presentan para el mar territorial mexicano con la finalidad de contribuir a una línea base de futuras investigaciones.

IV. OBJETIVO

Conocer la estructura comunitaria (riqueza, abundancia y distribución) de la clase Cephalopoda distribuida en aguas del territorio mexicano del Golfo de México, a partir de la revisión de bibliografía especializada, colecciones mexicanas y bases de datos de colecciones estadounidenses con registros en el área de estudio.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Contribuir al conocimiento de los cefalópodos del golfo de México, mediante la realización de un muestreo prospectivo en la zona de los Tuxtlas, Veracruz para estimar la riqueza específica de la clase en esta zona.
- Conocer la composición específica y riqueza de especies de la clase Cephalopoda reportada para el golfo de México, con base en la revisión de ejemplares de tres colecciones mexicanas, nueve bases de datos de colecciones estadounidenses y cinco fuentes de bibliografía especializada.
- Analizar los patrones de riqueza, abundancia, diversidad y distribución para la clase Cephalopoda en aguas territoriales del océano Atlántico.
- Determinar si existe una relación entre la abundancia de cefalópodos y el gradiente latitudinal.

V. ÁREA DE ESTUDIO

5.1 Generalidades

El golfo de México (GM) se localiza entre los 18° y 30° N y 82° y 98° W. Es una frontera internacional de México, Estados Unidos y Cuba hacia la región del gran Caribe, en la zona noroccidental tropical, subtropical y templada del océano Atlántico (Lara-Lara *et al.*, 2008). El territorio correspondiente a EE. UU. suma alrededor de 2 934 km de litoral, mientras que, en México cinco estados bordean el golfo (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán) y uno la costa del Caribe (Quintana Roo), que representan 3 200 km de costa (Lara-Lara *et al.*, 2008). La profundidad del golfo, en promedio, es de 1 615 m, alcanzando un máximo de 4 000 m en la región central (Fig. 2) (Lara-Lara *et al.*, 2008).

El GM es una cuenca semicerrada que se comunica con el océano Atlántico y con el mar Caribe, por el estrecho de Florida y por el canal de Yucatán, respectivamente (Monreal y Salas, 1997). La parte occidental tiene una extensión de Norte a Sur de 1 300 km, mientras que las regiones

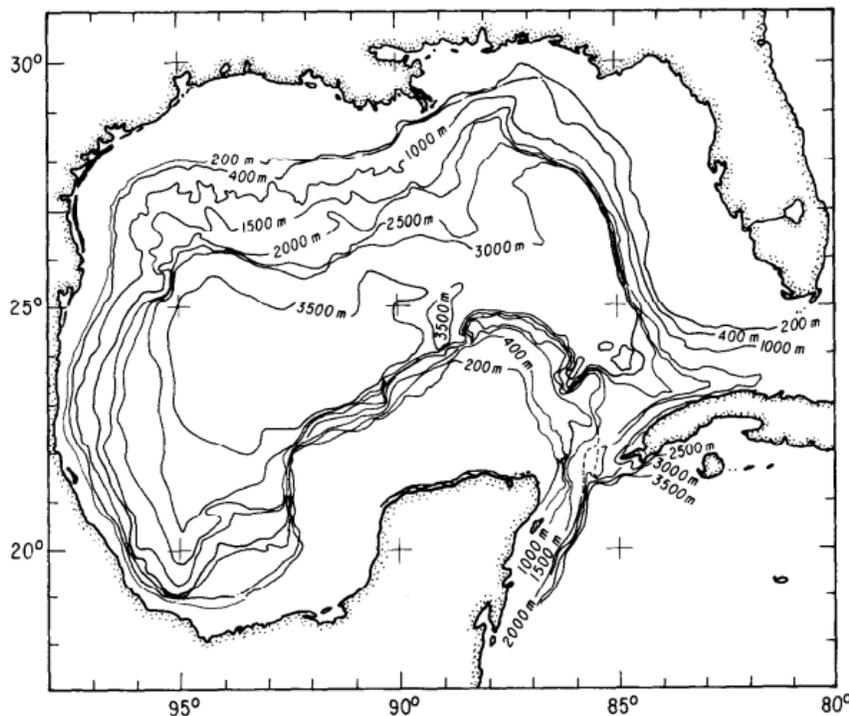


Figura 2. Batimetría del golfo de México (Tomado de Martínez-López y Parés-Sierra, 1998).

central y oriental promedian 900 km. Recibe un enorme volumen de agua dulce de origen continental cuyas aportaciones varían notablemente espacial y temporalmente (Riley, 1937).

La dinámica oceanográfica del GM se encuentra influida por una corriente proveniente del mar Caribe que penetra por el estrecho de Yucatán, denominada corriente del Lazo (Fig. 3), y sale por el estrecho de Florida sumándose a otros flujos en la corriente del Golfo (Vukovich, 1988; Vidal *et al.*, 1994). Esta corriente se caracteriza por la inestabilidad de su ruta y variación de intensidad a lo largo del año, provocando mayor o menor penetración dentro de la cuenca del golfo. Presenta un flujo anticiclónico y en consecuencia un amplio núcleo central cálido con propiedades conservativas (Wiseman y Strurges, 1999).

La productividad del golfo depende de las interacciones de procesos terrestres y marinos que convergen en la zona costera, condicionados por procesos climáticos, meteorológicos e hidrológicos. La distribución y concentración de clorofila α (índice de biomasa de fitoplancton) sugiere que el golfo sea considerado oligotrófico, siendo la plataforma del norte del golfo y la porción frente al sur de Florida las zonas de alta biomasa fitoplanctónica (Bogdanov *et al.*, 1968; Müller-Karger, 1991).



Figura 3. Corriente del Lazo (Modificado de National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA).

5.2 Regiones oceánicas, provincias marinas y ecorregiones

La zona marítima de jurisdicción nacional de México comprende 3 149 920 km², de los cuales 2 918 107 km² forman parte de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) y 231 813 km² del mar territorial (Fig.4a); este trabajo se enfoca a la costa del Atlántico que se divide en dos regiones oceánicas: IV. Golfo de México y V. Caribe mexicano (Fig. 4b) (Lara-Lara *et al.*, 2008). La World Wild Life divide al golfo de México en tres provincias marinas: IV. Suroeste del Golfo de México, V. Banco de Campeche, VI. Caribe Mexicano (Fig. 4c). Wilkinson *et al.* (2009) presentan una división del GM en dos ecorregiones marinas “larga unidad de agua que contiene un conjunto de comunidades naturales geográficamente diferenciadas que comparten la mayor parte de sus especies y dinámicas ecológicas, presentan condiciones ambientales similares, e interactúan ecológicamente en aspectos cruciales para su persistencia a largo plazo”: 13. Golfo de México Norte y 14. Golfo de México Sur (Fig. 4d).

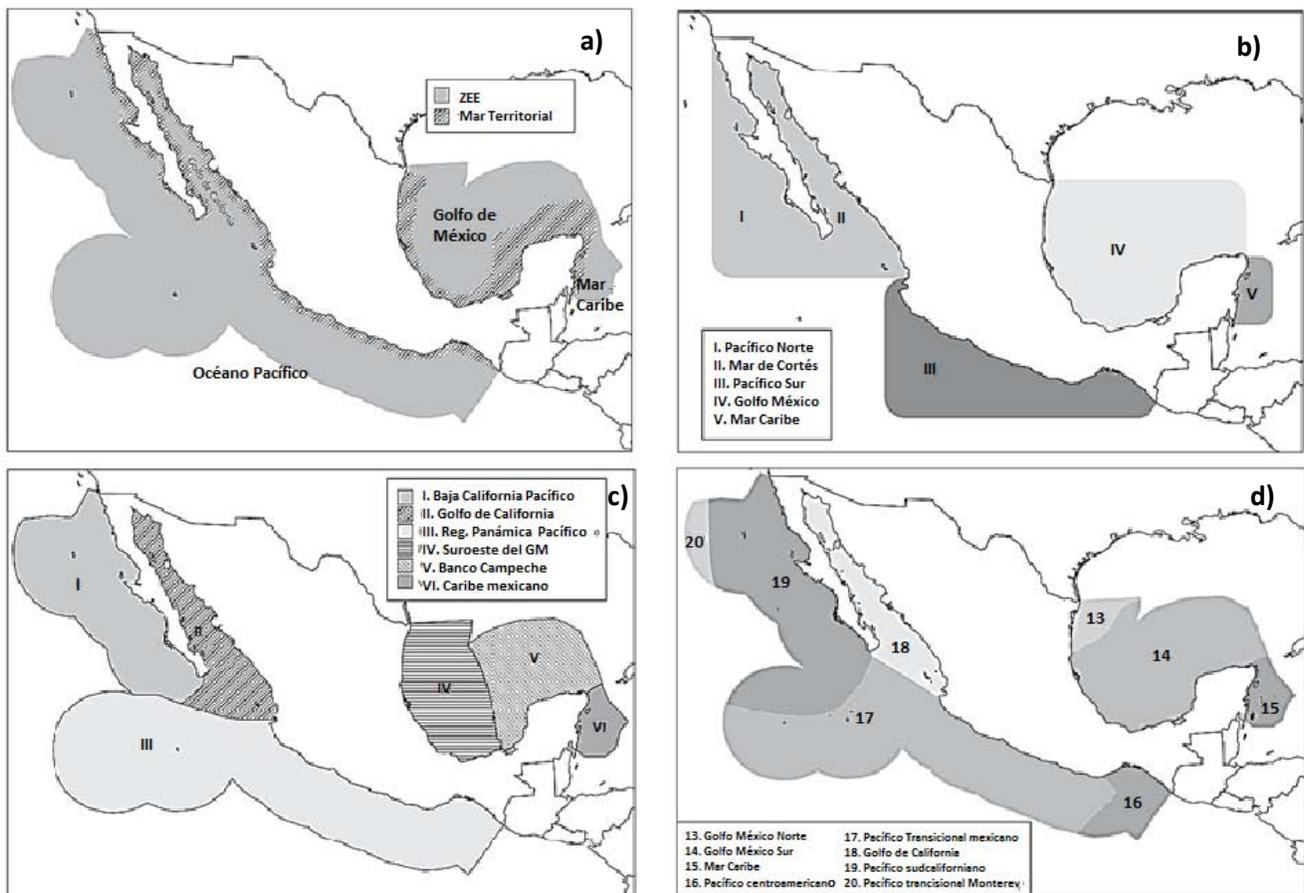


Figura 4. a) Zona Económica Exclusiva y Mar Territorial de México; b) Regiones oceánicas de México; c) Provincias marinas de México y d) Ecorregiones marinas de México (Modificado Lara-Lara *et al.*, 2008.)

5.3 Área de trabajo en campo

El trabajo en campo se realizó en dos localidades, la playa Montepío ($18^{\circ} 28' 31''$ N, $95^{\circ} 17' 58''$ O) ubicada en el municipio de San Andrés Tuxtla (Fig. 5), al suroeste del estado de Veracruz y la playa Balzapote ($18^{\circ} 40' N$, $95^{\circ}10' O$). La playa de Montepío es de tipo rocoso (hábitat preferencial para los octópodos bentónicos) con material volcánico creado por derrames basálticos del Pleistoceno (Ríos-Macbeth, 1952), se extiende hasta 60 m de la costa a una profundidad máxima de 1.5 m (Hernández-Álvarez y Álvarez, 2007).

La playa de Balzapote se encuentra ubicada a pocos kilómetros de Montepío con características similares a la misma, sin embargo, Balzapote ha sufrido cambios en el ecosistema, debido a la construcción de un puerto (obra que nunca concluyó), con la finalidad de extraer roca de relleno para la construcción del gran puerto de Veracruz y presenta baja diversidad de especies submarinas en la costa (Rosamond Coates Lutes, Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, Instituto de Biología-Universidad Nacional Autónoma de México, *com. pers.* abril 2013). La intención de estos muestreos fue conocer la composición y riqueza específica de la clase Cephalopoda, para contribuir al conocimiento de los cefalópodos en este estado.

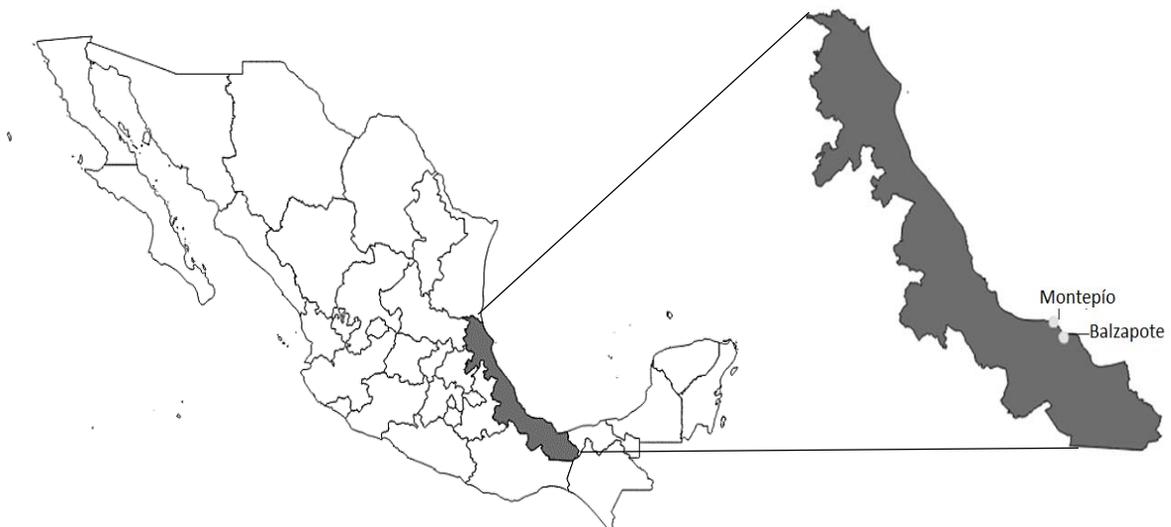


Figura 5. Área de estudio del trabajo en campo: Montepío y Balzapote, Veracruz (zona sombreada).

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Trabajo de campo

Se realizaron tres salidas a campo en los meses de abril, junio y agosto de 2013, a playa Montepío y playa Balzapote, cada una con una duración de tres días. Para cada día de muestreo (8-9 h por día), se colocaron dos tipos de trampas submarinas en profundidades menores a 2 m para la recolección de organismos del orden Octopoda: I) Macetas de plástico con una abertura de medio círculo (Fig. 6a), fijadas con lastres (2 kg) en la parte superior; y II) Trampas cilíndricas de alambre recubiertas con maya oscura ancladas al sustrato por medio de estacas y cable de acero inoxidable para tener mayor resistencia contra la marejada (Fig. 6b), las cuales se revisaron 24 hrs después.

Después de colocar las trampas se realizó la búsqueda de organismos del orden Octopoda usando visor y snorkel (en el mes de agosto se realizaron tres inmersiones de buceo autónomo con duración de 40 minutos cada una a una profundidad máxima de 10 m). Cuando se observaron los organismos de interés se les lanzó una pequeña cantidad de cal (CaO), contenida en botellas pequeñas de plástico con dosificadores, para lograr que el pulpo saliera de los espacios de las rocas, e inmediatamente se metieron en bolsas de red. Una vez en la costa, se colocaron en una hielera con una solución de agua de mar y etanol al 3 % para anestésiarlos y preservarlos posteriormente. Se realizó una visita al mercado de Catemaco en el mes de junio donde se compró un cefalópodo. Los organismos se llevaron a la Estación de Biología de los Tuxtlas del IB- UNAM donde se identificaron con ayuda de la clave taxonómica (Vecchione, 2002), se prosiguió a fijarlos en etanol al 70 % para depositarlos en la Colección Malacológica "Dr. Antonio García-Cubas" (COMA-ICMyL-UNAM).

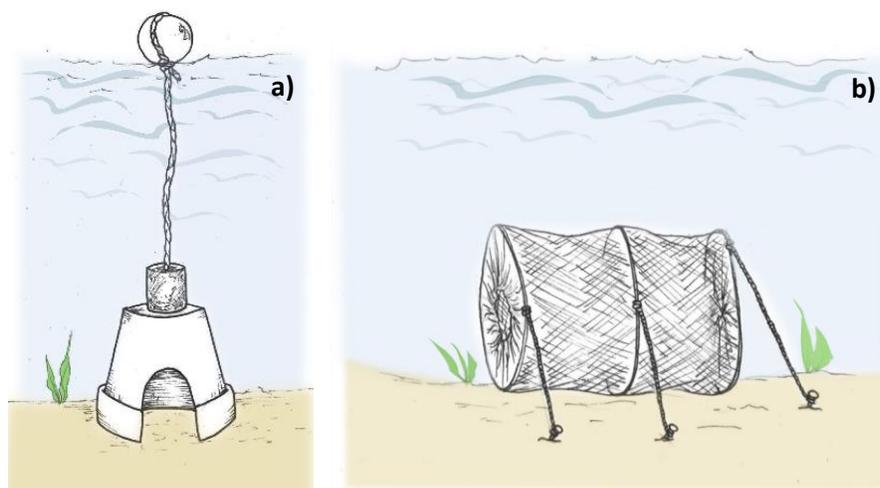


Figura 6. Trampas colocadas en playa Balzapote y Montepío: a) Tipo I; b) Tipo II.

6.2 Trabajo de gabinete

Se visitaron tres colecciones mexicanas: Colección Malacológica “Dr. Antonio García-Cubas” (COMA) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México (ICML-UNAM) a cargo de la Dra. Martha Reguero; Colección Nacional de Moluscos (CNMO) del Instituto de Biología (IB-UNAM), bajo la curación de la Dra. Edna Naranjo y Colección del Laboratorio de Ecología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas “Ma. Guadalupe López Magallón” (CLEMGLM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), a cargo de la M. en C. Aurora González. Se identificaron todos los ejemplares de cefalópodos recolectados en el golfo de México usando claves taxonómicas Vecchione (2002) y Jereb y Roper (2010) y se tomaron los datos de recolecta que estuvieran disponibles. Posterior a esto, los datos obtenidos se registraron en una base de datos para su análisis. En este trabajo, estos datos serán denominados *valores reales de colecciones*.

Se realizó una búsqueda bibliográfica especializada en artículos de investigación, guías taxonómicas y libros de la fauna malacológica de la clase Cephalopoda, para obtener las especies que han sido reportadas para el océano Atlántico occidental, específicamente en aguas mexicanas, y se colocaron en la base de datos como *valores reportados*, al no presentar información referente a la abundancia.

Por otro lado se realizó una búsqueda de la fauna de la clase Cephalopoda específica para México en bases de datos electrónicas de colecciones de nueve instituciones estadounidenses mencionadas a continuación: Academy of Natural Sciences of Drexel University (ANSDU); Invertebrate Zoology California Academy of Sciences (CAS); Field Museum of Natural History Zoology Invertebrate Collection (FMNH); Florida Museum of Natural History (FLMNH); National Museum of Natural History Smithsonian Institution (NMNHI); The Museum of comparative Zoology of Harvard University (MCZHU); The Peabody Museum of Yale University (PMYU); The Deepwater Program: Northern Gulf of Mexico Continental Slope Habitat and Benthic Ecology-DgoMB (DP) y Research Institute for Gulf of Mexico Studies (RIGM). A este conjunto de datos también se les denominó *valores reales de colecciones* puesto que presentan información tanto de composición específica, como de abundancia de especies.

6.3 Análisis de datos

6.3.1 Composición específica

Se construyó una base de datos que reúne la información básica de los organismos presentes en colecciones mexicanas, estadounidenses, salidas a campo y bibliografía especializada correspondiente a la clase Cephalopoda perteneciente a la porción marina mexicana del golfo de México (GM). Posteriormente se realizó la actualización sistemática para actualizar las sinonimias usando el “Word Register of Marine Species” bajo el esquema de clasificación de Young *et al.* (2012).

6.3.2 Estructura comunitaria

Los resultados se presentan en dos apartados, el primero referente al trabajo en campo y el segundo con tres grandes categorías pertenecientes al trabajo en gabinete: colecciones estadounidenses, colecciones mexicanas y bibliografía especializada, en las cuales se analizó la composición específica.

Se llevó a cabo el análisis de la estructura comunitaria a partir de la diversidad alfa (usando el software PRIMER 5 y 6 para Windows 8) y beta (usando el software PRIMER 5 para Windows XP), tomando en cuenta el número de individuos reportados en colecciones mexicanas y estadounidenses (solo se utilizaron los registros que presentaban el número de individuos) por regiones oceánicas, provincias marinas, ecorregiones y estados que engloban la porción de aguas mexicanas en el GM. A las especies que no presentaron la ubicación específica se les asignaron las coordenadas más aproximadas según el estado mexicano y localidad en la que se reportaron por medio de Google Earth. Para los registros sin número de organismos se les asignó un mínimo de uno, con la finalidad de realizar un análisis hipotético de la estructura comunitaria que incluyera el total de los registros, a los que se les denominará *registros hipotéticos* (incluyen registros de colecciones que no indican el número de individuos y valores reportados de bibliografía), esto para comparar los valores reales de colecciones con los registros hipotéticos.

a) Diversidad Alfa

La diversidad alfa (α) se conoce como la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se le considera homogénea (Whittaker, 1972); evalúa la diversidad presente dentro de las comunidades (Moreno, 2001) y puede ser medida por:

Riqueza específica:

Riqueza de especies (S):

Número total de especies presentes en cada una de las colecciones y reportes bibliográficos para aguas mexicanas del golfo de México. La abundancia (N) se considera como el número total de individuos de cada especie.

Curva de acumulación de especies:

Representa el número de especies acumulado, frente al esfuerzo de muestreo (colecciones mexicanas, estadounidenses y literatura especializada), para estandarizar las estimas de riqueza en cada una de las fuentes de trabajo (Jiménez-Valverde, 2001). Busca extrapolar el número de especies observado para estimar el total de especies que estarían presentes en el área de estudio (Ugland *et al.*, 2003).

Se realizaron dos curvas de acumulación de especies para comparar los valores reales de colecciones y los valores reportados mediante el software *PRIMER Version 6*. La primera curva de acumulación contempló todos los registros de la clase Cephalopoda reportados para el GM presentes en colecciones (mexicanas y estadounidenses) y literatura especializada; mientras que la segunda curva tomó en cuenta aquellos registros que presentaron el número de ejemplares, donde se excluyó la literatura específica.

Se utilizaron estimadores no paramétricos que se basan en el supuesto de que en la naturaleza no existen individuos solos, sino poblaciones (Villareal *et al.*, 2006); además de no asumir el tipo de distribución del conjunto de datos y no se ajustan a un modelo determinado (Smith y van Belle, 1984; Palmer, 1990; Colwell y Coddington, 1994), puesto que se trabajó con una matriz de presencia ausencia (Villareal *et al.*, 2006), siendo los estimadores Jackknife de primer y segundo orden los más aproximados.

Índice de Margalef (D_{Mg}):

Se calculó el índice de Margalef, para obtener una estimación de riqueza de especies. Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra y supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos, cuando esto no se mantiene, el índice varía con el tamaño de la muestra (Moreno, 2001). Su valor es igual a 0 cuando hay una sola especie y valores inferiores a 2 indican una baja biodiversidad, mientras que valores superiores a 5 indican una región de alta biodiversidad.

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

S = Número de especies

N = Número total de individuos

Estructura de la comunidad: Índices de abundancia Proporcional

Índices de dominancia:

Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Magurran, 1988; Moreno, 2001). Los índices se calcularon con ayuda del Software *PRIMER 5*.

- Índice de Simpson ($1 - \lambda$):

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está influido por la importancia de las especies dominantes (Peet, 1974; Magurran, 1988). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad se calculó mediante $1 - \lambda$ (Lande, 1966). Entre más se acerque este valor a 1, se infiere una menor dominancia y por tanto mayor biodiversidad.

$$1 - \lambda = 1 - \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índices de diversidad y equidad:

Toman en cuenta la representatividad de las especies y la abundancia relativa por cada especie en una comunidad.

- Índice de Shannon (H'):

Se calculó para conocer la diversidad en cada región con \log_2 , que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Peet, 1974; Magurran, 1988), asumiendo que todos los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- Índice de Pielou (J'):

Mide la proporción de la diversidad observada tomando en cuenta el índice de Shannon con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001). Los valores de este índice oscilan entre 0 y 1, donde 1 representa una situación en la que todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1983).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

H' = Diversidad observada

H'_{max} = Diversidad esperada (lnS)

S= Riqueza de especies

b) Diversidad beta

La diversidad beta es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972), se basa en proporciones o diferencias entre hábitats dentro de un mismo ecosistema (Magurran, 1988). Para medir este tipo de biodiversidad se utilizan índices de similitud y disimilitud entre muestras (Meffe y Carroll, 1997).

Bray-Curtis

Se evaluó el grado de similitud entre comunidades con un análisis de agrupamiento de Bray-Curtis, que trabaja con proporciones de 0 a 100 dependiendo del grado de similitud que hay entre comunidades, los cinco estados mexicanos que bordean el GM se tomaron en cuenta como límite de comunidades. El dendrograma se generó para los estados, mostrando el grado en el que dos muestras (estados) son semejantes por las especies presentes en ellas (Pielou, 1975; Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995).

6.3.3 Análisis abundancia-latitud

Regresión lineal

Se realizó un análisis de regresión lineal con los registros que presentaron la abundancia de especies usando el software *Minitab 17* para *Windows 8.1*, con la finalidad de evaluar la relación entre la abundancia de los ejemplares y la latitud en la que fueron encontrados.

VI. RESULTADOS

7.1 Trabajo en campo

De las tres salidas a campo realizadas (abril, junio y agosto de 2013) la colocación de las trampas tipo I y II fueron inapropiadas para el oleaje constante que presentaron las playas de Montepío y Balzapote, ya que, impidió que se mantuvieran firmes y ancladas al sustrato, aún con el peso que se les colocó encima.

7.1.1 Composición específica

Para el mes de junio se registró una especie (*Octopus briareus*) en el mercado de Catemaco. En agosto se obtuvieron cinco organismos por el método de snorkel y buceo autónomo (Tabla 1) pertenecientes a la familia Octopodiade. La localidad de Montepío mostró dos géneros y tres especies (*Octopus maya*, *Amphioctopus burryi* y *Octopus vulgaris*), mientras que la localidad de Balzapote obtuvo un género y especie (*Amphioctopus burryi*). Las identificaciones fueron corroboradas por el Dr. Unai Markaida del Laboratorio de pesquerías artesanales ECOSUR-Campeche. La sistemática (Young *et al.*, 2012) de estos ejemplares se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Lista sistemática de los cefalópodos encontrados en las localidades de Balzapote, Montepío y Catemaco, Veracruz.

Phylum MOLUSCA

Clase CEPHALOPODA

Subclase COLEOIDEA Bather, 1888

División NEOCOLOIDEA Haas, 1997

Superorden OCTOPODIFORMES Berthold y Engeser, 1987

Orden OCTOPODA Leach, 1818

Suborden INCIRRATA Grimpe, 1916

Superfamilia OCTOPODOIDEA d'Orbigny, 1839

Familia OCTOPODIDAE d'Orbigny, 1839

Género *Amphioctopus* P. Fischer, 1882

Amphioctopus burryi (Voss, 1950)

Género *Octopus* Cuvier, 1798

Octopus maya Voss y Solís Ramírez, 1966

Octopus vulgaris Cuvier, 1797

Octopus briareus Robson, 1929

7.2 Trabajo de gabinete

La COMA presentó una base de datos correspondiente a la clase Cephalopoda del golfo de México (GM) que se completó con las coordenadas geográficas de Barrientos (1993) en las que fueron recolectados los ejemplares. Se encontró un total de nueve especies y se incorporó el material de la salida a campo, siendo los únicos ejemplares del orden Octopoda para el GM en esta colección (Tabla 2). Respecto CNMO se revisaron 48 individuos y se identificaron cinco especies para el GM, se actualizó la sistemática de las especies y se hizo labor curatorial en los ejemplares revisados. En la CLEMGLM se revisó el 15 % de la colección, se reidentificaron 10 ejemplares en cuatro especies (Tabla 2). Se hizo la actualización de la sistemática y labor curatorial, ya que los ejemplares se encontraban en formol y en mal estado. Todas las especies se tomaron en cuenta para el análisis de la estructura de la comunidad en el apartado de Colecciones Mexicanas (Trabajo de Gabinete).

Tabla 2. Número total de especies e individuos de la clase Cephalopoda pertenecientes al mar territorial del golfo de México en colecciones mexicanas.

COMA: Colección Malacológica “Dr. Antonio García-Cubas” (ICMyL-UNAM); CNMO: Colección Nacional de Moluscos (IB-UNAM); CLEMGLM: Colección del Laboratorio de Ecología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas “Ma. Guadalupe López Magallón” (IPN).

Colecciones mexicanas	No. total de especies	No. total de Individuos
COMA	9	829
CNMO	5	48
CLEMGLM	4	10

7.2.1 Composición específica

Basándose en la clasificación de Young *et al.* (2012) se elaboró un listado con la composición específica de todos los registros tomados en cuenta en este trabajo (Tabla 3). Esta clasificación contempla seis órdenes bien ubicados sistemáticamente y un orden incierto que agrupa la superfamilia Bathyteuthoidea Young *et al.*, (2012), con las familias Bathyteuthidae Pfeffer, 1900, Chtenopterygidae Grimpe, 1922 e Idiosepiidae Fischer, 1882.

En la tabla 3 se muestra un total de 100 especies a partir de 437 registros de las diversas fuentes consultadas en el presente trabajo (Anexo I). Los ejemplares se ubicaron en la subclase Coleoidea, en dos superórdenes: a) Octopodiforme con dos órdenes (Vampyromorpha y Octopoda), dos subórdenes (Cirrata e Incirrata), dos superfamilias (Argonautoidea y Octopodidea) y 8 familias; b) Decapodiforme, con cuatro órdenes (Oegopsida, Myopsida, Sepioidea y Spirulida), un suborden (sepiolida), 23 familias y un orden incierto con dos familias (Tabla 4).

Tabla 3. Número de taxones e individuos de la clase Cephalopoda considerando todos los registros tomados en cuenta en el presente trabajo. s/d= Sin datos

	SUBCLASES	SUPERÓRDENES	ORDENES	SUBORDEN	SUPERFAMILIAS	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	No. INDIVIDUOS	No. REGISTROS
Colecciones mexicanas	1	2	3	1	1	3	6	10	887	100
Colecciones estadounidenses	1	2	7 *	3	2	25	57	71	37	133
Literatura Especializada	1	2	7*	3	3	29	64	89	s/d **	204
Total	1	2	7 *	3	3	30	65	100	924	437

**Sin datos sobre el número de individuos.

* Incluye el orden incierto según la clasificación de Young *et al.* (2012).

Tabla 4. Sistemática hasta el nivel de familia de la clase Cephalopoda para los ejemplares contemplados en el presente trabajo.

Subclase: Coleoidea Bather, 1888				
División: Neocoleoidea Haas, 1997				
Superorden	Orden	Suborden	Superfamilia	Familia
Octopodiformes Berthold y Engeser, 1987	Vampyromorpha Robson, 1929			Vampyroteuthidae Thiele, 1915
	Octopoda Leach, 1818	Cirrata Grimpe, 1916		Opisthoteuthidae Verrill, 1896
		Incirrata Grimpe, 1916	Argonautoidea Naef, 1912	
				Argonautidae Cantraine, 1841
				Ocythoidae Gray, 1849
				Tremoctopodidae Tryon, 1879
			Octopodoidea d'Orbigny, 1839	Octopodidae Orbigny, 1839
				Amphitretidae Hoyle, 1886
				Architeuthidae Pfeffer, 1900
	Decapodiformes Leach, 1817	Oegopsida Orbigny, 1845		
				Joubiniteuthidae Naef, 1922
				Mastigoteuthidae Verrill, 1881
				Cranchiidae Prosch, 1847
				Cycloteuthidae Naef, 1923
				Ancistrocheiridae Pfeffer, 1912
				Enoploteuthidae Pfeffer, 1900
				Lycoteuthidae Pfeffer, 1908
				Pyroteuthidae Pfeffer, 1912
				Histioteuthidae Verrill, 1881
				Lepidoteuthidae Naef, 1912
				Octopoteuthidae Berry, 1912
				Pholidoteuthidae Voss, 1956
				Ommastrephidae Steenstrup, 1857
				Onychoteuthidae Gray, 1847
			Thysanoteuthidae Keferstein, 1866	
	Myopsida Naef, 1916			Loliginidae Lesueur, 1821
	Sepioidea Naef, 1916	Sepiolida Naef, 1916		Sepiolidae Leach, 1817
	Spirulida Haeckel, 1896			Spirulidae Owen, 1836
	Incierto		Bathyteuthoidea Young <i>et al.</i> 2012	Bathyteuthidae Pfeffer, 1900
				Chtenopterygidae Grimpe, 1922

a) Colecciones mexicanas

Se obtuvieron 100 registros de la clase Cephalopoda para aguas mexicanas del GM en las colecciones mexicanas la riqueza específica fue de diez especies (Anexo I) en las tres colecciones (Tabla 5) con tres familias (Octopodidae, Ommastrephidae y Loliginidae) y seis géneros (*Illex*, *Doryteuthis*, *Lolliguncula*, *Sepioteuthis*, *Amphioctopus* y *Octopus*) (Fig. 7). El género *Doryteuthis* representó el 68 % de los ejemplares y *Octopus* el 16 % ambos fueron los más abundantes, seguidos por, *Lolliguncula* (11 %), *Illex* (1 %) y *Sepioteuthis* (1 %).

Para la colección CLEMGLM se obtuvieron ejemplares de cuatro especies, de las familias Loliginidae y Octopodidae: *Amphioctopus burryi*, *Octopus briareus*, *O. vulgaris* y *Doryteuthis pealeii* (Fig. 7) del estado de Veracruz. La CNMO también presentó ejemplares pertenecientes a las familias Loliginidae y Octopodidae con cinco especies: *Doryteuthis pealeii*, *Lolliguncula brevis*, *Sepioteuthis sepioidea*, *Octopus maya*, y *O. vulgaris* (Fig.7); aunado a esto, se encontró un ejemplar del género *Doryteuthis*, y dos ejemplares que no fueron posible identificar a nivel de pertenecientes a la familia Loliginidae. En esta colección sólo un ejemplar no presentó la localidad y del resto, el 77 % perteneció a Campeche y el 23 % al estado de Veracruz.

Los ejemplares de la COMA fueron revisados, identificados y registrados por la Biol. Gabriela Pineda Salgado, como pertenecientes a las familias Ommastrephidae, Loliginidae y Octopodidae presentando nueve especies: *Doryteuthis pealeii*, *D. pleii*, *Lolliguncula brevis*, *Illex coindetii*, *Octopus zonatus*, *O. briareus*, *O. vulgaris*, *O. maya* y *Amphioctopus burryi* (Fig. 7). En esta colección de los 77 registros, 72 presentaron datos de geoposición para los estados de Campeche (61 %), Veracruz (18 %) y Tabasco (21 %).

Tabla 5. Número de taxones, individuos y registros de la clase Cephalopoda reportados para la porción mexicana del golfo de México en bases de datos de colecciones mexicanas.

CLEMGLM: Colección del Laboratorio de Ecología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas "Ma. Guadalupe López Magallón" (IPN); CNMO: Colección Nacional de Moluscos (IB-UNAM); COMA: Colección Malacológica "Dr. Antonio García-Cubas" (ICMyL-UNAM).

Colecciones mexicanas	Familias	Géneros	Especies	No. Ejemplares	No. Registros
CLEMGLM	2	3	4	10	9
CNMO	2	4	5	48	14
COMA	3	5	9	829	77
Total	3	6	10	887	100

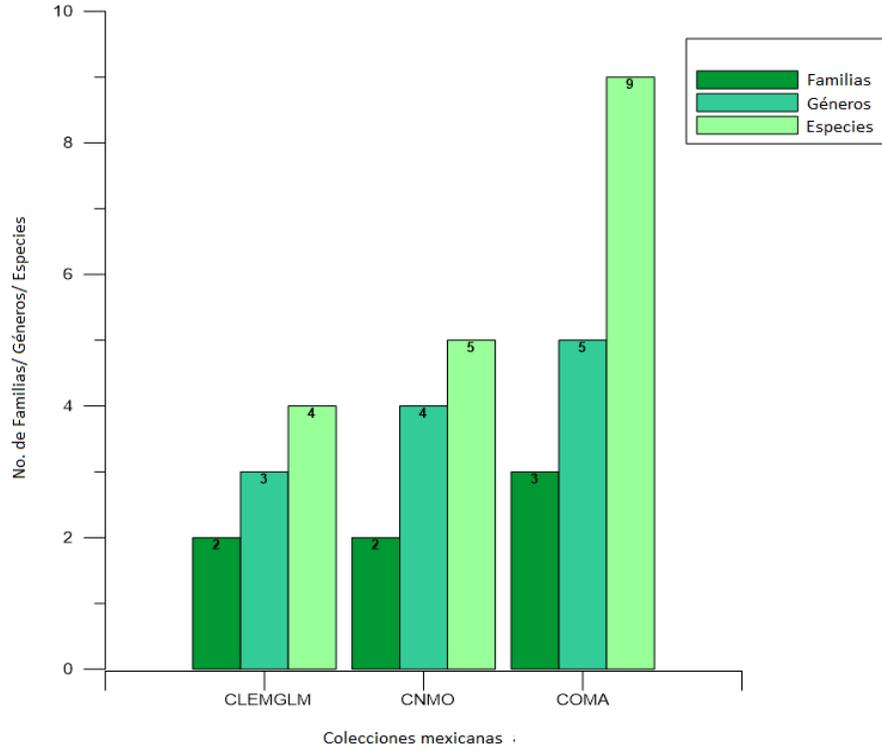


Figura 7. Gráfica del número de familias, géneros y especies de la clase Cephalopoda reportadas para el golfo de México en colecciones mexicanas.

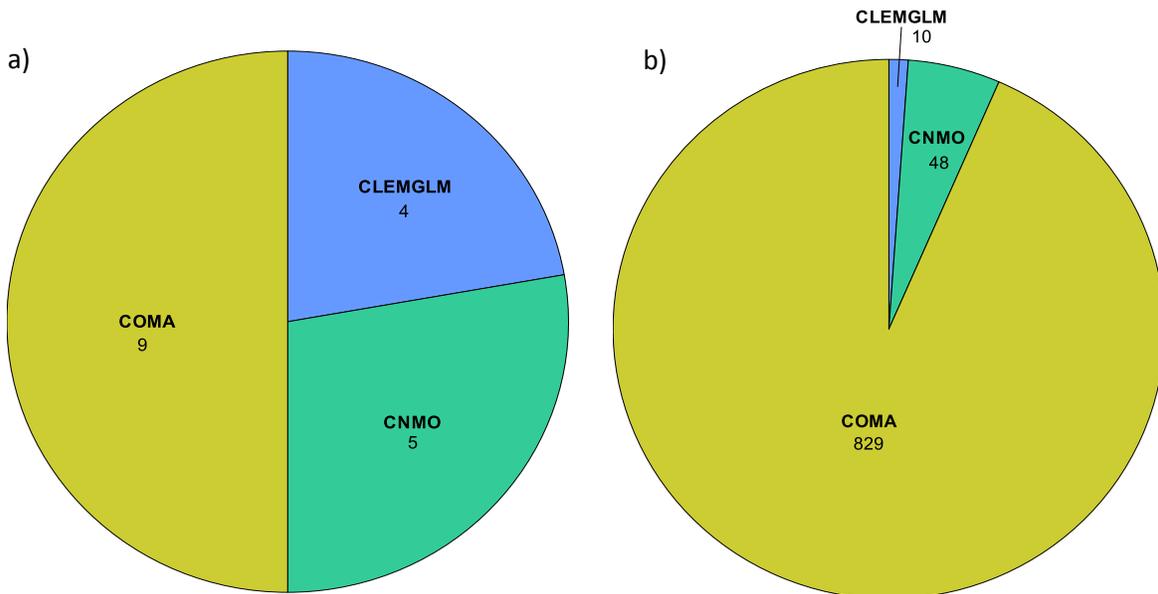


Figura 8. a) Número de especies de la clase Cephalopoda encontradas en cada una de las colecciones mexicanas, con un total de 10 especies entre las tres colecciones; b) Números de individuos presentes en cada colección.

En las colecciones de México analizadas se encontró un total de diez especies de cefalópodos, en la figura 8 se muestra el número de especies encontradas en cada una de ellas, así como el número de ejemplares que presentaron. La COMA presentó casi el total del número de especies y notablemente mayor número de individuos en comparación con la CLEMGLM y la CNMO que presentaron menor riqueza de especies.

b) Colecciones estadounidenses

Se obtuvieron 133 registros para la clase Cephalopoda en aguas territoriales del GM, solo 29 registros presentaron el número de individuos, sumando 37 ejemplares. Los registros de estas bases de datos se ubicaron en 28 familias (Anexo I), con mayor número de especies en las familias Octopodidae, Loliginidae y Cranchiidae, y en 57 géneros. La riqueza específica fue de 71 especies (Anexo I). En la revisión de las bases de datos solo 21 registros presentaron geoposición para los estados de Yucatán (57 %), Veracruz (19 %), Tabasco (14 %) y Tamaulipas (10 %).

Tabla 6. Número de taxones, registros y ejemplares de la clase Cephalopoda reportados para aguas mexicanas del golfo de México en bases de datos de 10 colecciones estadounidenses.

CAS: Academia de Ciencias de California; DP: Programa de aguas profundas del Norte del Golfo de México hábitat de talud continental y ecología de bentos; FLMNH: Museo de Historia Natural de Florida; ANSDU: Academia de Ciencias Naturales de la Universidad de Drexel Filadelfia; MCZHU: Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard;); PMYU: Museo Peabody de la Universidad de Yale; FMNH: Museo Field de Historia Natural de Chicago; NMNHI: Museo Nacional de Historia Natural (Smithsonian) y RGIM: Instituto de Investigación de estudios del Golfo de México. s/d =sin datos.

Colecciones Internacionales	Familias	Géneros	Especies	No. Registros	No. de Ejemplares
CAS	1	1	1	2	2
DP	1	1	1	1	s/d
FLMNH	2	2	2	14	s/d
ANSDU	2	2	2	2	s/d
MCZHU	2	2	2	2	4
PMYU	3	3	2	6	7
FMNH	5	5	5	5	s/d
NMNHI	10	13	15	34	24
RIGM	25	51	65	67	s/d
Total	28	57	71	133	37

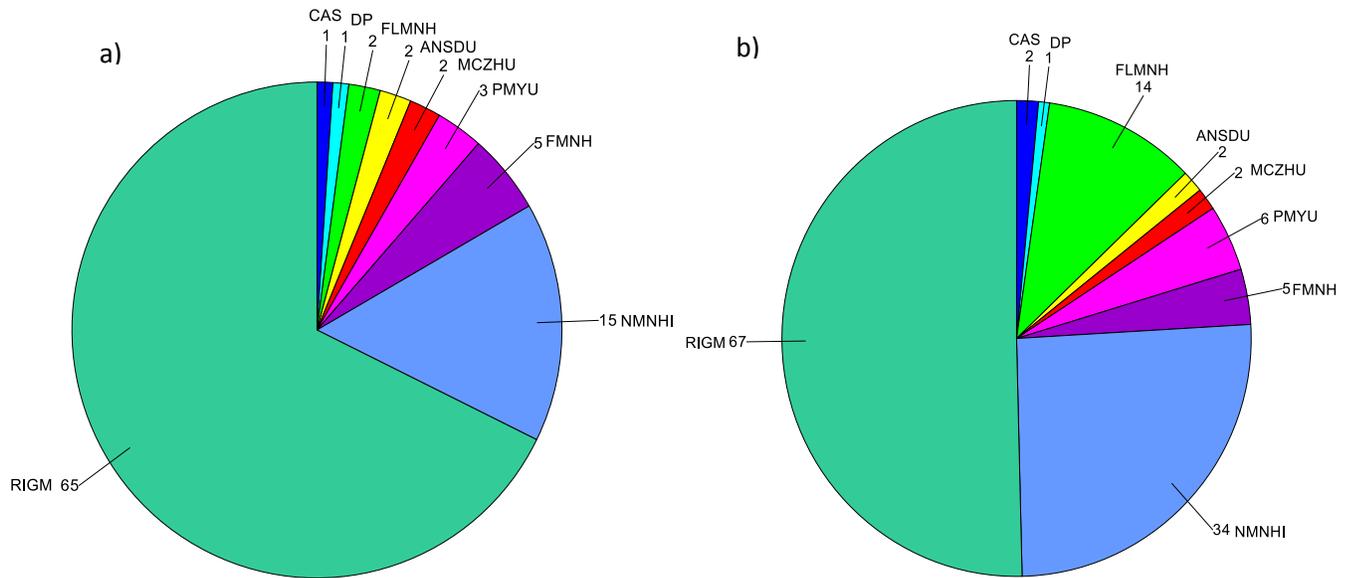


Figura 9. a) Número de especies de cefalópodos encontradas en cada una de las colecciones estadounidenses, para aguas mexicanas del GM; b) Número de registros por colección estadounidense.

Los datos obtenidos en la RIGM mostraron mayor riqueza de especies, presentó el 85 % del número total de especies encontradas en todas las bases de datos de colecciones estadounidenses y fue la muestra con mayor número de registros (67) con todos sus registros hasta nivel de epíteto específico. La colección NMNHI fue la segunda con mayor número de registros, teniendo 21 % del número total de especies obtenidas en colecciones estadounidenses. La tercera colección con mayor número de registros fue FLMNH, con el 7 % de especies. El resto de las colecciones muestran proporciones similares al ser menores a 6 en número de especies y el número de registros (Fig. 9).

c) Bibliografía especializada

Se tomaron tres artículos científicos: Voss (1956) primero en presentar registros para aguas mexicanas con mayor número de reportes para la región norte del GM perteneciente a EE. UU.; Clarke (1966), que presenta una revisión sistemática y ecología de los calamares oceánicos y Salcedo-Vargas (1991), con un reporte que condensa registros de colecciones mexicanas no especificadas en su publicación y colecciones estadounidenses en una lista de cefalópodos del GM en aguas territoriales mexicanas. Una guía de identificación taxonómica: Vecchione (2002) que

presenta claves taxonómicas y distribución de cefalópodos de importancia comercial y un capítulo de libro: Judkins *et al.* (2009). Una vez actualizada la sistemática se encontró un total de 89 especies en 62 géneros y 30 familias (Tabla 7 y Anexo I).

En los registros de las publicaciones de Voss (1956) y Clarke (1966) los datos confinados para aguas mexicanas no fueron filtrados al presentar las especies en grandes regiones; sin embargo, se contemplan en el listado de especies por presentar algunos registros para la porción mexicana. Ambos listados presentan especies con distribución para el sur de Florida, por lo que es importante hacer una anotación sobre las nueve especies que no son respaldadas por colecciones mexicanas o estadounidenses (Anexo I): *Licocranchia reinhardti*, *Lycoteuthis diadema*, *Pteroctopus schmidtii*, *Octopoteuthis megaptera*, *Illex illecebrosus*, *Austrorossia antillensis*, *Rossia tortugaensis*, *Ommastrephes bartami* y *Semirossia equalis*; y dos especies cuya presencia en aguas territoriales se respalda por el trabajo de Judkins *et al.* (2009) que cuenta con datos de geoposición (Anexo I): *Histioteuthis reversa* y *Sthenoteuthis pteropus*. Para todas las publicaciones se omitieron los registros por arriba del nivel de especie, fueron excluidos del conteo total en la composición específica de la bibliografía especializada y se muestran en el apartado de “Registros que solo llegan a nivel de género” (Tabla 9).

La publicación de Salcedo-Vargas (1991) es la única que presentó un enfoque para aguas mexicanas del GM, trabajó un total de 545 ejemplares reportando 31 familias, 85 géneros y 72 especies. En la realización del presente trabajo se hizo el conteo del número total de géneros,

Tabla 7. Número de taxones, especies y registros de la clase Cephalopoda reportados para aguas mexicanas del GM en referencias bibliográficas.

Autor	Familias	Géneros	Especies	No. Registros
Voss (1956)	20	32	40	42
Clarke (1966)	9	15	17	19
Salcedo-Vargas (1991)	28	57	72	85
Vecchione (2002)	3	13	17	18
Judkins <i>et al.</i> (2009)	19	31	40	40
Total	30	62	89	204

especies y registros de la misma, modificando estas cifras con un total de 28 familias, 57 géneros, y 72 especies en 85 registros (Tabla 7 y Anexo I).

En la guía de identificación taxonómica de la FAO (Vecchione, 2002) reporta 109 especies de cefalópodos para el Atlántico Central Oeste y áreas adyacentes. Se obtuvo un total de 17 especies con la distribución en el área de interés pertenecientes a 3 géneros y 3 familias (Tabla 7 y Anexo I).

Judkins *et al.* (2009) registraron un total de 93 especies para todo el GM de las cuales al tomar las especies que presentaban distribución en el golfo central y en todo el golfo, se obtuvieron 40 especies, 31 géneros y 18 familias (Tabla 7 y Anexo I). Todos los registros fueron tomados en cuenta para la realización de la estimación de especies presentes en aguas territoriales del GM.

d) Actualización de listado sistemático

El trabajo de Salcedo-Vargas (1991), único antecedente para México, presenta un total de 28 familias, 57 géneros y 72 especies reportadas para aguas territoriales mexicanas; en el presente análisis se incrementan esas cifras a 30 familias, 65 géneros y 100 especies. En la tabla 8 se muestra el incremento en porcentaje para cada uno de los niveles taxonómicos, siendo las familias con mayor número de especies Octopodidae, Cranchiidae y Sepiolidae para ambos reportes. Para la realización de este análisis, se contemplaron solo aquellos registros en los que la identificación se hizo a nivel de especie y, por tanto, presentaban el epíteto específico.

Tabla 8. Comparación del número de familias, géneros, especies de cefalópodos en aguas mexicanas del golfo de México y el incremento en porcentaje entre estudios de Salcedo-Vargas (1991) y el presente trabajo (2016).

Nivel Taxonómico	Salcedo-Vargas (1991)	Presente trabajo (2016)	Incremento %
Familias	28	30	7.14 %
Géneros	57	65	14.03%
Especies	72	100	38.88 %

e) Registros que solo llegan hasta nivel de género

La revisión de las bases de datos, colecciones y literatura especializada mostró 24 registros cuya identificación solo llega hasta nivel de género. Se encontraron 19 géneros (uno para el superorden octopodiforme y 18 para decapodiformes) (Tabla 9). Considerando estos géneros se aumentan en el listado sistemático tres familias: Brachioteuthidae, Grimpoteuthidae y Neoteuthidae y siete géneros *Brachioteuthis*, *Valbyteuthis*, *Galiteuthis*, *Sandalops*, *Grimpoteuthis*, *Neoteuthis* y *Neorossia*. De la lista anterior, solo dos géneros se consideran registros confiables ya que *Brachioteuthis*, se encuentra reportado para la porción estadounidense del GM por Judkins *et al.* (2009) y *Neorossia* que presenta registros en el NMNH cuyos ejemplares están certificados por el especialista Vecchione. Del resto de los géneros presentes en la tabla 9 es importante acentuar los registros obtenidos a partir de las siguientes fuentes: NMNH, RIGM y Judkins *et al.* (2009) que se encuentran certificados por especialistas de la clase Cephalopoda.

Tabla 9. Registros identificados a nivel del género de la clase Cephalopoda en literatura específica.

Género	Fuente	Género	Fuente
Familia Octopodidae		Familia Enoploteuthidae	
<i>Octopus</i> sp.	NMNH	<i>Abraliopsis</i> sp.	Voss (1956)
Familia Architeuthidae		<i>Abraliopsis</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)
<i>Architeuthis</i> sp.	Clarke (1966)	Familia Grimpoteuthidae	
Familia Brachioteuthidae		<i>Grimpoteuthis</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)
<i>Brachioteuthis</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)	Familia Histioteuthidae	
Familia Chiroteuthidae		<i>Histioteuthis</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)
<i>Chiroteuthis</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)	Familia Magnapinnidae	
<i>Valbyteuthis</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)	<i>Magnapinna</i> sp.	RIGM
Familia Cranchiidae		<i>Magnapinna</i> sp.	Judkins <i>et al.</i> (2009)
<i>Egea</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)	Familia Mastigoteuthidae	
<i>Leachia</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)	<i>Mastigoteuthis</i> sp.	Voss (1956)
<i>Liguriella</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)	Familia Neoteuthidae	
<i>Galiteuthis</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)	<i>Neoteuthis</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)
<i>Megalocranchia</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)	Familia Sepiolidae	
<i>Megalocranchia</i> sp.	RIGM	<i>Neorossia</i> sp.	NMNH
<i>Sandalops</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)	<i>Neorossia</i> sp.	NMNH
		<i>Neorossia</i> sp.	Salcedo-Vargas (1991)
		<i>Rossia</i> sp.	NMNH

7.2.2 Estructura Comunitaria

a) Diversidad alfa

a.1) Riqueza de especies y curva de acumulación de especies

La riqueza de especies (S) se muestra en la primera parte del apartado de composición específica. Todos los registros que presentaron datos de geoposición y localidad, se tomaron en cuenta para el análisis de diversidad alfa y beta. Se realizó para la comparación de los valores reales y valores hipotéticos (Tablas 10, 11 y 12).

La curva de acumulación de especies de los valores reales de colecciones (Fig. 13 b) no alcanza una asíntota mientras que los valores reportados (Fig. 13 a) mostraron una asíntota con los estadísticos de Jackknife de primer y segundo orden.

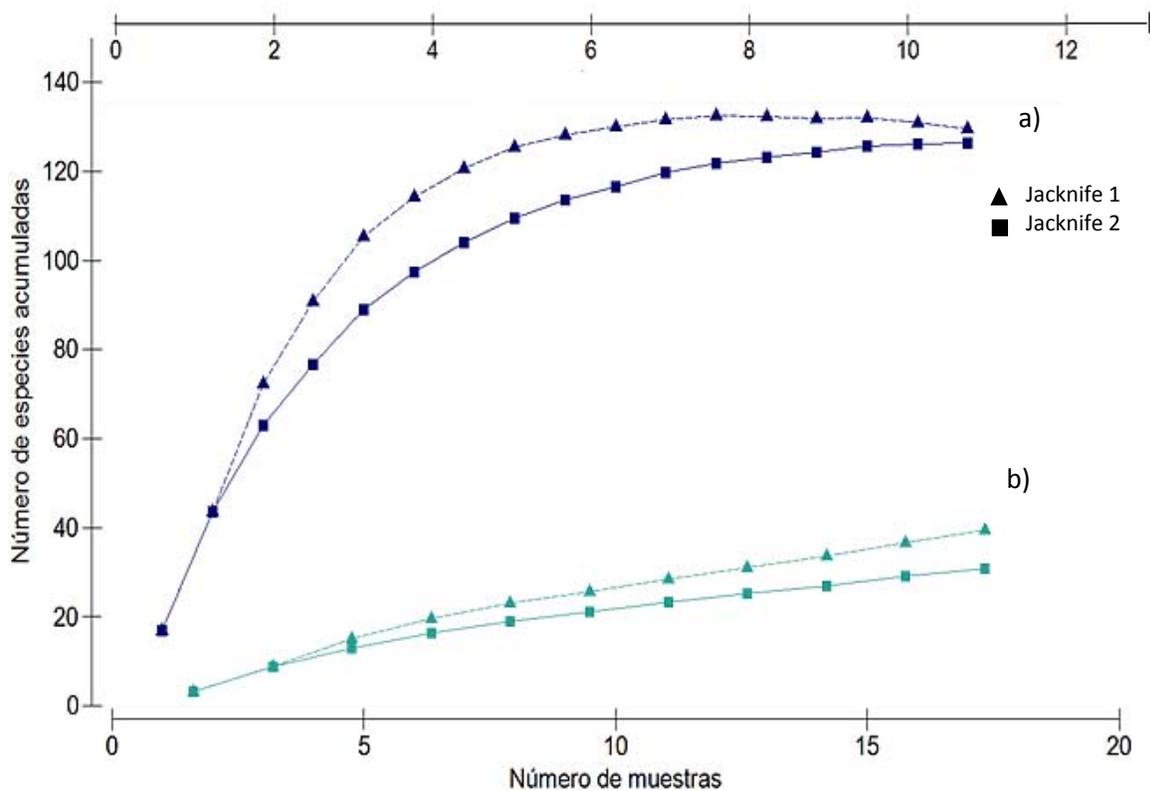


Figura 10. Curvas de acumulación de especies con estimador Jackknife de primer y segundo orden: a) Caso hipotético, eje superior, azul fuerte y b) Caso con número de ejemplares por registro, eje inferior, azul claro.

a.2) Análisis por estados

El análisis de riqueza específica (Tabla 10) contempló el número de especies, la abundancia y el índice de Margalef. El estado con mayor número de especies y riqueza de especies fue Veracruz ($S= 16$; $N= 184$; $D_{Mg}=2.88$) seguido por Yucatán ($S= 8$; $N= 14$; $D_{Mg}=2.65$), a pesar de que el número de ejemplares fue muy distinto entre ambos estados. Los valores de Tamaulipas ($S= 1$; $N= 2$; $D_{Mg}=0$) fueron bajos, al presentar una especie en toda la zona. Los estados de Campeche ($S= 5$; $N= 541$; $D_{Mg}=0.6356$) y Tabasco ($S= 5$; $N= 159$; $D_{Mg}=0.79$) presentaron resultados similares posiblemente por registrar el mismo número de especies; sin embargo, el número total de individuos difiere en gran medida.

El análisis de estructura de la comunidad, tomó en cuenta los índices de abundancia proporcional mediante índices de dominancia y de equidad. El estado con mayor biodiversidad fue Yucatán ($1-\lambda= 0.85$; $H'= 2.89$ bits/ind; $J'= 0.96$). El segundo estado que reporta alta biodiversidad fue Veracruz ($1-\lambda= 0.65$; $H'= 2.10$ bits/ind; $J'= 0.52$) puesto que los valores reportados fueron altos en comparación del resto de los estados. Nuevamente, Tabasco ($1-\lambda= 0.53$; $H'= 1.31$ bits/ind; $J'= 0.56$) y Campeche ($1-\lambda= 0.46$; $H'= 1.18$ bits/ind; $J'= 0.50$) presentaron valores similares, sin embargo, el índice de diversidad de Simpson, es ligeramente mayor en Tabasco que en Campeche, y la equidad de especies fue mayor en Tabasco que en Campeche evaluado por el índice de Pielou. Tamaulipas fue el estado que presentó menor diversidad de especies (Tabla 10).

Tabla 10. Riqueza específica, número total de individuos e índices de diversidad de la calse Cephalopoda para los estados que bordean el litoral mexicano del golfo de México.

	Estados				
	Tamaulipas	Veracruz	Tabasco	Campeche	Yucatán
Riqueza específica (S)	1	16	5	5	8
No. Total de Individuos (N)	2	184	159	541	14
Índice de Margalef (D_{Mg})	0	2.88	0.79	0.63	2.65
Índice de Simpson ($1-\lambda$)	0	0.65	0.53	0.46	0.85
Índice de Shannon (H') (bits/individuos)	0	2.10	1.31	1.18	2.89
Índice de Equidad (J')	0	0.52	0.56	0.50	0.96

a.3) Análisis por regiones oceánicas, provincias marinas y ecorregiones

Dado que la clase Cephalopoda es una clase de ambientes marinos a excepción de *Lolliguncula brevis*, se realizó el análisis (índices de riqueza específica y estructura) con los valores reales de colecciones por regiones oceánicas, provincias marinas y ecorregiones (Tabla 11 y Fig. 4). Los valores de los índices en esta región oceánica fueron mayores ($S= 22$; $N= 900$; $D_{Mg}= 3.08$) en comparación con el análisis de provincias marinas y ecorregiones.

El análisis de la riqueza específica por provincias marinas, mostró a la provincia marina IV ($S= 17$; $N= 345$; $D_{Mg}=2.73$) que contempla a los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco con cuatro especies más que la provincia V ($S= 13$; $N= 555$; $D_{Mg}=1.89$) que incluye a los estados de Campeche y Yucatán, a pesar de que esta última presenta mayor número de individuos el índice de Margalef indicó que ambas provincias no provieron datos significativos de una alta diversidad de la clase en cuestión en ambas zonas. Se realizó el mismo análisis considerando ecorregiones (Tabla 11), la ecorregión 13 (golfo de México norte) representada por Tamaulipas mostró valores mínimos de riqueza ($S= 1$; $N= 2$; $D_{Mg}=0$), mientras que la ecorregión 14 (golfo de México sur) que engloba Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán presentó valores mas altos para los mismos indicadores ($S= 21$; $N= 898$; $D_{Mg}=2.94$).

En cuanto al análisis de estructura comunitaria de la clase Cephalopoda (Tabla 11), la región oceánica IV ($1-\lambda= 0.56$; $H'= 1.66$ bits/ind; $J'= 0.37$) obtuvo los valores más altos en índices de abundancia proporcional al representar las 22 especies encontradas en todo el GM. El análisis de la estructura comunitaria entre provincias marinas indicó que en la provincia IV ($1-\lambda= 0.62$; $H'= 1.88$ bits/ind; $J'= 0.46$) el índice de dominancia de Simpson fue relativamente alto a comparación de la provincia V ($1-\lambda= 0.49$; $H'=1.39$ bits/ind; $J'= 0.37$) mientras que los valores del índice de Shannon fueron similares en las dos provincias y el de Pielou varía poco sin, acercarse al valor de 1.

En el análisis para ecorregiones, la ecorregión 13 ($1-\lambda= 0$; $H'= 0$ bits/ind) que contempla a Tamaulipas, presenta índices de dominancia y equidad mínimos indicando baja diversidad, mientras que la ecorregión 14 ($1-\lambda= 0.56$; $H'= 1.64$ bits/ind; $J'= 0.37$) al representar a Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán, muestra un mayor número de especies, incrementando los valores de los

Tabla 11. Riqueza específica, número total de individuos e índices de diversidad de la clase Cephalopoda para las regiones oceánicas, provincias marinas y ecorregiones del golfo de México.

	Regiones Oceánicas	Provincias Marinas		Ecorregiones	
	IV	IV	V	13	14
Riqueza específica (S)	22	17	13	1	21
No. Total de Individuos (N)	900	345	555	2	898
Índice de Margalef (D_{Mg})	3.08	2.73	1.89	0	2.94
Índice de Simpson ($1-\lambda$)	0.56	0.62	0.49	0	0.56
Índice de Shannon (H') (bits/individuos)	1.66	1.88	1.39	0	1.64
Índice de Equidad (J')	0.37	0.46	0.37	***	0.37

índices de dominancia y equidad, sin embargo, no difieren en gran medida de los valores de la región oceánica IV puesto que esta última engloba a todos los estados que bordean al GM, a excepción de Tamaulipas.

a.4) Análisis de valores reales de colecciones y valores hipotéticos

En el cálculo de la riqueza específica (Tabla 12) los valores reales de colecciones que se contemplaron, fueron los de la región oceánica IV ($S=22$; $N= 900$) que engloba a toda la porción mexicana del GM. Se observó que la riqueza específica no alcanzó el 50 % del total de especies registradas en el análisis hipotético, mientras que el número de ejemplares no varió en gran medida en ambos análisis en comparación con el número de especies ($S=100$; $N= 1214$). El índice de Margalef indicó baja riqueza de especies en los valores reales de colecciones ($D_{Mg}=3.08$) en contraste con la riqueza de los datos hipotéticos ($D_{Mg}=14.08$) presentando un valor mayor a 5.

En el análisis de la estructura comunitaria de los cefalópodos de la porción mexicana del golfo de México, el índice de Simpson obtenido a partir de los valores reales de colecciones ($1-\lambda= 0.56$; $H'= 1.66$ bits/ind; $J'= 0.37$) fue menor que el de los valores hipotéticos ($1-\lambda= 0.73$; $H'= 3.33$ bits/ind; $J'=0.50$) indicando mayor diversidad en este último. Los índices de equidad, mostraron mayores valores en los datos hipotéticos puesto que más de la mitad de las especies presentaron solo un individuo representando mayor equidad en la abundancia relativa de los individuos entre las especies.

Tabla 12. Riqueza específica, número total de individuos e índices de diversidad de la clase Cephalopoda para los registros que presentaron número de individuos y registros a los que se les asignó un ejemplar como mínimo, encontrados en aguas mexicanas del GM.

	Total de registros	
	Valores reales de colecciones	Valores hipotéticos
Riqueza específica (S)	22	100
No. Total de Individuos (N)	900	1 214
Índice de Margalef (D_{Mg})	3.087	14.08
Índice de Simpson ($1-\lambda$)	0.56	0.73
Índice de Shannon (H') (bits/individuos)	1.663	3.33
Índice de Equidad (J')	0.37	0.50

b) Diversidad Beta

Bray-Curtis

El presente análisis se realizó para evaluar el grado de similitud de especies entre estados, ya que las provincias marinas y ecorregiones al presentar dos comunidades a comparar no mostrarían diferencia alguna.

Los estados de Campeche y Tabasco (Fig. 11) comparten el 70 % de especies registradas pertenecientes a la familia Loliginidae (*Doriteuthis pleii*, *D. pealeii* y *Loliguncula brevis*). A su vez estos muestran un grado de similitud de 55 % con el estado de Veracruz. Por otro lado, se observa que el estado de Yucatán no comparte las mismas especies con los estados mencionados anteriormente, ya que solo muestra el 10 % de las especies de cefalópodos compartidas. Por último, Tamaulipas con valores mínimos de diversidad alfa, no presenta similitud alguna entre las especies consideradas con los otros cuatro estados, lo que representa un bajo número de registros y una biota distinta de la clase Cephalopoda.

7.2.3 Análisis abundancia-latitud

Regresión lineal

El análisis de regresión lineal entre la latitud y la abundancia de especies de cefalópodos en aguas mexicanas del golfo de México (N= 119; $R^2=0.067$; $p= 0.005$; $r= -0.26$) mostró una relación

estadísticamente significativa entre ambas variables, sin embargo, el valor de el coeficiente de determinación (R^2) y el de correlación (r) fueron bajos. El modelo de regresión lineal explicó sólo el 6.70 % de la variación en el número de ejemplares por lo tanto se trata de una correlación negativa (Fig. 12).

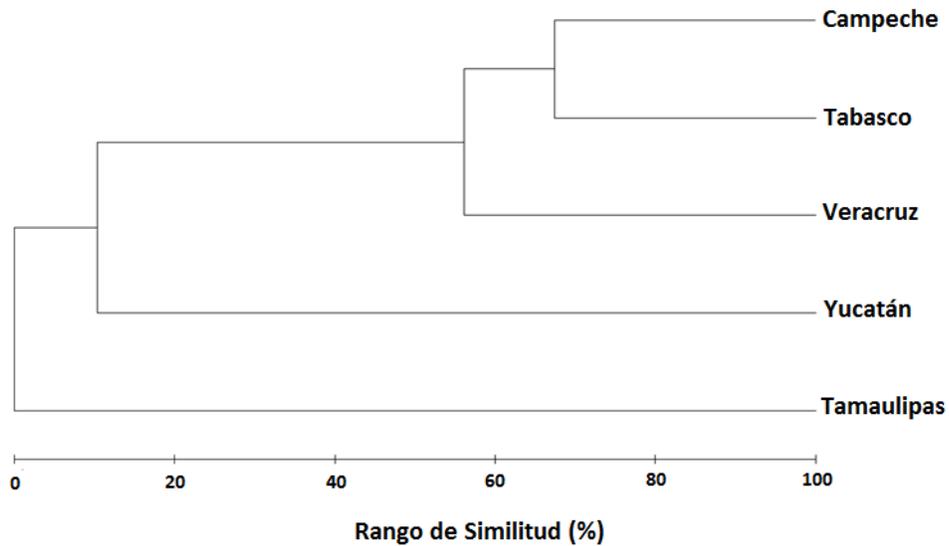


Figura 11. Dendrograma de agrupamiento de similitud de cefalópodos por estados mexicanos que bordean el golfo de México.

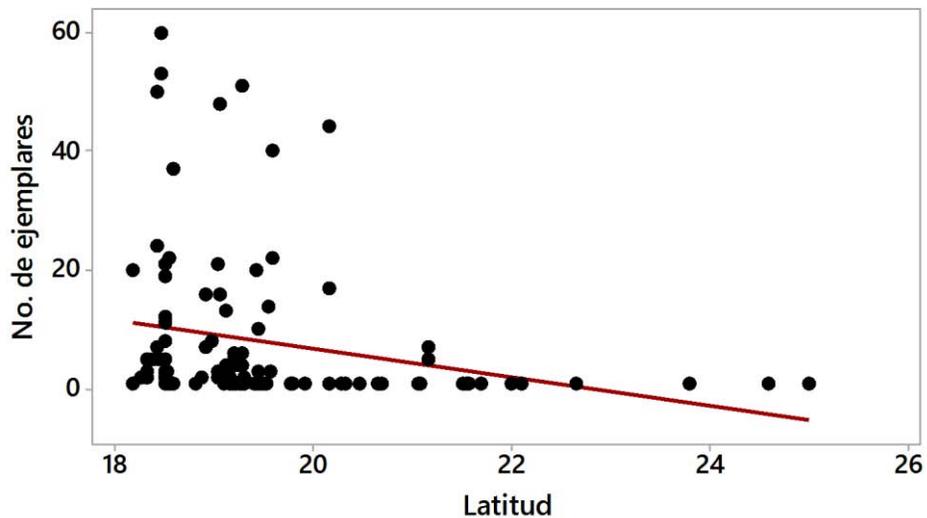


Figura 12. Análisis de regresión lineal entre latitud y abundancia de especies de la clase Cephalopoda en aguas mexicanas del golfo de México.

VII. DISCUSIÓN

El presente trabajo permitió la actualización y conocimiento de las especies de la clase Cephalopoda reportadas hasta el 2016, así como su estructura comunitaria a partir de las abundancias reportadas en colecciones mexicanas y estadounidenses que se discurtiran en este apartado.

8.1 Trabajo en campo

Las trampas tipo I diseñadas para la recolección de cefalópodos en las costas de en Montepío y Balzapote son funcionales en costas arenosas y con poco oleaje, y no en zonas rocosas o de alta energía como las del área de estudio, por lo que no fueron efectivas en estas localidades. El fuerte oleaje impidió clavar bien las estacas en las rocas para fijarlas en las trampas tipo II.

En agosto el muestreo fue exitoso debido a las favorables condiciones climáticas con menor oleaje y mayor claridad en el agua, aunado a esto, se hizo buceo autónomo haciendo una mejor búsqueda y captura de los cefalópodos a mayores profundidades (10 m) así como mayores tiempos de observación (40 min). Respecto a los muestreos de abril y junio es posible que las condiciones climáticas, como el fuerte oleaje, impidieron una clara visibilidad del agua para la búsqueda y captura de cefalópodos, sin embargo existe la presencia de cefalópodos como *O. maya* que presentan brazos suficientemente hábiles para reptar y adoptar una vida bentónica (Solís-Ramírez y Chávez, 1986), además de que los huracanes aparentemente tienen un efecto positivo en el reclutamiento de octópodos (INP, 1999), demostrando que se presentan en condiciones de constante oleaje.

La presencia de los octopodiformes puede ser explicada por los hábitos bentónicos costeros en zonas rocosas (Jereb *et al.*, 2014) tales como la de Balzapote y Montepío; cabe remarcar que también existen especies del superorden decapodiforme con distribución en zonas costeras, como *Lolliguncula brevis* que vive en los estuarios norteamericanos del GM (Rocha, 1996), sin embargo, estos últimos no fueron observados en los muestreos.

En cuanto a la abundancia de las especies recolectadas, se encontró menor número de organismos en Balzapote debido a la baja visibilidad por causa de una precipitación pluvial, dificultando la observación de los organismos en su hábitat. Balzapote al ser una localidad en recuperación y con cambios en el ecosistema por causas antropológicas, puede explicar la baja diversidad de cefalópodos en el sitio, dado que el muestreo y la captura se realizaron en el mismo mes (agosto) y la cercanía a Montepío es corta, pudiendo compartir especies entre ambos sitios (*Amphioctopus burryi*). Las especies encontradas en Montepío fueron *Octopus vulgaris* y *O. maya*, esta última presenta una posible distribución para el estado de Veracruz (Jereb *et al.*, 2014); sin embargo, no existen referencias consistentes para determinar esta distribución, tales como las que se muestran en el presente trabajo.

8.2 Trabajo en laboratorio

El trabajo en laboratorio mostró bajo número de especies de cefalópodos en las tres colecciones mexicanas (Anexo I), lo cual facilitó la identificación de los ejemplares. En la CLEMGLM los ejemplares identificados, pertenecieron al estado de Veracruz, fue la primera colección que presentó la especie *Octopus briareus* seguida por la COMA que incorporó un ejemplar de esta especie a partir del trabajo en campo realizado en esta tesis. La CNMO preservó los ejemplares de cefalópodos en formol, el estado curatorial fue bueno, representando los estados de Campeche, Veracruz y Quintana Roo (estado excluido en los análisis por ser considerarlo parte del mar Caribe y no golfo de México). La COMA presentó mayor número de ejemplares y especies que el resto de las colecciones (Anexo I).

Englobando las tres colecciones, ninguna presentó una base de datos actualizada, bien organizada y de acceso público. El estado de los ejemplares no fue el óptimo, debido al método de preservación, el hecho de que los ejemplares fueron donaciones y provienen de de la fauna acompañante en los muestreos con red de arrastre camaronera u otra fauna permitieron una carencia de información sobre la preservación y origen de los mismos.

Cuando los ejemplares se fijan inmediatamente en formol se deforman, y si permanecen en formol por largos periodos de tiempo se deterioran impidiendo realizar análisis moleculares. Por lo

que se recomienda que en futuras recolecciones, se coloquen los ejemplares frescos en una solución de formol al 5-10 % en agua de mar con un volumen de líquido de al menos cinco veces el volumen de la muestra, solución en la cual los ejemplares se mantienen por al menos dos semanas, luego se enjuagan y se transfieren a etanol al 70 %, teniendo en cuenta que las muestras destinadas para extracción de material genético, se deben separar antes de colocar los ejemplares en el formol y conservarlas congeladas o en etanol al 100 % (Norman y Hochberg, 2005).

Todas las especies encontradas fueron de profundidades menores a 300 m, a excepción de un ejemplar encontrado en la COMA (*Illex coindetii*) que alcanza profundidades de 1000 m (Judkins *et al.*, 2009).

8.3 Trabajo en gabinete

8.3.1. Composición Específica

Se mostraron 100 especies, que representó el 14.2 % del total de especies de la clase Cephalopoda de todo el mundo. Lo anterior, representó gran parte de la fauna malacológica y se colocó como la tercera clase con mayor riqueza de especies del phylum Mollusca en el golfo de México (GM), precedida por la clase Gastropoda con 1 742 especies en todo el GM (Rosenberg *et al.*, 2009) y la clase Bivalvia con 528 especies (Turgeon *et al.*, 2009) registradas para todo el GM incluyendo la porción estadounidense, y seguida por la clase Polyplacophora con un total de 27 especies pertenecientes al GM y Mar Caribe (Alarcón-Chavira, 2014, y la clase Scaphopoda en la que se registran 15 especies y dos géneros para aguas territoriales mexicanas del GM (Saldaña-Monroy, 2013), mientras que no existieron registros para las clases Solenogastres, Caudofoveata y Monoplacophora en el GM (Burciaga-Cifuentes, 2015).

Se trabajó con un total de 924 individuos de los cuales 96 % formó parte de las colecciones mexicanas y 4 % de las colecciones estadounidenses, esta diferencia pudo deberse a que la revisión de ejemplares en colecciones mexicanas fue presencial, mientras que la revisión de colecciones estadounidenses fue por consulta digital con bases de datos incompletas y poco poco actualizadas. El número de registros fue una base para la comparación entre los valores reales de colecciones y

los valores reportados, encontrando mayor número de registros en literatura especializada que en colecciones.

Los superódenes pertenecientes a los Coloideos fueron bien representados en el mar territorial mexicano del GM con aproximadamente 54 % de las familias que conforman el superorden Octopodiforme y 67 % de las familias de los Decapodiformes. Esta alta riqueza específica de la clase Cephalopoda se puede deber a la variedad de habitats que forman parte del GM, tales como costas arenosas y rocosas que permiten la presencia de especies bentónicas, y la variación de profundidades que propicia la presencia de especies mesopelágicas, batipelágicas y abisopelágicas, pues los patrones de distribución varían dependiendo del grupo que se trate (Judkins, 2009).

En comparación con reportes hechos anteriormente (Voss, 1956; Clarke, 1966; Salcedo-Vargas, 1991; Vecchione, 2002; Judkins *et al.*, 2009), esta actualización sistemática permitió encontrar y refutar las especies que se registraron hasta el presente trabajo de la clase Cephalopoda para toda la porción mexicana del GM, condensándolas en un listado uniforme, completo y específico, incrementando el número de familias, géneros y especies a partir de diversas fuentes de consulta (colecciones y bibliografía especializada).

a) Colecciones Mexicanas

Se registró un número elevado de ejemplares (887), sin embargo, solamente se encontró el 10 % de las especies de la clase Cephalopoda obtenidas en este trabajo. Los géneros obtenidos fueron *Doryteuthis*, *Loliguncula* con mayor abundancia debido al método de captura, ya que al formar parte de la fauna acompañante en las redes de arrastre camaroneras de campañas oceanográficas y *Octopus* género que suele habitar en zonas costeras de fácil acceso para muestreo y pesca.

Las colecciones mexicanas presentaron un número escaso de especies, por lo que la representación de la clase en aguas territoriales es pobre, ya que, al tratarse de un grupo con gran diversidad en las formas, hábitats y comportamiento, ningún método único es adecuado para su muestreo (Rathjen, 1991). Además, los costos de los equipos para la captura de cefalópodos

requieren de gran inversión económica. Por otro lado, en la costa del Pacífico, se ha generado mayor número de estudios referentes a la taxonomía, pesquería y ecología de la clase, en comparación con el GM que, en su mayoría, se presentan estudios enfocados al cultivo y pesca de *O. maya* (Ávila-Poveda *et al.*, 2009; Rosas *et al.*, 2010), al sostener una de las pesquerías más importantes a nivel mundial (INP-SAGARPA, 2005), dejando de lado la distribución y ecología del resto de especies de cefalópodos en el área de interés.

Los estados representados en las colecciones mexicanas fueron Veracruz, Tabasco y Campeche, con bajo número de especies en las tres colecciones. Respecto al esfuerzo de muestreo la COMA presentó un mayor esfuerzo al contener muestras provenientes de una campaña oceanográfica, a diferencia del resto de las colecciones que provienen de donaciones de pequeños proyectos. Lo anterior contrasta la falta de muestreos específicos para la clase, ya que, si se realizaran, se tendría mayor conocimiento de la distribución y riqueza de especies de coleoideos.

Las dos especies que comparten las tres colecciones mexicanas fueron *Doryteuthis pealeii* que se distribuye a lo largo de la costa oeste del Atlántico Norte (Jereb y Roper, 2010) y *Octopus vulgaris* distribuidos desde la costa oeste del Atlántico, desde el sur de los EE. UU. hasta el norte de Sudamérica y a lo largo de la costa oeste del Atlántico (Jereb *et al.*, 2014), ambas especies presentan un amplio intervalo de distribución, lo que explica su abundancia, al ser especies que se adecuan a diferentes hábitats.

El número de especies presentadas en el acervo de las colecciones no fue representativo para el total de especies registradas en la porción mexicana del GM (donde se excluyeron los estados de Tamaulipas y Yucatán). Esto demostró que a pesar de que exista un elevado número de ejemplares en las colecciones, no se garantiza un mayor número de especies albergadas en las mismas. Este escaso número indicó la falta de estudios especializados, la dificultad en la captura y corroboración de la identificación de las especies de la clase Cephalopoda, denotando la falta de especialistas en el grupo en nuestro país.

b) Colecciones estadounidenses

En las colecciones estadounidenses, se encontró el 71% del total de especies registradas en este trabajo. Este porcentaje fue de gran importancia al respaldar la existencia de las especies presentes en los registros de fuentes bibliográficas. Las familias Octopodidae, Loliginidae fueron las más abundantes igual que en las colecciones mexicanas y Cranchiidae que al ser una familia que habita las zonas meso y batipelágicas (Boyle y Rodhouse, 2005) con condiciones ambientales homogéneas, le permiten tener amplias distribuciones, esto explica una alta variedad y abundancia de especies en las colecciones.

De los 133 registros de cefalópodos solo 29 registros presentaron el número de individuos, sumando un total de 37 ejemplares de la revisión de las nueve bases de datos, denotando una falta de actualización de las mismas, lo que dificultó el análisis de la estructura comunitaria realizado en este trabajo.

Solo 21 registros presentaron las coordenadas geográficas pertenecientes a cuatro estados, con mayor número de registros para Yucatán, seguido por Veracruz, Tabasco y Tamaulipas. A diferencia de las colecciones mexicanas, las colecciones estadounidenses incorporaron al estado de Yucatán y Tamaulipas, pero no contemplaron a Campeche.

De las nueve bases de datos revisadas, la RIGM presentó mayor número de especies (65) con 91.5 % del total de especies encontradas en esta sección con la mayoría de sus registros identificados hasta nivel de especie, sin embargo, no indica el número de ejemplares y geoposición. En esta colección, se depositaron los ejemplares de los recientes estudios de diversidad para el GM elaborados por Judkins *et al.* (2009). La segunda base de datos con mayor número de especies fue el NMNHI con el 21 % y el FLMNH con el 7 % de las especies. El resto de las colecciones presentan un máximo de tres especies que pudieron ser capturadas incidentalmente en estudios no enfocados a los cefalópodos. Ambas colecciones han sido integradas o curadas por especialistas de la clase Cephalopoda, manteniendo investigaciones continuas sobre esta clase, razón por la cual en estas colecciones se deposita mayor número de especies.

A pesar de encontrar un gran número de especies en las colecciones estadounidenses, existe un problema con el número de ejemplares. En la RIGM el número especies y el número de registros es similar dado que sólo se reportan las especies encontradas en el área de estudio. En la colección del NMNHI, el número de registros es poco más del doble de las especies encontradas, debido a que varios ejemplares no se encuentran registrados e identificados hasta el nivel de especie. Para el resto de las colecciones, los valores son similares entre el número de especies y el número de registros a excepción de FLMNH con 14 registros y tan solo 2 especies, lo que representa un problema para los análisis de estructura comunitaria, que se basan en la distribución y abundancia de especies.

El trabajo con bases de datos de colecciones puede presentar ventajas como la accesibilidad de manera gratuita y sencilla a información de estudios y muestras que presenten ejemplares mexicanos de manera gratuita y sencilla. Sin embargo, también existen dificultades dependiendo del estudio que se quiera realizar, como la falta de información en las mismas. En este caso, algunos registros de las bases de datos no presentaron el número de individuos, localidad y método de muestreo. Otro de los inconvenientes al trabajar con estas bases de datos, es la certificación de la identidad de las especies, ya que no todas las colecciones presentan curadores especialistas en la clase y, en su mayoría, las bases de datos no están actualizadas, al no incluir a todos los especímenes existentes en las colecciones (Urbano, publicación en proceso) e incluso, aún cuando lo certifican los curadores, no se garantiza el uso de los nombres válidos, dado que la sistemática se actualiza constantemente.

c) Bibliografía especializada

Se revisaron 89 especies que equivalen al 89 % del total de especies pertenecientes a la clase Cephalopoda de este trabajo. A diferencia de las colecciones, la bibliografía especializada contó con el total de familias y la mayoría de las especies registradas en el presente trabajo. A pesar de que esta búsqueda contempló pocos trabajos fue la búsqueda de mayor éxito para la actualización del listado sistemático ya que condensó información referente a los cefalópodos en el GM.

El artículo de Voss (1956) presentó un número considerable de registros ubicados en más de la mitad del total de familias reportadas en el presente trabajo, debido a que el autor incluyó especies de todo el GM. Es importante remarcar las especies que no presentan un respaldo en colecciones u otras fuentes, lo que permitió dar mayor veracidad a la presencia de las especies en aguas mexicanas.

Los datos presentados por Judkins *et al.* (2009), tienen la ventaja de ser confinados al territorio mexicano, ya que para todo el GM su lista taxonómica incrementa a 93 especies; esta fue una de las contribuciones de mayor confiabilidad, al presentar registros generados a partir de estudios ecológicos que incorporan muestreos específicos, amplía el conocimiento de la distribución y riqueza de especies de cefalópodos en todo el golfo de México y mar Caribe, considerándose uno de los trabajos mas importantes y completos.

El artículo de Clarke (1966) sólo presentó una especie cuestionable (*Illex illecebrosus*), dado que no se encontró reportada en colecciones, ni en el trabajo de Judkins *et al.* (2009). En la guía taxonómica (Vecchione, 2002) se encontró el 10 % de familias reportadas en el presente trabajo, al tratarse de una guía enfocada a especies de interés pesquero y comercial en su mayoría. De las especies reportadas aquí, sólo *Stenoteuthis pteropus* no presentó evidencias para su distribución en aguas mexicanas.

El presente trabajo, refuta la publicación de Salcedo-Vargas (1991), que reúne especies obtenidas en literatura y ejemplares de colecciones cuya existencia no ha sido corroborada, dejando en duda la distribución de las especies en la porción mexicana del GM a pesar de ser uno de los primeros trabajos para la riqueza de especies de la clase Cephalopoda en México.

d) Actualización de listado Sistemático

En comparación con el trabajo de Salcedo-Vargas (1991), se encontró un incremento en las especies, al aumentar casi la mitad a diferencia de los géneros y familias (14 y 7 % respectivamente). Lo anterior, denota la importancia del presente estudio en el conocimiento de las especies de la clase Cephalopoda que habitan la porción mexicana del Atlántico incrementando el listado de especies, actualizando la sistemática y distribución a partir de los reportes de diversas fuentes

hechos hasta el 2016, ya que, solo se había realizado una revisión hace más de 20 años. Además de ser un trabajo que incluye aspectos de diversidad y distribución de la clase.

Las especies que se registran en el trabajo de Salcedo-Vargas (1991) se tomaron en cuenta para la realización de esta lista sistemática, donde el autor condensa información de la clase para México, sin embargo, en la presente revisión se presentan ocho especies (*Cycloteuthis sirventi*, *Abrialiopsis pfefferi*, *Histioteuthis hoylei*, *Mastigoteuthis grimaldii*, *Graneledone verrucosa*, *Tetryonoteuthis dussumieri*, *Pterygioteuthis gemmata* y *Heteroteuthis dagamensis*) que no se describen en otra fuente bibliográfica o en colecciones, dejando en duda la identificación o existencia de las mismas.

Esto último, deja ver el trabajo que falta por hacer como, la realización de muestreos enfocados en la clase Cephalopoda; la corroboración taxonómica y preservación de ejemplares de las especies que se publican en este listado prospectivo de cefalópodos en las colecciones mexicanas para tener un inventario completo o aproximado a las especies reportadas para la porción mexicana del golfo de México.

e) Registros que solo llegan a género

Los 19 géneros que no presentaron epíteto específico incrementan sólo tres familias y 11 % los géneros del listado taxonómico presente, añadiendo siete géneros. De estos, solo el género *Neorossia* es considerado un registro confiable, al ser poco probable que se trate de una nueva especie, ya que al provenir de una colección (NMNH) puede que el modo de preservación y manipulación que se le dio al ejemplar, dificulte la identificación hasta nivel de especie.

Respecto al resto de los géneros solo un registro (*Octopus*) perteneció al superorden Octopodiforme y el resto al Decapodiforme, esto se pudo deber a la difícil identificación de los calamares, además de tener mayor probabilidad de captura en la pesca incidental, de manera que estos datos pueden inferir una mayor diversidad de especies de este superorden que el Octopodiforme en el área de estudio.

Es importante hacer hincapié en la necesidad de corroborar la identidad taxonómica de las especies por especialistas en la clase, tales como Judkins *et al.* (2009), y los presentados por el RIGM y el NMNH, cuyos registros son confiables y probablemente sean nuevas especies, siendo estos: *Octopus sp.*, *Magnapinna sp.*, *Megalocranchia sp.*, *Neorossia sp.* y *Rossia sp.*

8.3.2. Estructura comunitaria

Para este análisis se contempló 21.8 % del total de especies y el 28.9 % del total de registros del presente trabajo. Es el primer análisis de este tipo al estimar el total de especies con distribución en aguas mexicanas del golfo de México (GM), dado que los estudios realizados con abundancias son escasos (Judkins *et al.*, 2009; Judkins, 2010).

a) Diversidad alfa (riqueza específica y estructura)

a.1) Riqueza de especies y curva de acumulación de especies

Al contemplar los valores reales de colecciones, la riqueza de especies fue baja, al representar 21.8 % del total de las especies reportadas en este análisis.

La curva de acumulación de especies de los datos que presentaron el número de individuos, mostró un incremento sin llegar a una asíntota, ya que el número de especies de la clase Cephalopoda no es el esperado para la porción mexicana del GM, debido a que se encontraron pocas especies (22), y no todas las especies se encuentran en el total de las colecciones analizadas, en las que se sustentó el esfuerzo de muestreo.

La curva realizada con todas las especies registradas en este trabajo obtuvo un buen muestreo y llegó al número de especies esperado en el área, ya que presentó mayor pendiente con tendencia asíntótica, así, aunque aumentó el número de unidades de muestreo o de individuos censados, ya no se incrementó el número de especies. Los estimadores que mejor representaron la curva de acumulación fueron Jackknife de primer y segundo orden en ambos casos. Se consideraron dos estimadores para analizar la tendencia de los mismos, ya que entre más similar sea el comportamiento el análisis es de mayor confiabilidad (Álvarez, 2004).

a.2) Análisis por estados

Este análisis fue práctico en la distribución y comparación de la diversidad de las especies, al contemplar más sitios a evaluar que la región oceánica, como las provincias marinas y ecorregiones. Fue un análisis de ayuda para actividades pesqueras debido a que existen especies que presentaron una distribución restringida y que son de importancia en este ámbito.

Los estados con mayor riqueza de especies según el índice de Margalef fueron Veracruz y Yucatán ($D_{Mg}=2.88$ y 2.65 respectivamente). Veracruz presenta el doble del número especies que Yucatán; sin embargo, los valores de abundancia varían ($N_{VER}=184$ y $N_{YUC}= 14$). Puesto que la diversidad se compone del número de especies y la uniformidad, al incluir los índices de estructura comunitaria ($1-\lambda_{YUC}= 0.85$; $J'_{YUC}= 0.96$ y $1-\lambda_{VER}= 0.64$; $J'_{VER}= 0.52$) el estado con mayor diversidad fue Yucatán con mayor equitatividad en la abundancia por especies. Ambos estados presentaron valores del índice de Shannon que oscilan entre 1.5-3.5 bits/ind ($H_{YUC}'= 2.89$ bits/ind y $H'_{VER}= 2.10$ bits/ind) que consideran una comunidad diversa (Magurran, 1972).

La alta diversidad del estado de Yucatán se debió a la surgencia de Yucatán, originada por la fricción del fondo que experimenta la corriente de Yucatán al chocar contra el talud continental (Cochrane, 1968 y Merino, 1997), lo cual produce una zona rica en nutrientes que es aprovechada por especies pelágicas como los decapodiformes reportados en este estado; a su vez, la presencia de octopodiformes se pudo atribuir a la existencia de la barrera arrecifal, ecosistema que proporciona hábitats adecuados para especies altamente especializadas, al ofrecer un sustrato sólido para el asentamiento y desarrollo de muchos organismos (Torruco-Gómez y González-Solís, 2010). Para el caso de Veracruz, fue posible encontrar una alta diversidad de especies al ser el estado con mayor extensión a lo largo del litoral del GM con diversos ambientes marinos como el sistema arrecifal Veracruzano, siendo el estado con mayor diversidad de especies del superorden Octopodiforme.

Tabasco y Campeche presentaron valores bajos en los índices de riqueza y estructura con altas abundancias. Coincidieron en especies reportadas para cada estado al compartir características ambientales para especies de ámbito pelágico. La familia octopodidae de ámbito

bentónico sólo se presentó en Campeche donde existe un accidente fisiográfico que es la barrera coralina, desarrollada desde Arrecife Alacranes en el estado de Yucatán hasta Cayo Arenas, en el límite de Campeche (Torruco-Gómez y González-Solís, 2010), ambientes propicios para esta familia al presentar zonas rocosas. Los valores bajos de los índices de estructura comunitaria se debieron a los métodos de captura incidentales, como arrastres camaroneros que llegan a contener varios kilos de calamares bentopelágicos (Hendrickx, 1985), representando aproximadamente 10 % de la captura mundial de cefalópodos (Roper *et al.*, 1984).

Tamaulipas fue el estado con menor riqueza y diversidad al presentar una especie (*Macrotitopus defilippi*) sin embargo, es importante considerar los estudios recientes de Díaz Santana (2014) con cuatro especies registradas. Las escasas publicaciones referentes a este estado y el bajo esfuerzo de muestreo, explicaron la baja diversidad encontrada. Tamaulipas, al ser una zona fronteriza, facilita que los registros realizados en muestreos americanos no se reporten para aguas mexicanas, sino para la porción estadounidense. Esta idea se vio reforzada con los registros reportados por el Field Museum of Natural History de Chicago, localizado al centro de EE.UU. y no en instituciones que se dediquen al GM como el Research Institute for Gulf of Mexico Studies (RIGM) o que se encuentren cercanos a Tamaulipas como el Florida Museum of Natural History (FLMNH) cuestionando la distribución de las especies ya que se trata de una división política, donde es probable encontrar las mismas especies en la ecorregión 14 (golfo de México Norte).

a.3) Análisis por regiones oceánicas, provincias marinas y ecorregiones

La región IV del GM, presentó valores mayores en los índices de riqueza y estructura comunitaria que las provincias marinas y ecorregiones ya que engloba a ambas. Las especies obtenidas no presentan una alta equitatividad, lo que infiere la existencia de especies dominantes en la zona, o la baja representatividad en las colecciones, siendo una vez más un problema en el esfuerzo de muestreo.

La provincia marina IV (Suroeste del GM) presentó mayor riqueza de especies al incluir a Veracruz, estado diverso para la clase Cephalopoda, con mayor número de especies del superorden Octopodiforme que la provincia V y un estado más, aunado a esto, la presencia de una plataforma

angosta y un talud extenso permite el desarrollo de especies pelágicas que no se presentan en el Banco de Campeche (Lara-Lara *et al.*, 2008). La provincia V (Banco de Campeche), a pesar de incluir a Yucatán con una alta equitatividad, no impacta en la provincia del Banco de Campeche.

Las ecorregiones, sirven como un sistema de comparación de ambientes marinos ya que presentan diferencias entre ecosistemas que ocurren a escala de las cuencas oceánicas, entre las que destacan la temperatura y la circulación de las grandes corrientes y masas de agua marina la presencia de una plataforma angosta y un talud extenso que permite el desarrollo de especies pelágicas que no se presentan en el Banco de Campeche (Lara-Lara *et al.*, 2008). La baja diversidad del estado de Tamaulipas (Ecorregión 13), se debió al bajo esfuerzo de muestreo y posiblemente a condiciones de temperatura y circulación de agua distintas al resto del GM, que pudieron impedir el desarrollo de importantes comunidades de la clase Cephalopoda. Tamaulipas en invierno presenta la intrusión de una corriente costera de agua fría producida por vientos que circulan de Norte a Sur (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003; Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006) y durante el verano solo en esta zona se alcanza la temperatura más alta en la superficie del mar (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006) con temperaturas promedio anuales que varían de 25.5 °C a 27.5 °C (De la Lanza-Espino *et al.*, 2004), infiriendo una característica particular de la ecorregión 13. La ecorregión 14 presenta alto número de ejemplares y riqueza de especies asimilándose a los datos obtenidos en la Región Oceánica, al presentar variedad de ambientes marinos, como los arrecifes rocosos (Veracruz), coralinos (Banco de Campeche) y ambientes pelágicos de distintas profundidades.

a.4) Análisis de valores reales de colecciones y valores hipotéticos

Este análisis representó una comparación entre los datos de colecciones con el número individuos y la recopilación de especies de diversas fuentes, ampliando la composición específica y estructura comunitaria. Fue la estimación más próxima a las comunidades de la clase Cephalopoda presentes en la porción mexicana del GM. Los datos hipotéticos presentaron un incremento del 35 % en el número de individuos y de 78 especies más en comparación de los datos reales, generando una variación en los índices de riqueza específica y estructura comunitaria. La riqueza específica presentó valores mayores indicando una alta diversidad de especies ($D_{Mg} = 14.08$) en el área de estudio en comparación con la baja diversidad arrojada por los datos reales ($D_{Mg} = 3.087$).

A partir del análisis de los índices de estructura comunitaria, se mostraron valores mayores en los datos hipotéticos ($1-\lambda= 0.7358$; $H'= 3.333$ bits/ind; $J'=0.5006$), lo que indicó mayor diversidad de especies y mostraron baja dominancia. La equidad se vio influenciada por la asignación de un individuo por especie a más del 50 % de los registros, estos valores cambiarían si se tomaran en cuenta las abundancias reales para todas las especies, sin embargo, no fue posible hacerlo en este trabajo debido a la falta de datos en las fuentes consultadas.

Esta alta diversidad se debió a que la clase Cephalopoda se distribuye en todos los océanos desde las aguas superficiales hasta grandes profundidades, en regiones tropicales, templadas, polares y sus miembros pueden ser de hábito pelágico o bentónico (Anderson, 2006). A su vez, el GM presenta gran variedad de ecosistemas marinos que permiten la presencia de una alta diversidad de especies pertenecientes a esta clase, así como la existencia de una surgencia y una plataforma muy extensa en el banco de Campeche que como ecosistema sostiene la producción pesquera nacional y ejerce un control notable sobre la productividad primaria regional, con gran variedad de comunidades marinas (Lara-Lara *et al.*, 2008) como las de cefalópodos.

b) Diversidad beta

Bray- Curtis

Los estados con mayor rango de similitud fueron Campeche y Tabasco (Fig. 11) al presentar el mismo número de especies ($N=5$), esta similitud infiere la presencia de una comunidad, ya que ambos estados se encuentran cercanos al Escarpe de Campeche, una zona que exhibe grandes cambios de profundidad (Martínez-López y Parés-Serra, 1998). Ambos estados comparten especies de la familia Loliginidae de ambientes pelágicos que presentan un intervalo de distribución más amplio al existir condiciones homogéneas en grandes profundidades y ser regiones óptimas para el desarrollo de esta familia, que se distribuye hasta 700 m de profundidad (Jereb y Roper, 2010). A su vez, esta asociación presenta una similitud con el estado de Veracruz ya que especies pelágicas de Campeche y Tabasco también se distribuyen en Veracruz, como las de la familia Loliginidae.

Yucatán comparte dos especies (*Octopus vulgaris* y *Ornithoteuthis antillarum*) con los tres estados anteriormente descritos, presentó seis especies distintas, teniendo baja asociación (10 %), esto demuestra una fauna característica de esta región, debido a la presencia de la surgencia de Yucatán, el banco de arrecifes y la cercanía al mar Caribe, ambientes donde se encuentra una alta diversidad de especies.

Tamaulipas no obtuvo asociación con el resto de los estados, al presentar una especie (*Macrotritopus defilippi*) distinta al resto de los estados, esto confirma la falta de muestreo ya que al incluir una especie de hábito bentónico y somero (0–200 m), probablemente, haya mayor número de especies del orden Octopodiforme; así también, la parte norte del GM, que es una pequeña cuenca semicerrada con corrientes tropicales, con una carga de nutrientes permite el desarrollo de diversas comunidades (Yáñez-Arancibia y Day, 2004).

8.3.3 Análisis abundancia–latitud

Regresión lineal

El modelo de regresión lineal para abundancia y latitud fue significativo. La correolación negativa indicó que cuando la latitud aumenta, la abundancia tiende a disminuir. Esto coincide con la presencia de ambientes marinos en bajas latitudes con alta riqueza de especies y abundancias por tanto de alta biodiversidad como los ecosistemas arrecifales, así también, en latitudes de 10° a 20° N se concentra un pico de mayor diversidad biológica en el Atlántico (Powell *et al.*, 2012).

A pesar de que la clase Cephalopoda obtuviera esta relación, la línea de regresión lineal se ajustó poco a los datos y sólo explicó el 6.70 % de la variación en el número de ejemplares al existir residuos grandes. En muchos casos, el hecho de que existan relaciones estadísticamente significativas, no implica que x (latitud) sea causa de y (número de ejemplares), el número de individuos con los que se trabajó fue suficiente para probar el modelo (n=118) sin embargo, la baja correlación que se presentó entre la latitud y la abundancia ($r=-0.26$), puede ser influenciado por los métodos empleados en la captura y el escaso estudio ecológico que se tiene respecto a esta clase en México.

IX. CONCLUSIONES

- 🦑 El muestreo realizado en la región de los Tuxtlas, Veracruz, manifestó que la especie *O. maya* amplía su distribución, constituyendo una referencia consistente para confirmar la existencia de esta especie en el sur de Veracruz, ya que la FAO (Jereb *et. al.*, 2014) presenta la distribución como incógnita.
- 🦑 A partir de 437 registros y 924 individuos de colecciones mexicanas y estadounidenses fue posible realizar el análisis de estructura de la comunidad de cefalópodos en la porción mexicana del golfo de México. Se demostró que los estados con mayor riqueza específica fueron Veracruz, Yucatán, seguidos por Campeche y Tabasco; Los estados con mayor diversidad fueron Yucatán y Veracruz, mientras que Tamaulipas fue el estado con menor diversidad.
- 🦑 Las bases de datos de colecciones estadounidenses presentaron un gran número de registros y especies de la clase Cephalopoda, sin embargo, la gran mayoría careció de datos completos de recolección, lo que dificultó análisis ecológicos; mientras que la mayoría de los registros de las colecciones mexicanas presentaron datos completos, con alto número de ejemplares, pero el número de especies que poseyeron no es representativo, al menos, para las especies de cefalópodos del GM que se mostraron en el presente trabajo.
- 🦑 La porción mexicana del GM, contó con un total de 100 especies, 65 géneros y 30 familias pertenecientes a la clase Cephalopoda, incrementando 38.8 %, 14 % y 7 % respectivamente a lo reportado por Salcedo-Vargas (1991). En ambos reportes, las familias con mayor número de especies fueron Octopodidae, Cranchiidae y Sepiolidae.
- 🦑 Los Coloideos, fueron bien representados en el mar territorial del GM, encontrando aproximadamente el 54 % de las familias que conforman el superorden Octopodiforme y el 67 % de las familias que conforman el superorden Decapodiforme.

➡ El alto contraste entre los valores reales de colecciones y los registros hipotéticos, demostraron la falta de información en las bases de datos de colecciones estadounidenses y así mismo permitió hacer una comparación entre la riqueza específica del GM estimada mediante la curva de acumulación, y la escasa fracción representada en colecciones mexicanas.

➡ A pesar de que se encontró una relación significativa entre la latitud y la abundancia de especies, el modelo de regresión lineal explicó con un bajo porcentaje la variación en el número de ejemplares a lo largo de las latitudes, por lo que hace falta más investigación y datos de muestreos completos, para corroborar este análisis.

X. PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES

Se recomienda omitir a las especies *Liocranchia reinhardti*, *Lycoteuthis diadema*, *Pteroctopus schmidtii*, *Octopoteuthis megaptera*, *Illex illecebrosus*, *Rossia antillensis*, *Rossia tortugaensis*, *Cycloteuthis sirventi*, *Abraliopsis pfefferi*, *Histioteuthis hoylei*, *Mastigoteuthis grimaldii*, *Graneledone verrucosa*, *Tetronyctoteuthis dussumieri*, *Pterygioteuthis gemmata*, *Heteroteuthis dagamensis* y *Semirossia equalis* puesto que no se encuentran respaldadas por colecciones mexicanas, estadounidenses y reportes bibliográficos con geoposición.

Con base en este trabajo, se propone realizar futuras investigaciones enfocadas a la clase Cephalopoda, que confirmen la presencia de las especies reportadas para aguas territoriales mexicanas del GM. Así mismo, se propone realizar un trabajo extenso sobre las especies que habitan la porción norte de aguas mexicanas del golfo de México, región que presentó menor número de registros.

Dadas las condiciones y preservación de los ejemplares en las colecciones mexicanas, se sugiere la metodología propuesta por Norman y Hochberg (2005) para futuras muestras.

XI. REFERENCIAS

- Adam W. 1937. Cephalopodes del illes Bonaire et Curacao. *Capita Zoology*. **8**: 5-29.
- Alarcón Chavira E. 2014. *Sistemática y distribución de los quitones (Mollusca: Polyplacophora) de México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 124 p.
- Alejo-Plta M. del C., Cerdanales Ladrón de Guevara G. y Herrera Galindo J.E. 1995. Cefalópodos Lologínidos en la fauna de acompañamiento del camarón. *Ciencia y Mar*. 44-48.
- Aldred G., Nixon M. y Young J. Z. 1983. *Cirrothauma murrayi* Chun, a finned octopod. *Philosophical Transactions of the Royal Society Series B: Biological Sciences*. **301**: 1-54.
- Appeltns W., Bouchet P., Boxshall G. A., De Broyer C., de Voogd N. J., Gordon D. P., Hoeksema B.W., Horton T., Kennedy M., Mees J., Poore G. C. B., Read G., Stöhr S., Walter T. C., Costello M. J. (Eds). 2012. *World Register of Marine Species*. [Acceso en línea: <http://www.marinespecies.org>] 2014-09-11.
- Arenas-Fuentes V. y Salas-Pérez J. 2005. El Golfo de México. Una aproximación a los determinantes de su biodiversidad Pp. 7-22. En: Hernández Aguilera J., Ruiz Nuño J. A., Toral Almazán R., y Arenas-Fuentes V. (Eds.). *Camarones, langostas y cangrejos de la costa este de México*, vol. 1. CONABIO-Estudio.
- Arnold J. M. 1962. Mating behavior and social structure in *Loligo pealeii*. *Biological Bulletin*. **123**:53-77.
- Anderson F.E. 2006. Capítulo 20 Cephalopoda. Pp.239-250. En: Sturm C. F., Pearce T. A., Valdés A. (Eds). *The Mollusks: A guide to their Study, Collection, and Preservation*. American Malacological Society. 445p.
- Avila-Poveda O., Colin-Flores R., Rosas C. 2009. Gonad Development During the Early Life of *Octopus maya* (Mollusca: Cephalopoda). *Biological Bulletin*. **216**: 94-102.
- Baev P. V. y Penev L. D. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia- Moscow, 57 p.
- Base de Datos de colección de Cefalópodos: Academy of Natural Sciences of DrexelUniversity (Philadelphia): <http://www.ansp.org/research/systematics-evolution/collections/malacology/> [En línea: octubre 2013].

Base de Datos de colección de Cefalópodos: American Museum Natural History. Acceso en línea: http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Mollusca_Cephalopoda_species&flags=HAS [septiembre-2013].

Base de Datos de colección de Cefalópodos: Biodiversity occurrence data published by: Field Museum of Natural History; National Museum of Natural History, Smithsonian Institution; The Deepwater Program: Northern Gulf of Mexico Continental Slope Habitat and Benthic Ecology - DgoMB: Trawl; CAS Invertebrate Zoology (IZ); California Academy of Sciences; Florida Museum of Natural History. Acceso en línea a través de GBIF Data Portal, data.gbif.org: Acceso en línea: http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Mollusca_Cephalopoda_species&flags=HAS [En línea: Septiembre-2013].

Base de Datos de colección de Cefalópodos: Biodiversity of the Gulf of Mexico Database; Research Institute for Gulf of Mexico. Acceso en línea: <http://www.gulfbase.org/biogomx/biosearch.php> [En línea: Septiembre-2013].

Base de Datos de colección de Cefalópodos: CAS Invertebrate Zoology (IZ); California Academy of Sciences. Acceso en línea: <http://collections.calacademy.org/iz/> [En línea: Octubre 2013].

Base de Datos de colección de Cefalópodos: Field Museum of Natural History (Zoology) Invertebrate Collection (Chicago): <http://fieldmuseum.org/explore/department/zoology/invertebrates/collections> [En línea: octubre 2013].

Base de Datos de colección de Cefalópodos: Florida Museum of Natural History: http://www.flmnh.ufl.edu/scripts/dbs/malacol_pub.asp [En línea: octubre 2013].

Base de Datos de colección de Cefalópodos: National Museum of Natural History, Smithsonian Institution: <http://collections.mnh.si.edu/search/iz/?v=g1> [En línea: octubre 2013].

Base de Datos de colección de Cefalópodos: The Deepwater Program: Northern Gulf of Mexico Continental Slope Habitat and Benthic Ecology - DgoMB: Trawl <http://www.gbif.org/dataset/83db7836-f762-11e1-a439-00145eb45e9a> [En línea: octubre 2013].

Base de Datos de colección de Cefalópodos: The Museum of comparative Zoology of Harvard University: <http://mczbase.mcz.harvard.edu/SpecimenSearch.cfm> [En línea: octubre 2013].

Base de Datos de colección de Cefalópodos: The Peobody Museum of Yale University: <http://peabody.yale.edu/collections/search-collections?iz> [En línea: octubre 2013].

Barrientos Mc Gregor J. G. 1993. *Algunos aspectos sobre la biología, ecología y dinámica de poblaciones de los cefalópodos del Golfo de México*. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar (oceanografía biológica y pesquería). Universidad Nacional Autónoma de México. 137 p.

Bakus G. J. 2007. *Quantitative Analysis of Marine Biological Communities Field Biology and Environment*. Hoboken, New Jersey, Wiley-Interscience, 435 p.

Boletzky, S.V. 2002. Yolk sac morphology in cephalopod embryos. Pp. 57-68. En: Summesberger H., Histon K. y Daurer A. (Eds) *Cephalopods-Present and Past*. Vol. 57. Wein, Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt.

Boletzky S. V. 2003. Biology of early life stages in cephalopod molluscs. *Advances in Marine Biology*. **44**: 143-203.

Boyle P. R. y Boletzky S. V. 1996. Cephalopod populations: definitions and dynamics. *Philosophical Transactions of the Royal Society Series B: Biological Sciences*. **351**: 985-1002.

Boyle P. y Rodhouse P. 2005. *Cephalopods, ecology and fisheries*, Blackwell Science. Oxford, UK. 464 p.

Bogdanov D.V., Sokolov V.A y Khromov N.S. 1968. Regions of high biological and commercial productivity in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Oceanology*. **8**: 371-381.

Brusca R. C. y Brusca G. J. 2003. Filo Moluscos (Mollusca). Pp. 695-770. En: Brusca R. C. y Brusca G. J. *Invertebrates*. 2ª Edición. Sinauer Associates Inc. Publishers. Massachusetts. 936 p.

Burciaga Cifuentes L. M. 2015. *Revisión de la sistemática y distribución de las clases Solenogastres, Caudofoveata y Monoplacophora (Mollusca Cuvier, 1795) en México*. Reporte de seminario de titulación. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 33 p.

Clarke M. R. 1966. A review of the systematics and ecology of oceanic. *Advances In Marine Biology*. **4**: 91-300.

Clarke M. R. y Trueman E.R. (Eds). 1988. Paleontology and Neontology of Cephalopoda, En: Wilbur K.M. (Ed.) *The Mollusca*, Vol. 12. Academic Press Inc. San Diego, California. 355 p.

- Colwell R. K. y Coddington J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*. **345**: 101-118.
- Cochrane J. D. 1968. *Currents and waters of the eastern Gulf of Mexico and western Caribbean, of the western tropical Atlantic Ocean, and of the eastern tropical Pacific Ocean*. Department of Oceanography and Meteorology., Texas A&M Univ. Ref. 68-8T. 19-28 p.
- Croxal J. P. y Prince P. A. 1996. Cephalopods as prey I. Seabirds. *Philosophical Transactions of the Royal Society Series B: Biological Sciences*. **351**: 1023-1043.
- De la Lanza-Espino G. y Gómez-Rojas J. C. 2004. Características físicas y químicas del Golfo de México, Pp.103-132. En: Caso M. I. Pisanty y Ezcurra E. (Eds). *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología, A. C. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies. México. 626 p.
- Díaz Santana Iturríos M. 2014. *Revisión Taxonómica de la familia Loliginidae (Suborden: Myopsida) de la costa de Tamaulipas, Golfo de México*. Tesis de Posgrado. Instituto Politecnico Nacional. 59 p.
- Felder D. L., Camp D. K. y Tunnell J. W. 2009. An introduction to Gulf of Mexico Biodiversity Assessment. Pp. 1-15. En: Felder D. L. y Camp D. K. (Eds) *Gulf of Mexico. Origin, Waters, and Biota. Vol. 1, Biodiversity*. 1ª Edición. Texas A & M University Press, EE. UU. 1393 p.
- Forsythe J., Lee P., Walsh L. y Clark T. 2002. The effects of crowding on the growth of the European cuttlefish, *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758 reared two temperatures. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **269**: 173-185.
- Gilly W. F. y Lucero M. T. 1992. Behavioral responses to chemical stimulation of the olfactory organ in the squid *Loligo opalencens*. *Journal of Experimental Biology*. **162**: 209-229.
- Guerra A. 1992. Mollusca, Cephalopoda. En: Ramos M.A., Alba J., Bellés X., Gosálbez J., Guerra A., Macpherson E., Martín F., Serrano J. y Templado J. (Eds). *Fauna Ibérica, Vol. 1*. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). Madrid. 327 p.
- Hanlon R. T. 1983. *Octopus briareus*. Pp. 251-256. En: Boyle P. R. (Ed.) *Cephalopod life cycles. Vol I. Species account*. Academic Press, London. 475 p.

- Hanlon R. T. y Messenger J. B. 1996. *Cephalopod behaviour*. University Press, Cambridge. 232 p.
- Hanlon R. T., Cooper K. M., Budelmann B. U. y Pappas T. C. 1990. Physiological color change in squid iridiophores I. Behavior, Morphology and Pharmacology in *Lolliguncula brevis*. *Cell Tissue Research*. **259**: 3-14.
- Hanlon R. T., Hixon R. F., Forsythe J. W. 1980. The “*Macrotriopus* problem” solved *Octopus defillippi* raised from a wild-caught pelagic *Microtriopus*. *Bulletin American Malacology*. **1980**: 70.
- Hendrickx M. E. 1985. Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del Golfo de California y su importancia como Recurso Potencial. Pp. 95-148. En: Yáñez-Arancibia A. (Ed.) *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La pesca Acompañante del Camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM - Inst. Nal. de Pesca. 748 p.
- Hodgkin A. y Huyley A. 1952. Currents carried by sodium and potassium ions through the membrane of the giant squid axon of *Loligo*. *Journal of Physiology*. **116**: 449-472.
- Howel S. B. 1868. Descriptions of two new species of cephalopods. *American Journal of Conchology*. **3**: 239-241.
- INP 1999–2000. *Sustentabilidad y pesca responsable en México: evaluación y manejo*. INP–SEMARNAP, 1043 p.
- INP-SAGARPA. 2005. Breviario de la pesquería del pulpo. *Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Gobierno Federal*. México.
- Jereb P. y Roper C. F. E. (Eds). 2005. Cephalopods of the world. An Annotated and Illustrated Catalogue of Species known to date. Volume 1. Chambered Nautilus and Sepioids (Nautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadariidae, Idiosepiidae and Spirulidae). *FAO Species catalogue for Fishery Purposes*. No. 4. Vol 1. Roma, Italia. 262 p.
- Jereb P. y Roper C. F. E.(Eds). 2010. Cephalopods of the world. An Annotated and Illustrated Catalogue of Species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid Squids. *FAO Species catalogue for Fishery Purposes*. No. 4. Vol 2. Roma, Italia. 605 p.
- Jereb P., Roper C. F. E., Norman M.D. y Finn J. K. (Eds). 2014. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 3. Octopods and Vampire Squids. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. No. 4, Vol. 3. Roma, Italia. 370 p.

- Jiménez-Valverde A. 2001. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. **8 (31)**: 151-161.
- Judkins H. L., Vecchione M., y Roper C.F.E. 2009. Cephalopoda (Mollusca) of the Gulf of Mexico. Pp. 701-710. En: Felder D. L. y Camp D. K. (Eds) *Gulf of Mexico. Origin, Waters, and Biota. Vol. 1, Biodiversity*. 1ª Edición. Texas A & M University Press, EE. UU. 1393 p.
- Judkins H. L., Vecchione M., Roper C. F. E., y Torres J. 2010. Cephalopod species richness in the wider Caribbean region. *Journal of Marine Science*. **67**: 1392-1400.
- Judkins, Heather L. 2009 *Cephalopods of the Broad Caribbean: Distribution, abundance, and ecological importance*. Tesis de Posgrado. Universidad del sur de Florida 52 p.
- Lande R. 1966. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*. **76**: 5-13.
- Lara-Lara J. R., Arenas V., Bazán C., Díaz V., Escobar E., García M. de la C. García, Gaxiola G., Robles G., Sosa R., Soto L. A., Tapia M. y Valdéz-Holgupin J. E. 2008. *Los Ecosistemas Marinos*. Pp. 135-159 En: Soberón J., Halffter G., Llorente -Bousquets J. (Eds) *Capital Natural de México. Conocimiento Actual de la Biodiversidad. vol. 1*. CONABIO, México. 621 p.
- Lee P. N., Calaerts P., de Couet H. G. y Martindale M. Q. 2003. Cephalopod *Hox* genes and the origin of morphological novelties. *Nature*. **424**: 1061-1065.
- Leseur C. A. 1821. Descriptions of several new species of cuttlefish. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. **2 (1)**: 86-101.
- Lipka D. A. 1975. *The Systematics and Zoogeography of Cephalopods from the Gulf of Mexico*. Tesis de Posgrado. Universidad de Texas A y M. 351 p.
- Magurran A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Magurran A. E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedral. Barcelona. 200 p.

- Makman M. y Stefano G. 1984. Marine mussels and cephalopods as models for study of neuronal aging. Pp. 165-189. *Invertebrate Models in Aging Research*. Mitchell D. H. y Johnson T.E. (Eds.). Boca Raton F.L. CRC Press. 195 p.
- Margalef R. 2005. Evaluación de las poblaciones. Pp. 317-357. En: Margalef R. *Ecología*. Omega. Barcelona. 968 p.
- Martínez-López B. y Parés-Sierra A. 1998. Circulación de Golfo de México inducida por mareas, viento y la corriente de Yucatán. *Ciencias Marinas*. **24 (1)**: 65-93.
- Merino M. 1997. Upwelling on the Yucatan Shelf: hydrographic evidence. *Journal of Marine Systems*. **13**: 101-121.
- Meffe G.K. y Carroll C.R. 1997. *Principles of Conservation Biology*. 2da edición. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 779 p.
- Milson C. y Rigby S. 2010. *Fossils at a Glace*. 2ª Edición. Wiley-Blackwell. UK. 172 p.
- Monreal-Gómez M. A., Salas de León D. A. 1997. Circulación y estructura termohalina del Golfo de México. Pp. 183-199. En: Lavín M.F. (Ed.). *Contribuciones a la oceanografía física en México. Monografía 3*. Unipon Geofísica Mexicana, México. 272 p.
- Moreno C. E. 2001. *Métodos para medir biodiversidad*. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. 1ª Edición. 83 p.
- Müller-Karger F.E., Walsh J.J., Evans R.H. y Meyers M.B. 1991. On the seasonal phytoplankton concentration and sea surface temperature cycles of the Gulf of Mexico as determined by satellites. *Journal of Geophysical Research*. **96**: 12645-12665.
- Nishiguchi M. K. y Mapes R. H. 2008. Chapter 8. Cephalopoda. Pp. 163-199. En: Ponder W. F. y Lindberg D.R. (Eds). *Phylogeny and Evolution of the Mollusca*. University of California Press, EE. UU. 479 p.
- Nesis K. N. 1975. Cephalopods of the American Mediterranean Sea. *Trudy institute Okeanol, Academy Science. USSR*. **100**: 259-288.
- Nesis K. N. 1987. *Cephalopods of the world*. Buergess L. (Ed.) T.F.H. Publication Inc. Ltd., New Jersey, EE.UU. 351 p.
- Nesis K. N. y Nikitina I. V. 1981. *Macrotriopus*, a planktonic larvae of the benthic octopus, *Octopus defilippi*, Identification and distribution. *Zoologicheskii zhurnal*. **60(6)**: 835-847.

- Norbert T., Klages W. 1996. Cephalopods as prey II. Seals. *Philosophical Transactions of the Royal Society Series B: Biological Sciences*. **351**: 1045-1052.
- Norman M.D. y Hochberg F.G. 2005. The "Mimic Octopus" (*Thaumoctopus mimicus* n. gen. et sp.), a new octopus from the tropical Indo-West Pacific (Cephalopoda: Octopodidae). *Molluscan Research*. **25(2)**: 57-70.
- Palmer M. W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*. **71**: 1195- 1198.
- Passarella K. C. 1990. *Oceanic Cephalopod Assemblage in the Eastern Gulf of Mexico*. Tesis de Posgrado. Universidad del Sur de Florida 50 p.
- Peet R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. **5**: 285-307.
- Pickford G. E. 1945. Le poulpe Americain: a study of the literal Octopoda of the western Atlantic. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*. **36**: 701-811.
- Pielou E. C. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, Inc., New York, EE. UU. 165 p.
- Ponder W. F. y Lindberg D.R. (Eds.). 2008. *Phylogeny and Evolution of the Mollusca*. University of California Press, EE. UU. 469 p.
- Powel M. G., Beresford V. P. y Colaianne B. A. 2012. The latitudinal position of peak marine diversity in living and fossil biotas. *Journal of Biogeography*. **39**: 1687-1694.
- Rathjen W. F. 1991. Cephalopod Capture Methods: an Overview. *Bulletin of Marine Science*. **49 (1-2)**: 494-505.
- Ríos-Macbeth F. 1952. Estudios geológicos de la región de los Tuxtlas, Veracruz. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geología y Petrología*. **4**: 325-376.
- Riley G.A., 1937. The significance the Mississippi river drainage for biological conditions in the northern Gulf of Mexico. *Journal of Marine Research*. **1**: 60-74.
- Rocha F., 1992. *Chiroteuthis veranyi* frente a la Isla Mocha (Mollusca, Cephalopoda, Teuthoidea). *Comunicaciones Museo Regional de Concepción (Chile)*. **6**: 31-33.

- Rocha F. y A. Guerra. 1996. Signs of an extended and intermittent terminal pawning in the squid *Loligo vulgaris* Lamarck and *Loligo forbesi* Steenstrup (Cephalopoda: Loliginidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **207**: 177-189.
- Robson G. C. 1932. A monograph of the recent Cephalopoda. *Part II. The Octopoda (excluding the Octopodiadae)*. British Museum. 359 p.
- Roper C. F. E. 1964. *Enoploteuthis anapsis* a new species of enoploteuthid squid (Cephalopoda: Oegopsida) from the Atlantic Ocean. *Bulletin Marine Science Gulf Caribbean*. **14(1)**: 140-148.
- Roper C. F. E. 1966. A study of the genus *Enoploteuthis* (Cephalopoda: Oegopsida) in the the Atlantic Ocean with a redescription of the type species *E. leptura* (Leach, 1817). *Dana Report*. **66**: 1-46.
- Roper C. F. E., Lu C. C y Mangold K. 1969. A new species of *Illex* from the Western Atlantic and distributional aspects of other *Illex* species (Cephalopoda: Oegopsida). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. **82**: 295-322.
- Roper C.F.E., M.J. Sweeney y C. Nausen. 1984. FAO species catalogue. Vol. 3 *Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries*. FAO Fish Synop. **3(125)**: 1-277.
- Rosas C., Caamal C. y Cazares R. 2010. *Incubation process for Octopus and incubator*. Mexico, Pp. 1-6.
- Rosenberg G., Moretzsohn F. y García F. 2009. Gastropoda (Mollusca) of the Gulf of Mexico. Pp. 579-616. *Gulf of Mexico. Origin, Waters, and Biota. Vol. 1, Biodiversity*. Felder D. L. y Camp D. K. (Eds). 1ª Edición. Texas A & M University Press, EUA, 1393 p.
- Salcedo-Vargas M. A. 1991. Checklist of the Cephalopods from the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*. **49 (1-2)**: 216-220.
- Summers W.C. 1983. *Loligo pealei*. Pp. 115-142. En: P.R. Boyle (Ed). *Cephalopod Life Cycles. Vol I. Species Accounts*. Academic Press, London, UK. 475 p.
- Saldaña Monroy Francisco Enrique. 2012. *Revisión sistemática de la clase Scaphopoda (Mollusca, Scaphopoda) en México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 47 p.
- Smith R. L. y Smith T. M. 2006. *Ecología*. 6ª ed. Pearson Educación, Madrid. 776 p.

- Smith E. P. y van Belle. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics*. **40**: 119-129.
- Solís-Ramírez M. y Chávez, E.A. 1986. Evaluación y régimen óptimo de pesca del pulpo en la Península de Yucatán. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM*. **13**: 1-18.
- Sturm C. F., Pearce T. A., Valdés A. 2006. *The mollusks: a guide to their study, collection and preservation*. Universal-Publishers. 445 p.
- Strugnell J. M., Norman M. D., Vecchione M., Guzik M. y Allcock A. L. 2013. The ink sac clouds octopod evolutionary history. *Hydrobiologia* (online, 28 May), 21 p.
- Torruco-Gómez D. y González-Solís A. 2010. *El sistema arrecifal de Campeche: una visión comparativa. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Villalobos-Zapata G. J. y Mendoza Vega J. (Coord.). Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 730 p.*
- Turgeon D., Lyons W., Mikkelsen P., Rosenberg G. y Moretzsonhn F. 2009. Bivalvia (Mollusca) of the Gulf of Mexico. Pp. 1-15. *Gulf of Mexico. Origin, Waters, and Biota. Vol. 1, Biodiversity*. Felder D. L. y Camp D. K. (Eds). 1ª Edición. Texas A & M University Press, EUA, 1393 p.
- Ugland I. Gray J. S. y Ellingsen K. E. 2003. The species accumulation curve and estimation of species richness. *Journal of Animal*. **72**: 888-897.
- Vecchione M. 2002. Cephalopods. *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*. Carpenter, K.E. (ed.) No. 5. Roma, 600 p.
- Verrill A. E. 1882. Reports on cephalopods of the northeastern coast of America. Rep U. S. *Commission Fish*. **1897**: 1-240.
- Vidal V. M., Vidal F. V., Hernández A. F., Meza E. y Pérez Molero J. M. 1994. Baroclinic flows, transports, and kinematic properties in a cyclonic-anticyclonic-cyclonic ring triad in the Gulf of México. *Journal of Geophysical Research*. **99**: 7571-7597.

- Villarreal H. M., Álvarez, Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña M. 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. 2ª Edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Voss G. L. 1950. Two new species of cephalopods from the Florida keys. *Revista de la Sociedad Malacologica*. **7** (2): 73-79.
- Voss G. L. 1954. Cephalopoda of the Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin of the Fish and Wild life Service*. **89**: 475-478.
- Voss G. L. 1956. A review of the Cephalopods of the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean*. **6**(2): 85- 178.
- Voss G. L., Opresko L. y Thomas R. 1973. The potentially commercial species of octopus and squid of Florida. The Gulf of Mexico and the Caribbean sea. *University of Miami Sea Grant Field Guide Series*. **2**: 1-33.
- Voss G. L. 1988. Evolution and phylogenetic relationship of the deep sea cephalopods (Cirrata and Incirrata). Pp. 253-276. En: Clarke M. R., Trueman E. R. (Eds) *The Mollusca. Vol 12. Paleontology and Neontology of Cephalopods*. Academic Press. San Diego, California. 355 p.
- Vukovich F. M. 1988. Loop current boundary variations. *Journal of Geophysical Research*. **93**: 15585-15591.
- Wiseman W. J., y Sturges W. 1999. Physical oceanography of the Gulf of Mexico: Processes that regulate its biology. Pp. 77-91. En: Kumpf H., Streidinger K. y Sherman K. (Eds). *The Gulf of Mexico large marine ecosystem: Assessment, sustainability, and management*. Blackwell Science, Malden.
- Wilkinson T., Wiken E., Bezaury Creel J., Hourigan T., Agardy T., Herrmann H., Janishevski L., Madden C., Morgan L. y Padilla M. 2009. *Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental*, Montreal. 200 p.
- Wittaker R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. **21**(2/3): 213-251.
- World Wildlife Fund. 2006. WildFinder: Online database of species distributions: <http://worldwildlife.org/biomes> [En línea: octubre 2015].

- Yáñez-Arancibia A. y Day J. W. 2004. Environmental sub-regions in the Gulf of Mexico coastal zone: the ecosystem approach as an integrated management tool. *Ocean & Coastal Management*. **47**: 727-757.
- Young R. E., Veccione M. y Mangold K. M. 2012. Cephalopoda Cuvier 1797. Octopods, Squids, Nautilus, etc., Version 10 November 2012 (under construction). <http://tolweb.org/Cephalopoda/19386/2012.11.10> [En línea 20 marzo 2014].
- Young, R. E. y Roper C. F. E. 1969. A monograph of the Cephalopoda of the North Atlantic. The family Cycloteuthidae (Suborder: Oegopsida). *Smithsonian Contributions to Zoology*. **15**: 1-10.
- Zavala-Hidalgo J., Morey S. y O'Brien J. 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high resolution numerical model. *Journal of Geophysical Research*. **108(12)**: 1-19.
- Zavala-Hidalgo J., Martínez-López B., Gallegos -García A., Morey S. L. y O'Brien J. J. 2006. Seasonal upwelling on the western and southern shelves of the Gulf of Mexico. *Ocean Dynamics*. **56**: 333-338.

XII. APÉNDICES

ANEXO I

I. Lista de especies de la clase Cephalopoda registradas en aguas territoriales del Golfo de México presentes en colecciones mexicanas, colecciones estadounidenses y literatura especializada.

Colecciones mexicanas:

CNMO: Colección Nacional de Moluscos (IB-UNAM); CLEMGLM: Colección del Laboratorio de Ecología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas “Ma. Guadalupe López Magallón” (IPN); COMA: Colección Malacológica “Dr. Antonio García-Cubas” (ICMyL-UNAM).

Colecciones estadounidenses:

ANSDU: Academia de Ciencias Naturales de la Universidad de Drexel Filadelfia; CAS: Academia de Ciencias de California; DP: Programa de aguas profundas del Norte del Golfo de México hábitat de talud continental y ecología de bentos; FLMNH: Museo de Historia Natural de Florida; FMNH: Museo Field de Historia Natural de Chicago; MCZHU: Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard; NMNHI: Museo Nacional de Historia Natural (Smithsonian); PMYU: Museo Peobody de la Universidad de Yale y RGIM: Instituto de Investigación de estudios del Golfo de México. s/d =sin datos.

*Especies que no son respaldadas por colecciones mexicanas o estadounidenses.

**Especies cuya presencia en aguas territoriales se respalda por el trabajo de Judkins *et al.* (2009).

	CNMO	CLEMGLM	COMA	CAS	DP	FLMNH	ANSDU	MCZHU	PMYU	FMNH	NMNHI	RIGM	Voss -1956	Clarke -1966	Salcedo-Vargas -1991	Judkins -2009	Vecchione -2002
Familia Alloposidae																	
<i>Haliphron atlanticus</i> Steenstrup, 1861										X	X		X		X	X	
Familia Amphitretidae																	
<i>Bolitaena pygmaea</i> (Verrill, 1884)															X		
<i>Japetella diaphana</i> Hoyle, 1885,										X		X			X		
Familia Ancistrocheiridae																	
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i> d'Orbigny, 1839												X			X		
Familia Architeuthidae																	
<i>Architeuthis dux</i> Steenstrup, 1857												X	X		X	X	
Familia Argonautidae																	
<i>Argonauta argo</i> Linnaeus, 1758								X			X	X	X		X		
Familia Bathyteuthidae																	
<i>Bathyteuthis abyssicola</i> Hoyle, 1885												X	X		X		
Familia Chiroteuthidae																	
<i>Chiroteuthis lacertosa</i> Verrill, 1881													X	X	X		
<i>Chiroteuthis veranii</i> (Férussac, 1835)												X				X	
<i>Grimalditeuthis bonplandii</i> (Vérany, 1837)												X	X	X	X	X	
<i>Planctoteuthis danae</i> (Joubin, 1931)												X				X	
Familia Ctenopterygidae																	
<i>Ctenopteryx sicula</i> (Verany, 1851)															X		
Familia Cranchiidae																	
<i>Bathothauma lyromma</i> Chun, 1906,															X		
<i>Cranchia scabra</i> Leach, 1817				X						X		X	X	X	X	X	
<i>Egea inermis</i> Joubin, 1933												X		X			

	CNMO	CLEMGLM	COMA	CAS	DP	FLMNH	ANSDU	MCZHU	PMYU	FMNH	NMNHI	RIGM	Voss -1956	Clarke -1966	Salcedo-Vargas -1991	Judkins -2009	Vecchione -2002
<i>Helicocranehia papillata</i> (Voss, 1960)															X		
<i>Helicocranchia pfefferi</i> Massy, 1907												X			X		
<i>Mesonychoteuthis hamiltoni</i> Robson, 1925											X						
<i>Leachia atlantica</i> (Degner, 1925)																X	
<i>Leachia cyclura</i> Lesueur, 1821												X				X	
<i>Leachia lemur</i> (Berry, 1920)												X				X	
<i>Liocranchia reinhardti</i> (Steenstrup, 1856) *														X	X		
Familia Cycloteuthidae																	
<i>Cycloteuthis sirventi</i> Joubin, 1919															X		
Familia Enoploteuthidae																	
<i>Abralia veranyi</i> (Rüppell, 1844)												X	X	X	X	X	
<i>Abralia redfieldi</i> Voss, 1955												X			X		
<i>Abraliopsis pfefferi</i> Joubin, 1896															X		
<i>Abraliopsis morisii</i> (Vérany, 1839)												X					
<i>Abraliopsis atlantica</i> Nesis, 1982												X					
<i>Enoploteuthis anapsis</i> Roper, 1964											X			X	X		
<i>Enoploteuthis leptura</i> (Leach, 1817)												X			X		
Familia Histioteuthidae																	
<i>Histioteuthis reversa</i> (Verrill, 1880) **													X	X		X	
<i>Histioteuthis corona</i> (Voss & Voss, 1962)									X			X		X	X		
<i>Histioteuthis hoylei</i> (Goodrich, 1896)															X		
<i>Histioteuthis bonnellii</i> (Férussac, 1835)												X				X	

	CNMO	CLEMGLM	COMA	CAS	DP	FLMNH	ANSDU	MCZHU	PMYU	FMNH	NMNHI	RIGM	Voss -1956	Clarke -1966	Salcedo-Vargas -1991	Judkins -2009	Vecchione -2002
Familia Joubiniteuthidae																	
<i>Joubiniteuthis portieri</i> (Joubin, 1912)												X			X	X	
Familia Lepidoteuthidae																	
<i>Lepidoteuthis grimaldii</i> Joubin, 1895												X				X	
Familia Loliginidae																	
<i>Sepioteuthis sepioidea</i> (Blain ville, 1823)	X												X		X		X
<i>Doryteuthis pealeii</i> (Lesueur, 1821)	X	X	X								X	X	X		X	X	X
<i>Doryteuthis pleii</i> (Blainville, 1823)			X							X	X	X	X		X	X	X
<i>Doryteuthis roperi</i> (Cohen, 1976)												X				X	
<i>Lolliguncula brevis</i> (Blainville, 1823)	X		X				X		X		X	X	X		X	X	X
<i>Pickfordiateuthis pulchella</i> G. L. Voss, 1953												X	X		X		
Familia Lycoteuthidae																	
<i>Lycoteuthis diadema</i> (Chun, 1900) *													X	X	X		
<i>Lycoteuthis springeri</i> (G. L. Voss, 1956)												X	X	X	X	X	
<i>Lycoteuthis lorigera</i> (Steenstrup, 1875)												X				X	
<i>Selenoteuthis scintillans</i> Voss, 1959												X		X	X		
Familia Mastigoteuthidae																	
<i>Mastigoteuthis agassizii</i> Verrill, 1881												X					
<i>Mastigoteuthis glaucopis</i> Chun, 1908															X		
<i>Mastigoteuthis grimaldii</i> (Joubin, 1895)															X		
<i>Mastigoteuthis hjorti</i> Chun, 1913												X				X	

	CNMO	CLEMGLM	COMA	CAS	DP	FLMNH	ANSDU	MCZHU	PMYU	FMNH	NMNHI	RIGM	Voss	Clarke	Salcedo-Vargas	Judkins	Vecchione
													-1956	-1966	-1991	-2009	-2002
<i>Mastigoteuthis magna</i> Joubin, 1913												X				X	
Familia Octopodidae																	
<i>Amphioctopus burryi</i> (Voss, 1950)		X	X								X	X	X		X		X
<i>Callistoctopus macropus</i> (Risso, 1826)												X			X	X	X
<i>Graneledone verrucosa</i> (Verrill, 1881)															X		
<i>Muusoctopus januarii</i> (Hoyle, 1885)												X	X		X	X	X
<i>Macrotritopus defilippi</i> (Vérany, 1851)										X		X			X		
<i>Octopus briareus</i> Robson, 1929,		X	X										X		X		X
<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797	X	X	X						X		X	X	X		X	X	X
<i>Octopus joubini</i> Robson, 1929											X	X	X		X	X	X
<i>Octopus hummelincki</i> Adam, 1936												X					
<i>Octopus rugosus</i> Bosc, 1792						X											
<i>Octopus zonatus</i> Voss, 1968			X														
<i>Octopus maya</i> Voss y Solis, 1966	X		X								X	X			X		X
<i>Pteroctopus tetracirrhus</i> (Delle Chiaje, 1830)												X	X		X	X	X
<i>Pteroctopus schmidti</i> (Joubin, 1933) *													X		X		
<i>Seaeurgus unicolorrhus</i> (Delle Chiaje, 1830)												X			X		
<i>Tetraheledone spinicirrhus</i> Voss, 1955												X	X		X		X
Familia Octopoteuthidae																	
<i>Taningia danae</i> Joubin, 1931												X					
<i>Octopoteuthis megaptera</i> (Verrill, 1885) *												X	X		X		

	CNMO	CLEMGLM	COMA	CAS	DP	FLMNH	ANSDU	MCZHU	PMYU	FMNH	NMNHI	RIGM	Voss -1956	Clarke -1966	Salcedo-Vargas -1991	Judkins -2009	Vecchione -2002
Familia Ocythoidea																	
<i>Ocythoe tuberculata</i> Rafinesque, 1814												X				X	
Familia Ommastrephidae																	
<i>Hyaloteuthis pelagica</i> (Bosc, 1802)												X				X	X
<i>Illex illecebrosus</i> (Lesueur, 1821) *													X	X			
<i>Illex oxygonius</i> Roper, Lu y Mangold, 1969												X					
<i>Illex coindetii</i> (Verany, 1837)			X									X			X	X	
<i>Ommastrephes bartrami</i> (LeSueur, 1821) *															X	X	X
<i>Ornithoteuthis antillarum</i> Adam, 1957											X				X	X	X
<i>Sthenoteuthis pteropus</i> (Steenstrup, 1855) **													X		X	X	X
Familia Onychoteuthidae																	
<i>Ancistroteuthis lichtensteinii</i> (Férussac, 1835)											X		X	X	X		
<i>Onychoteuthis banksii</i> (Leach, 1817)												X	X		X		
<i>Onykia aequatorialis</i> (Theile, 1920)												X					
<i>Onykia carriboea</i> Lesueur, 1821												X	X	X	X		
Familia Opisthoteuthidae																	
<i>Opisthoteuthis agassizi</i> Verrill, 1883,											X	X	X		X	X	
Familia Pholidoteuthidae																	
<i>Pholidoteuthis adami</i> Voss, 1956					X							X	X	X	X	X	
<i>Pholidoteuthis massyae</i> (Pfeffer, 1912)																X	
<i>Tetronyehoteuthis dussumieri</i> (d'Orbigny, 1839)															X		

	CNMO	CLEMGLM	COMA	CAS	DP	FLMNH	ANSDU	MCZHU	PMYU	FMNH	NMNHI	RIGM	Voss	Clarke	Salcedo-Vargas	Judkins	Vecchione
Familia Pyroteuthidae													-1956	-1966	-1991	-2009	-2002
<i>Pterygioteuthis gemmata</i> Chun, 1908															X		
<i>Pterygioteuthis giardi</i> Fischer, 1896												X			X		
<i>Pyroteuthis margaritifera</i> (Rüppell, 1884)												X			X		
Familia Sepiolidae																	
<i>Austrorossia antillensis</i> Voss, 1955 *												X	X		X		
<i>Heteroteuthis dispar</i> (Rüppell, 1844)												X					
<i>Heteroteuthis dagamensis</i> Robson, 1924															X		
<i>Rossia bullisi</i> Voss, 1956											X	X	X		X	X	
<i>Rossia tortugaensis</i> Voss, 1956 *													X		X		
<i>Semirossia equalis</i> (Voss, 1950) *													X		X		
<i>Semirossia tenera</i> (Verrill, 1880)								X				X	X		X	X	
Familia Spirulida																	
<i>Spirula spirula</i> (Linnaeus, 1758)						X	X					X	X	X	X	X	
Familia Thysanoteuthidae																	
<i>Thysanoleulhis rhombus</i> Troschel, 1857												X			X		
Familia Tremoctopodidae																	
<i>Tremoctopus violaceus</i> Delle Chiaje, 1830												X	X		X		
Familia Vampyroteuthidae																	
<i>Vampyroteuthis infernalis</i> Chun, 1903												X	X		X	X	

ANEXO II

II. Presencia de especies por región oceánica, provincias marinas, ecorregiones y estados mexicanos que bordean el Golfo de México.

SUPERORDEN: OCTOPODIFORMES	Región oceánica IV				
	Provincia marina IV		Provincia marina V		
	Ecorregión 13	Ecorregión 14			
Familia / Especie	Tamaulipas	Veracruz	Tabasco	Campeche	Yucatán
Superorden: Octopodiformes					
Familia Octopodidae					
<i>Macrotritopus defilippi</i> (Vérany, 1851)	x				
<i>Amphioctopus burryi</i> (Voss, 1950)		x		x	
<i>Octopus briareus</i> Robson, 1929		x			
<i>Octopus maya</i> Voss y Solis, 1966		x		x	
<i>Octopus rugosus</i> Bosc, 1792					x
<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797		x			x
Familia Allopsidae					
<i>Haliphron atlanticus</i> Steenstrup, 1861		x			
Familia Amphitretidae					
<i>Japetella diaphana</i> Hoyle, 1885		x			
Familia Opistoteuthidae					
<i>Opisthoteuthis agassizii</i> Verrill, 1883		x	x		

SUPERORDEN: DECAPODIFORMES	Región Oceánica IV				
	Provincia Marina IV		Provincia Marina V		
	Ecorregión 13	Ecorregión 14			
Familia / Especie	Tamaulipas	Veracruz	Tabasco	Campeche	Yucatán
Superorden: Decapodiformes					
Familia Cranchiidae					
<i>Cranchia scabra</i> Leach, 1817		x			
Familia Enoploteuthidae					
<i>Enoploteuthis anapsis</i> Roper, 1964					x
Familia Loliginidae					
<i>Doryteuthis pealeii</i> (Lesueur, 1821)		x	x	x	
<i>Doryteuthis pleii</i> (Blainville, 1823)		x	x	x	
<i>Sepioteuthis sepioidea</i> (Blainville, 1823)		x			
<i>Lolliguncula brevis</i> (Blainville, 1823)		x	x	x	
Familia Onychoteuthidae					
<i>Ancistroteuthis lichtensteini</i> (Férussac [en Férussac y d'Orbigny], 1835)					x
Familia Ommastrephidae					
<i>Ornithoteuthis antillarum</i> Adam, 1957		x	x		x
<i>Illex coindetii</i> (Vérany, 1839)		x			
Familia Pholidoteuthidae					
<i>Pholidoteuthis adami</i> Voss, 1956					x
Familia Sepiolidae					
<i>Rossia bullisi</i> G. L. Voss, 1956		x			
<i>Semirossia tenera</i> (A. E. Verrill, 1880)					x
Familia Spirulidae					
<i>Spirula spirula</i> (Linnaeus, 1758)		x			x