



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Distribución vertical de las comunidades ictioplanctónicas
y su relación con la hidrodinámica en la región del Cañón
de Campeche, Golfo de México.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Bióloga

P R E S E N T A:

Diana Esperanza García Álvarez



**DIRECTOR DE TESIS:
María de la Luz Espinosa Fuentes**

2015

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.

Dedico esta tesis:

A mi padre Rogelio, a quien admiro y amo infinitamente, gracias por ser mi principal soporte y ejemplo, por insistir y no permitirme declinar en ningún momento, pero sobre todo por el gran amor, dedicación y sacrificio.



A mi madre Esperanza, por el amor, la dedicación, el apoyo y la alegría que me brinda día a día, por demostrarme que siempre se puede salir adelante por medio de trabajo y convicción. Te amo mamá.



Con todo el amor para mis hermanos Susi y Roge, por su completo apoyo y motivación, son una parte esencial en mi vida, sé que siempre estaremos hombro a hombro para alcanzar nuestras metas y objetivos.



A Bruno, gracias por todo tu amor, ánimo, consejos y por acompañarme de la mano durante este proceso tan importante para mí, gracias por complementarme... te amo cielo.



A toda mi familia, amigos, incluyendo a los que ahora son estrellas que me cuidan e iluminan mi camino. Agradezco sinceramente su cariño y valiosos consejos.

Que tu luz se despliegue hasta destellar al infinito...

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora la Dra. María de la Luz Espinosa Fuentes por su paciencia e incondicional apoyo; por ser mi guía en este proceso y hacer posible la culminación de este trabajo. Muchas gracias Doctora Marilú por asesorarme y transmitirme parte de su conocimiento, pero sobre todo por brindarme su invaluable amistad.

Al Dr. César Flores Coto, por permitirme formar parte del laboratorio de zooplancton y apoyarme con todo lo necesario para realizar este trabajo, con su experiencia y valiosos consejos. Mi sincera gratitud por todo su apoyo Doctor.

Al M. en C. Faustino Zavala García, por todas sus enseñanzas y colaboración, fue una importante guía para poder realizar ésta tarea. Gracias Faus.

Agradezco enormemente a mis sinodales la Dra. María Ana Fernández Álamo, la Dra. Leticia Huidobro Campos y la M. en C. María de los Ángeles Cauich García, por sus aportaciones que contribuyeron a enriquecer mi tesis.

A la UNAM, a la Facultad de Ciencias y a mis profesores de la carrera, por inculcarme el amor a la ciencia y permitirme ser parte de esta gran institución que siempre la llevaré orgullosamente en mi corazón.

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, el laboratorio de Zooplancton y a todos los que lo integran, mi más profunda gratitud por la oportunidad de trabajar con el proyecto Procesos Oceanográficos y Mecanismos de Producción Biológica en el Sur del Golfo de México ICMLIUNAM-CONACYT G27777B.

A todos los que integran la tripulación del Buque Oceanográfico “Justo Sierra”, agradezco su amistad y admiro su trabajo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	I
RESUMEN.....	V
INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS.....	5
OBJETIVOS.....	5
ÁREA DE ESTUDIO.....	6
Golfo de México.....	6
Cañón de Campeche.....	7
MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
Método de campo	10
Análisis de datos ambientales.....	11
Trabajo de laboratorio.....	11
Análisis de datos.....	12
RESULTADOS.....	15
Hidrología.....	15

Temperatura y salinidad.....	15
Composición taxonómica de las larvas de peces.....	18
Distribución horizontal de la densidad larvaria.....	18
Composición taxonómica por estratos.....	19
Caracterización de las comunidades ictioplanctónicas.....	25
Jerarquización de las larvas de peces de la CN y CM.....	28
Relación entre la Comunidad Nerítica y la Mesopelágica.....	31
Distribución por tallas vs estratos.....	32
Comunidad Nerítica.....	32
Comunidad Mesopelágica.....	36
Relación entre los parámetros ambientales y las especies dominantes.....	40
DISCUSIÓN.....	42
Hidrología.....	42
Comunidad Nerítica.....	44
Comunidad Mesopelágica.....	46

Relación entre Comunidad Nerítica y la Comunidad Mesopelágica.....	47
Relación talla-estrato.....	48
Distribución vertical de las comunidades ictioplanctónicas y su relación con las condiciones hidrográficas.....	50
CONCLUSIONES.....	52
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Batimetría y estaciones de muestreo en la campaña PROMEBIO III, en la región del Cañón de Campeche, Golfo de México.....	9
Figura 2. Perfiles verticales de temperatura y salinidad por estación.....	16
Figura 2. Continuación.....	17
Figura 3. Valores promedio de densidad en 100m ⁻³ por estación.....	19
Figura 4. Porcentaje de la densidad total de larvas en 100 m ⁻³ por familia.....	20
Figura 5. Densidad total de larvas en 100m ⁻³ y número total de familias por estrato.....	20
Figura 6. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 0-10 m de profundidad.....	21
Figura 7. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 10 – 20 m de profundidad.....	22
Figura 8. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 20 – 30 m de profundidad.....	23
Figura 9. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 40 – 60 m de profundidad.....	23
Figura 10. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 60 – 80 m de profundidad.....	24

Figura 11. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 80 - 100 m de profundidad.....	25
Figura 12. Dendrograma de similitud entre los estratos de muestreo, basado en el índice de Bray-Curtis.....	26
Figura 13. Dendrograma y mapa de color que representa el grado de similitud por estratos obtenido mediante el índice de Bray-Curtis y las densidades de los taxa por estrato, aplicado a las 52 especies dominantes obtenido a partir del (IVI) >3%.....	27
Figura 14. Prueba de asociación de Olmstead-Tukey para larvas de la CN.....	28
Figura 15. Prueba de asociación de Olmstead-Tukey para la CM.....	30
Figura 16. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2 y 3) de la especie <i>Selar crumenophthalmus</i>	33
Figura 17. Frecuencias relativas e Intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2 y 3) de la especie <i>Brama dussumieri</i>	34
Figura 18. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2 y 3) de la especie <i>Auxis rochei</i>	34
Figura 19. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2 y 3) de la especie <i>Cubiceps pauciradiatus</i>	35
Figura 20. Frecuencias relativas e Intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2 y 3) de la especie <i>Lampadena urophaos</i>	35

Figura 21. Frecuencias relativas e Intervalos de tallas (mm) por estratos (4, 5 y 6) de la especie <i>Hygophum reinhardtii</i>	36
Figura 22. Frecuencias e Intervalos de tallas (mm) por estratos (4, 5 y 6) de la especie <i>Hygophum taaningi</i>	37
Figura 23. Frecuencias relativas e Intervalos de tallas (mm) por estratos (4, 5 y 6) de la especie <i>Myctophum affine</i>	37
Figura 24. Frecuencias relativas e Intervalos de tallas (mm) por estratos (4, 5 y 6) de la especie <i>Myctophum nitidulum</i>	38
Figura 25. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2, 3, 4, 5 y 6) de la especie <i>Diaphus mollis</i>	39
Figura 26. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2, 3, 4, 5 y 6) de la especie <i>Syacium papillosum</i>	39
Figura 27. Diagrama de ordenación del Análisis Canónico de Correspondencia por estación-estrato aplicado a las especies dominantes de las Comunidades Nerítica y Mesopelágica.....	41
Tabla 1. Correspondencia de estratos y profundidades.....	10
Tabla 2. Valores de estratificación (ϕ) para el total de estaciones y estratos.....	18
Tabla 3. Porcentaje de relación entre la Comunidad Nerítica y Mesopelágica, de las especies dominantes en los seis estratos de muestreo (100 m ⁻³).....	32

Tabla 4. Varianza explicada en el Análisis Canónico de Correspondencia de la distribución de las especies dominantes de las comunidades de larvas de peces por estratos-estaciones.....40

Tabla 5. Correlación de las especies dominantes de la CN y CM con las variables ambientales obtenida a través del Análisis Canónico de Correspondencia.....41

RESUMEN

Se estudió la distribución vertical de las comunidades ictioplanctónicas en la región del Cañón de Campeche en el Golfo de México, durante el mes de Abril (época de secas) del año 2000, en once estaciones de muestreo considerando seis estratos de profundidad: E1, 0 - 10 m; E2, 10 - 20 m; E3, 20 - 30 m; E4, 40 - 60 m; E5, 60 - 80 m y E6, 80 - 100 m. Mediante el índice de disimilitud de Bray-Curtis se determinaron dos comunidades: la Comunidad Nerítica, distribuida de superficie a 30 m de profundidad; esta comunidad se encuentra representada por especies cuyos padres son de hábitos neríticos-costeros pero su área de desove es en aguas oceánicas; y la Comunidad Mesopelágica que mostró una amplia distribución dentro de la columna de agua con sus mayores densidades en los estratos profundos (superiores a 40 m). La distribución de tallas por estrato de las especies dominantes de cada comunidad sugiere que primavera es la época de desove para algunas especies de la Comunidad Nerítica debido a la presencia de tallas pequeñas, mientras que otras especies de la misma comunidad presentan un intervalo de tallas variado, sugiriendo que su reproducción es continua a lo largo del año. Las especies de la Comunidad Mesopelágica presentaron tallas de mayor tamaño en comparación a las especies de la Comunidad Nerítica, mismas que se encontraron distribuidas en los estratos más profundos. La hidrodinámica del área de estudio estuvo influenciada por los giros ciclónico-anticiclónicos durante la época de secas (Abril del 2000) y por el proceso de mezcla.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años diversos estudios enfocados al ictioplancton han aportado datos relevantes acerca de la ontogenia, los ciclos de vida, hábitos, áreas y épocas de desove (Flores-Coto *et al.*, 2009; Irisson *et al.*, 2010), que favorecen su manejo y explotación, sobre todo de aquellas especies que tienen importancia económica (Gasca & Suárez, 1996).

Uno de los aspectos más importantes en el estudio del ictioplancton es el conocimiento de la distribución vertical de las larvas de peces. Las investigaciones realizadas sobre este tópico mencionan que la distribución de las larvas de peces a través de la columna de agua está influenciada por las condiciones físicas del medio, como son la picnoclina, termoclina, oxiclina y la incidencia de luz (Job & Bellwood, 2000; Rodríguez & Castro, 2000; Annis, 2005; Manzano-Sarabia & Salinas-Zavala, 2008) y se ha observado que la mayor concentración de las mismas se ubica en la capa superficial mezclada de la columna de agua (Espinosa-Fuentes *et al.*, 2009, 2013) sin embargo, la amplitud de desplazamiento que puedan tener dentro de los diferentes estratos va a depender de cada especie ya que está regulado por mecanismos endógenos pero modulados por parámetros hidrológicos y biológicos como el hábitat de los organismos adultos (Sanvicente-Añorve *et al.*, 2000; Contreras-Catalá *et al.*, 2012, Olivar *et al.*, 2014).

Los hábitats larvales cambian durante sus etapas de desarrollo ontogénico (Lampert, 1989; Sánchez-Uvera, 2012), que en general comprenden las siguientes fases: preflexión, flexión, y posflexión (Richards, 2006). Algunos autores sugieren que la movilidad que presentan puede ser influenciada por la turbulencia del medio, disponibilidad de alimento y como estrategia evolutiva (Lampert, 1989).

Las larvas de peces poseen una amplia distribución, en general las de especies cuyos adultos son de hábitos neríticos se encuentran esencialmente en la parte superficial (0 a 50 m) de la columna de agua, en contraste, las larvas de peces con hábitos oceánicos en su mayoría ocupan estratos profundos (50 m en adelante).

En este sentido, la comunidad de larvas de peces neríticos son más estudiados y explotados, a diferencia de la comunidad mesopelágica que carece de interés pesquero y presenta cierta dificultad en la obtención para su muestreo, a pesar de lo anterior esta comunidad representa un elemento numérico clave en las redes tróficas oceánicas ya que algunas especies tienen un intervalo de distribución desde la superficie hasta los 1000 m, lo cual implica que juegan un papel importante como vías de transporte de energía a través de la columna de agua (Díaz *et al.*, 2011; Olivar *et al.*, 2014).

Ambos tipos de peces (neríticos o mesopelágicos) están sometidos a migraciones verticales de tipo diurno y nocturno, de igual forma ambos movimientos están estrechamente relacionados con los parámetros físicos, químicos y biológicos (Clay *et al.*, 2004; Auth *et al.*, 2007; Olivar *et al.*, 2014; Rojas, 2014).

Los estudios realizados en estratos profundos de la columna de agua han contribuido al conocimiento de los hábitos de especies mesopelágicas. Las familias mesopelágicas más abundantes son Myctophidae (Sassa *et al.*, 2004; Sassa & Kawaguchi, 2006; Sassa *et al.*, 2007), Gonostomatidae y Sternoptychidae (Ordoñez, 1986; Flores-Coto & Ordóñez-López, 1991; Evseenko, 2006; Olivar *et al.*, 2012). La abundancia de estas familias puede llegar a constituir del 4% al 6% de la pesca planctónica en las áreas oceánicas del Golfo de México (Ordóñez-López & Flores-Coto, 1989).

El sur del Golfo de México es una zona con una gran riqueza biológica, por ello se han realizado un gran número de estudios acerca de su hidrografía, biodiversidad y de la distribución de los diferentes tipos de organismos que lo habitan. Las investigaciones concernientes al estudio del ictioplancton presentan diversos enfoques como la distribución y composición de larvas de peces (Ayala-Duval, 1980; Flores-Coto, 1987; Flores-Coto *et al.*, 1983,1988). Otros autores se han abocado al estudio de alguna familia en particular como es el caso de Carangidae, Myctophidae, Gonostomatidae, Bothidae y Bregmacerotidae entre otras (Flores-Coto & Sánchez-Ramírez, 1989; Flores-Coto & Ordóñez-López, 1991; Flores-Coto *et al.*, 1991; Sánchez-Ramírez & Flores-Coto,1993; Flores-Coto & Zavala-García, 1994), algunos más han analizado la distribución de las larvas en diferentes

estratos de la columna de agua (Flores-Coto *et al.*, 1999, 2001; Espinosa-Fuentes & Flores-Coto, 2004; Espinosa-Fuentes *et al.*, 2013) y otros se han enfocado al estudio de las comunidades ictioplanctónicas (Sanvicente-Añorve *et al.*, 1998; Flores-Coto *et al.*, 2000; Espinosa-Fuentes & Flores-Coto, 2004). En la mayoría de esos estudios se han evaluado los factores ambientales, como salinidad, temperatura, descargas de aguas continentales y estratificación de la columna de agua para explicar las causas de la composición, abundancia y distribución del ictioplancton.

También se han realizado numerosas investigaciones en el sur del Golfo de México dirigidas estrictamente a la hidrografía y su relación con factores bióticos (Monreal-Gómez & Salas de León, 1990; Monreal-Gómez *et al.*, 1992; Salas de León *et al.*, 1992; Flores-Coto *et al.*, 2000; Soto-González *et al.*, 2000; Signoret-Poillon *et al.*, 2006; Salas de León *et al.*, 2006, 2007; Aldeco-Ramírez *et al.*, 2009; Exposito-Díaz *et al.*, 2009).

El Golfo de México posee una alta hidrodinámica asociada a diversos factores físicos tales como: las corrientes, los frentes, el aporte de aguas fluvio-lagunares, los giros, las surgencias y el viento. La interacción y fluctuación de dichos procesos abióticos aunados a los de origen biótico juegan un papel determinante en la distribución, densidad y composición de las comunidades de larvas de peces (Olivar *et al.*, 2014). Espinosa-Fuentes & Flores-Coto (2004) determinaron para el sur del Golfo de México la presencia de cuatro comunidades de larvas de peces: Costera, Nerítica interna, Nerítica externa, Oceánica y un grupo de Transición, estos autores concluyeron que la estructura de estas comunidades depende de una serie de procesos que pueden actuar a diferentes escalas en tiempo y espacio. En particular, las descargas de agua continental que actúan a mesoescala y contribuyen en la distribución de las comunidades a lo largo y ancho de la plataforma continental y los procesos de mezcla, que influyen en la composición y distribución vertical de los organismos y por ende en la estructura vertical de las comunidades.

El Cañón de Campeche se localiza en el sur del Golfo de México y es considerado uno de los más importantes rasgos fisiográficos de esa zona (Salas de León *et al.*, 1992). El Cañón tiene gran influencia con respecto a la hidrodinámica del Golfo por la presencia de diversos procesos físicos que propician ciertas condiciones ambientales dentro de la zona a micro y macro escala (Aldeco-Ramírez *et al.*, 2009), estos procesos físicos no son estáticos y cambian a lo largo del año, influyendo directamente sobre las condiciones biológicas como lo son: la producción primaria, la distribución y densidad de la biomasa zooplanctónica. Se ha observado que la densidad de la biomasa decrece entre más aumente la distancia a la costa y la profundidad (Flores-Coto *et al.*, 1998).

Dada la importancia del ictioplancton dentro de la producción biológica de los ecosistemas pelágicos debido a sus complejas interacciones con el resto de los organismos del plancton en diferentes niveles de la red trófica, los estudios dirigidos al conocimiento sobre la composición, distribución y abundancia de las larvas de peces es fundamental, sin embargo, todas estas investigaciones se han realizado principalmente en la zona de la plataforma continental y área oceánica adyacente. En el caso particular del Cañón de Campeche la información sobre la distribución, composición y abundancia del ictioplancton en relación con las condiciones hidrográficas es escasa.

HIPÓTESIS

La distribución de las larvas de peces en la columna de agua en la región del Cañón de Campeche, depende principalmente del hábito de los organismos para mantenerse en determinada profundidad y de los procesos a mesoescala y microescala, como el patrón de circulación, los giros ciclónicos-anticiclónicos y el proceso de mezcla, que en conjunto van a actuar como moduladores en la distribución vertical de las distintas comunidades ictioplanctónicas.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Determinar la estructura vertical de las comunidades ictioplanctónicas y su relación con la hidrodinámica en la región del Cañón de Campeche durante la época de secas.

Objetivos particulares:

- Conocer la composición de larvas de peces en la zona del Cañón de Campeche.
- Determinar las comunidades de larvas de peces y los taxa dominantes que las constituyen en el plano vertical.
- Analizar la distribución por tallas de las larvas de peces con mayor presencia en los diferentes estratos de muestreo.
- Determinar la interacción entre el componente nerítico y el oceánico en las comunidades ictioplanctónicas en la zona del Cañón de Campeche.
- Describir la estructura física de la columna de agua y analizar su relación con la distribución y abundancia de las larvas de peces.

ÁREA DE ESTUDIO

Golfo de México

El Golfo de México está catalogado como una cuenca semi-cerrada que se comunica con el Caribe y el Atlántico por medio del canal de Yucatán y el estrecho de Florida; sus aguas han sido catalogadas por diversos autores de condición oligotrófica (Signoret-Poillon *et al.*, 2006; Manzano-Sarabia & Salinas-Zavala, 2008).

El área total es de 1,600,000 km² con una profundidad promedio de 1500 m, representando casi 30% del litoral mexicano (Zavala-Hidalgo & Fernández-Eguiarte, 2006). En él ocurren procesos hidrodinámicos como consecuencia de la interacción entre los ecosistemas costeros, la región oceánica y la influencia de procesos físicos tales como giros ciclónicos-anticiclónicos, mareas, frentes, corrientes, surgencias y vientos (Vidal-Lorandi *et al.*, 1997). Exhibe rasgos hidrográficos a gran escala como lo son el sistema de corriente semipermanentes originadas en el Caribe, dominada por la corriente de Lazo de la cual se desprende un enorme giro anticiclónico que viaja hacia el oeste y une a la corriente de Yucatán con la corriente de Florida. Otros rasgos importantes son la surgencia topográfica en el margen oriental de Yucatán, que se origina por la fricción de fondo que presenta la corriente de Yucatán en verano y el frente halino generado por la descarga de agua continental por parte del sistema Grijalva-Usumacinta (Salas de León *et al.*, 2004; Zavala-Hidalgo & Fernández-Eguiarte, 2006).

El Golfo de México se compone por tres principales masas de agua: Agua Superficial Tropical del Caribe, Agua Subtropical Subsuperficial del Caribe (las dos anteriores se encuentran en la parte superior de la capa de mezcla), Agua Subtropical Subsuperficial del Golfo de México, Agua Común del Golfo de México (ambas se originan por la mezcla convectiva del Agua Subtropical Subsuperficial del Caribe y se encuentran de la superficie hasta los 200 m), Agua Intermedia

Antártica (entre 700 y 750 m) y Agua profunda Noratlántica (de 1600 a 1900 m), estas masas de agua son resultado de la interacción del medio y los giros anticiclónicos que se desprenden de la corriente de Lazo y que conforman un mecanismo natural de bombeo e intercambio entre las masas de agua (Vidal-Lorandi *et al.*, 1999; Aldeco-Ramírez *et al.*, 2009; Monreal-Gómez *et al.*, 2004). Esto sin duda influye en la distribución de los factores bióticos y las propiedades físico-químicas del Golfo de México.

Cañón de Campeche

El Cañón de Campeche, comprende una región topográfica estructural y funcionalmente compleja. Está ubicado al sur del Golfo de México, orientado hacia el oeste de la plataforma de Yucatán y al noreste de la Bahía de Campeche a 20° 12' y 21° 46' de latitud norte y 92° 24' y 93° 24' de longitud oeste (Figura 1). Esta fosa de origen tectónico, posee aproximadamente 160 m de profundidad en el borde del talud continental y alcanza 2800 m en el punto más profundo; tiene 125 km de largo y 30 km de ancho (Salas de León *et al.*, 2004; Aldeco-Ramírez *et al.*, 2009).

Es considerada una zona de alta dinámica por la influencia de varios factores físicos, químicos y biológicos que generan singulares efectos en la región (Escobar-Briones *et al.*, 2008), tales como la corriente de Lazo que es cálida, de alta salinidad y penetra al Golfo de México a través del Canal de Yucatán para después desviarse hacia el oeste, parte de ésta entra a la Bahía y es llevada al estrecho de Florida siguiendo una trayectoria de lazo, muestra un comportamiento muy variable tanto estacional como anual, pero en general presenta una intrusión máxima durante verano y una mínima en primavera (Monreal-Gómez & Salas de León, 1990; Salas de León *et al.*, 1992; Salas de León *et al.*, 2004; Expósito-Díaz *et al.*, 2009).

Dicha corriente también promueve la formación de anillos anticiclónicos y ciclónicos que atraviesan la región central y las aguas profundas del Golfo de México hasta chocar con la plataforma continental del este de Tamaulipas, estos mecanismos son responsables de distribuir y movilizar las masas de agua, lo cual le otorga un balance al medio ya que permite la circulación, la renovación y el balance térmico-salino de las masas de agua superficiales (Vidal-Lorandi *et al.*, 1999; Sturges & Leben, 2000).

Por otra parte, la distribución de la salinidad, oxígeno, temperatura y la productividad primaria y secundaria en esta región según Salas de León *et al.* (2004) están relacionados con intensos procesos de surgencia provenientes del centro de los ciclones donde la circulación vertical del agua es ascendente, mientras que en el centro de los anticiclones la circulación vertical es descendente provocando el hundimiento de la masa de agua (Vidal-Lorandi *et al.*, 1997; Salmerón-García & Aguirre-Gómez, 2003) estos fenómenos permiten el intercambio de las masas de agua superficial, media y profunda.

En cuanto a la estacionalidad se presenta un periodo de secas de febrero a mayo y un periodo de lluvias de junio a octubre, acompañado por depresiones tropicales (Salas de León *et al.*, 2004). El efecto de los vientos estacionales también interviene en la circulación de las masas de agua superficiales, en invierno los nortes favorecen gradientes térmicos por efecto del encuentro entre las cálidas masas de aire oceánicas características del Golfo de México y las masas de aire invernales continentales de Norteamérica, que dan como resultado centros de baja y alta presión que provocan precipitaciones invernales (Vidal-Lorandi *et al.*, 1999). Se ha observado que dichos fenómenos meteorológicos son constantes pero de intensidad variable.

Las fluctuaciones de los procesos hidrodinámicos en los sistemas oceánicos antes mencionados, son responsables de concentrar o diluir el zooplancton y material en suspensión mediante procesos físicos de acumulación, retención o dispersión (Franks, 1992).

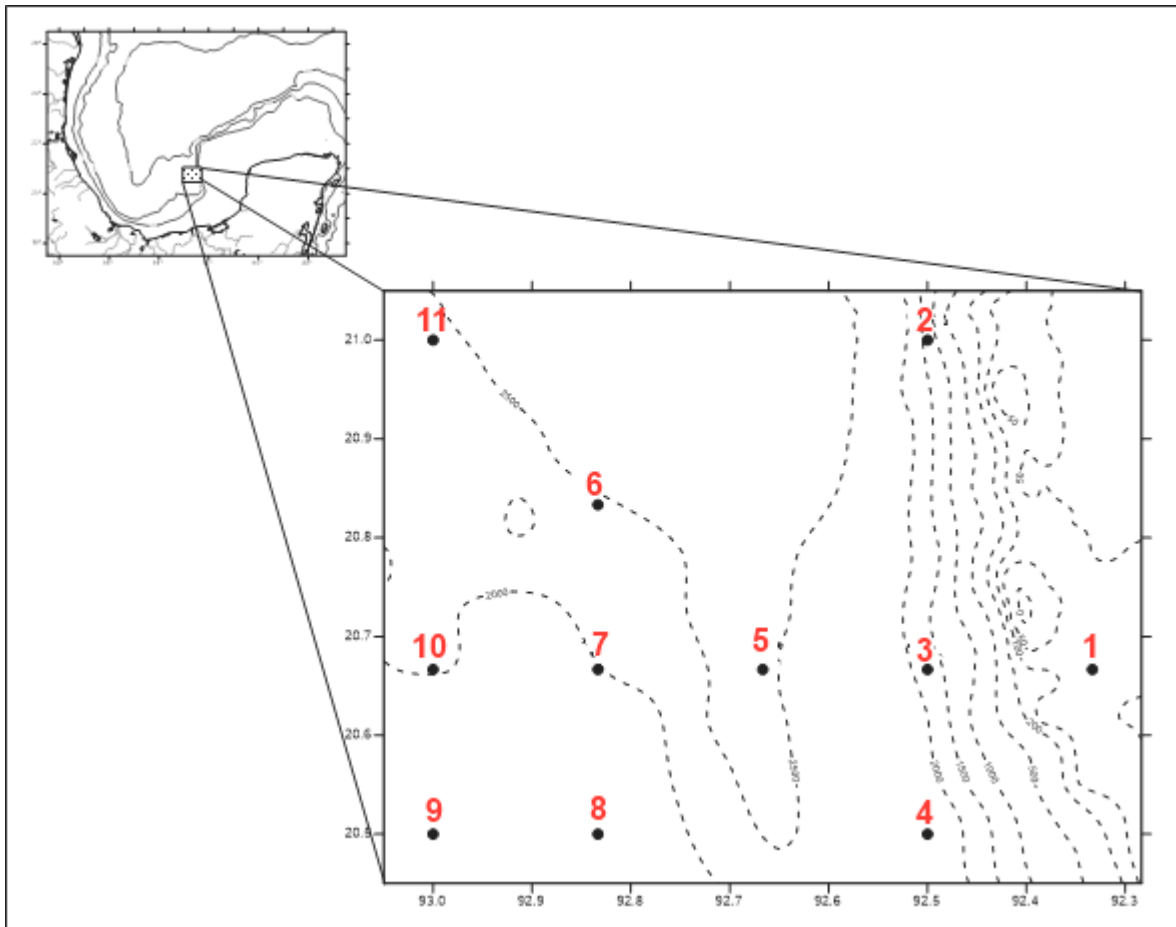


Figura1. Batimetría y estaciones de muestreo en la campaña PROMEBIO III, en la región del Cañón de Campeche, Golfo de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Método de campo

El material biológico y los parámetros hidrológicos fueron obtenidos en la campaña oceanográfica “Procesos Oceánicos y Mecanismos de Producción Biológica en el Sur del Golfo de México” (PROMEBIO III), a bordo del Buque Oceanográfico Justo Sierra de la UNAM. Dicha campaña se llevó a cabo en el año 2000, durante la época de secas del 16 al 19 de Abril en la Región del Cañón de Campeche. El muestreo se realizó mediante arrastres horizontales estratificados con redes de apertura-cierre de luz de malla de 505 μm y 75 cm de diámetro. En la boca de las redes fueron colocados flujómetros para determinar el volumen de agua filtrada. Las redes se colocaron en seis estratos de la columna de agua (Tabla 1).

Tabla 1. Correspondencia de estratos y profundidades.

Estrato	Profundidad de muestreo (m)
E1	0 - 10
E2	10 - 20
E3	20 - 30
E4	40 - 60
E5	60 - 80
E6	80 - 100

Se obtuvo un total de 63 muestras de 11 estaciones a 6 diferentes estratos de la columna de agua (a excepción de la estación 1, donde sólo se muestrearon los estratos E1 (0 - 10 m), E2 (10 – 20 m) y E3 (20 – 30 m); debido a que la máxima profundidad al fondo registrada por la ecosonda fue de 60 m). Las muestras se fijaron a bordo con formol al 4% y fueron neutralizadas con borato de sodio,

posteriormente se trasvasaron a alcohol etílico al 70% para su mejor manejo y conservación.

Análisis de datos ambientales.

Los datos de temperatura (°C), salinidad (UPS) y Sigma t (kg m³) fueron obtenidos con un CTD (Conductivity, Temperature and Depth) Neil Brown Mark –IV de General Oceanic. El grado de estratificación de la columna de agua fue estimado mediante el cálculo de la anomalía de energía potencial, o parámetro ϕ (Simpson *et al.*, 1978) descrito por una ecuación de la forma:

$$\phi = \frac{1}{h} \int_{-h}^0 (\rho - \bar{\rho}) g z dz \quad \text{donde} \quad \bar{\rho} = \frac{1}{h} \int_{-h}^0 \rho(z) dz$$

Donde:

g = la aceleración debida a la gravedad (9.82 m/s²)

ρ = la densidad del agua kg/m³

h = la profundidad de la columna de agua (m)

z = al intervalo de profundidad (m)

El valor numérico de ϕ indica la cantidad de trabajo necesario para mezclar la columna de agua en unidades de J/m³ por lo que los valores de ϕ mayores, se tendrá una estratificación vertical mayor. En este trabajo se consideró que los valores de 0 a 40 J/m³ muestran una columna de agua mezclada, por arriba de este valor se consideró que la columna de agua está estratificada de acuerdo al criterio de Espinosa-Fuentes & Flores-Coto (2004).

Trabajo de laboratorio

De cada muestra se extrajeron en su totalidad las larvas de peces y se contaron e identificaron con ayuda de un microscopio estereoscópico al menor nivel taxonómico posible, basado en las características merísticas, morfométricas y patrones de pigmentación sugerido en la literatura (Richards, 2006). Aquellas especies que no se encontraron descritas, se determinaron a nivel de género, familia o morfotipos.

Las larvas fueron medidas con una reglilla micrométrica ocular a un aumento de 12X en su longitud estándar (LS) que comprende desde la parte anterior de la cabeza hasta la última vértebra (miómero) o inicio de la aleta caudal, posteriormente se realizó la conversión de micras a milímetros para homogeneizar los datos.

Análisis de datos

Las larvas de peces se cuantificaron en número de individuos por taxa. La densidad de larvas se estandarizó a organismos por 100 m³ con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{No.de larvas}}{100 \text{ m}^{-3}} = \left(\frac{\text{No.de larvas}}{\text{Vol.filtrado de agua}} \right) (100)$$

Los datos fueron transformados a Ln (x + 1) como lo sugiere Field *et al.* (1982).

Para definir las especies más importantes se aplicó el Índice de Valor de Importancia (IVI) dado en la ecuación:

$$\text{IVI} = \% A + \% F$$

Donde:

% A= es el porcentaje total de la abundancia

% F= es el porcentaje total de la frecuencia de aparición de las especies

El resultado final del índice tendrá un valor máximo de 200 (De la Cruz, 1994).

Para determinar las comunidades ictioplanctónicas que coexisten en el área de estudio, se utilizaron únicamente organismos identificados a nivel de género y especie y cuyo valor de IVI fuera mayor a 3%.

La caracterización de las comunidades ictioplanctónicas fue de acuerdo al índice de similitud de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957), técnica confiable para la exploración de datos marinos, ya que da mayor peso a las especies abundantes que a las raras (Field *et al.*, 1982). Este índice está definido por:

$$B = \frac{\sum |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum (X_{ij} + X_{ik})}$$

donde:

B = Valor de similitud de las muestras j y k

X_{ij} = Valor de la especie i en la muestra j

X_{ik} = Valor de la especie i en la muestra k

Por lo que la similitud máxima es cero y la mínima es cien (%). De la matriz de similitud generada se construyeron dendrogramas, en los que se agrupan las estaciones por afinidad, y a las especies por asociación con la ayuda del programa de cómputo PC-ORD, versión 6.08.

A fin de clasificar jerárquicamente a las especies de cada comunidad de acuerdo a sus valores de abundancia y frecuencia relativa se aplicó la prueba de Olmstead-Tukey asignándoles la siguiente clasificación propuesta por Sokal & Rohlf (1969):

D = especies dominantes (con valores relativos de frecuencia y abundancia por arriba de la media aritmética).

O = especies ocasionales (tienen una abundancia relativa que está por arriba de su valor promedio y con una frecuencia relativa debajo de su media aritmética).

C = especies constantes (presentan valores de frecuencia relativa por arriba de su promedio y una abundancia relativa por debajo de su media aritmética).

R = especies raras (aquellas cuyos valores relativos tanto de la frecuencia como de la abundancia se encuentran por debajo de su media aritmética).

Para el análisis de la distribución por talla de las larvas de peces en cada comunidad se consideraron únicamente aquellas especies que estuvieron presentes en tres o más estratos de la columna de agua. Se midió la longitud patrón de cada una de ellas tomada de la punta del hocico al extremo final de la notocorda o al margen posterior del complejo hipural y se les aplicó la Regla de Sturges H.A. (1926), esto con el fin de obtener intervalos de tallas para cada taxa de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$K = 3.3 \log_{10} n + 1$$

Donde K representa al número de intervalos de clase, n es el tamaño de la muestra y $\log n$ es el logaritmo de n base 10.

Para definir los intervalos se resta la medida menor a la medida mayor:

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

La amplitud de cada intervalo se determina calculando el cociente entre el intervalo y el número de clases, es decir:

$$w = \frac{R}{K}$$

La relación entre los parámetros físicos (temperatura, salinidad, profundidad y parámetro de estratificación) con las especies dominantes de cada comunidad ictioplanctónica se estableció mediante un Análisis Canónico de Correspondencias. Este análisis determina la variación en la composición de especies y las relaciones existentes entre éstas y las variables ambientales. Para este análisis se utilizó el programa PC-ORD, versión 6.08.

RESULTADOS

Hidrología

Temperatura y salinidad

Los perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y salinidad (UPS) por estación, muestran una distribución homogénea de estos parámetros físicos de superficie a 40 m de profundidad en donde la termoclina y haloclina son evidentes. Los valores de temperatura en la capa superficial oscilaron de 25.4 - 26 $^{\circ}\text{C}$, por debajo de los 40 m hasta los 100 m de profundidad los valores fueron de 24 - 19 $^{\circ}\text{C}$. Los valores de salinidad oscilaron de 36.1 – 36.4 ups (Fig. 2).

Para ambas variables físicas las desviaciones estándar fueron cercanas a cero, lo cual indica que los valores de temperatura y salinidad fueron homogéneos a lo largo de la columna de agua en el Cañón de Campeche en la fecha de muestreo. Los resultados del parámetro de la anomalía de energía potencial (Tabla 2) en las distintas estaciones y niveles de estudio (excepto para la estación 11, debido a que no hay registro de los parámetros físicos) muestran una capa de mezcla de superficie a 30 m de profundidad con valores de ϕ menores a 6 J m^{-3} , a partir de los 40 m los valores se incrementaron a 38 J m^{-3} hasta alcanzar valores de 200 J m^{-3} a los 100 m de profundidad lo cual indica que la columna de agua se encuentra estratificada, de acuerdo al criterio de Espinosa-Fuentes & Flores-Coto (2004).

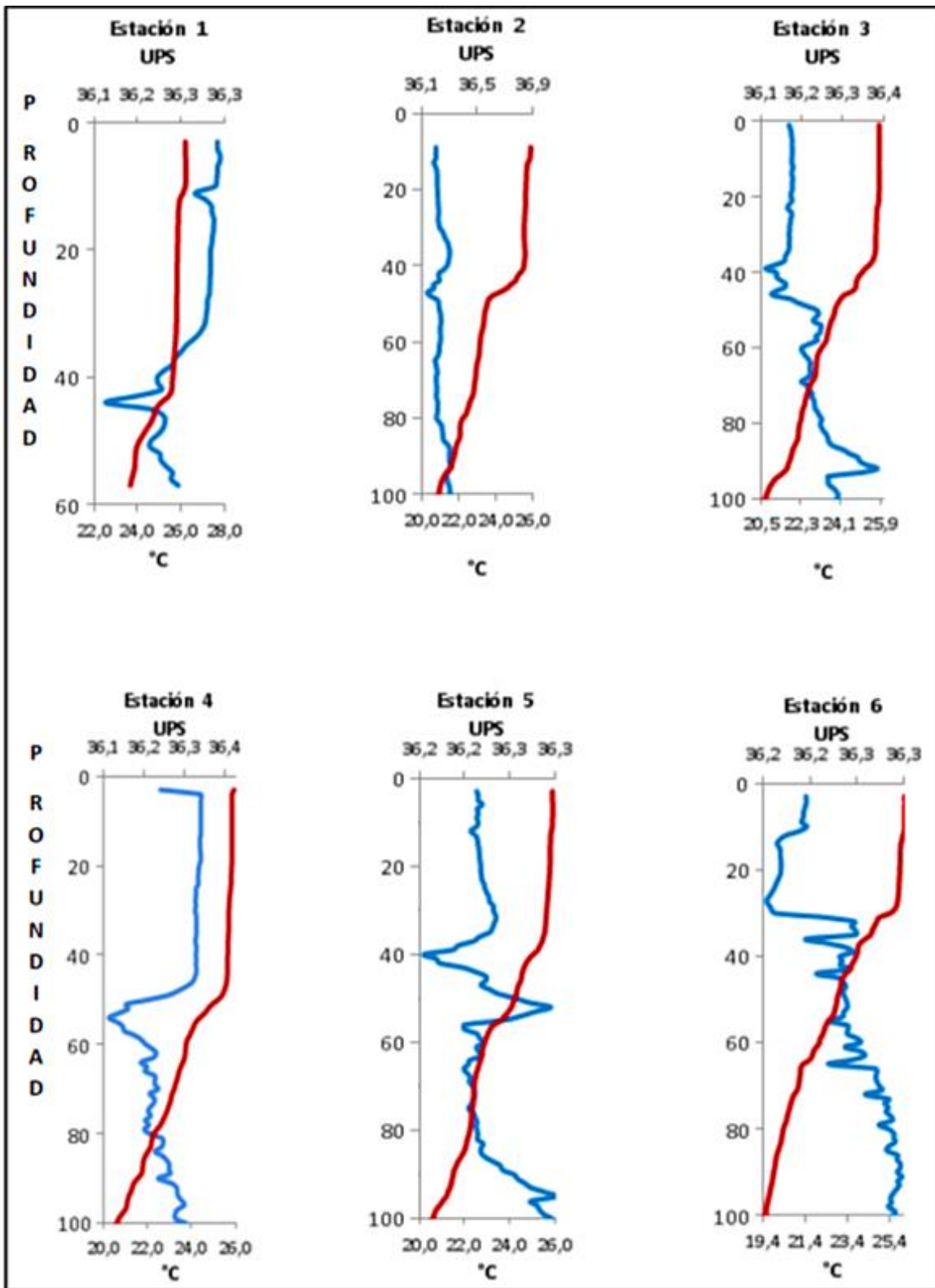


Figura 2.-Perfiles verticales de temperatura y salinidad por estación.

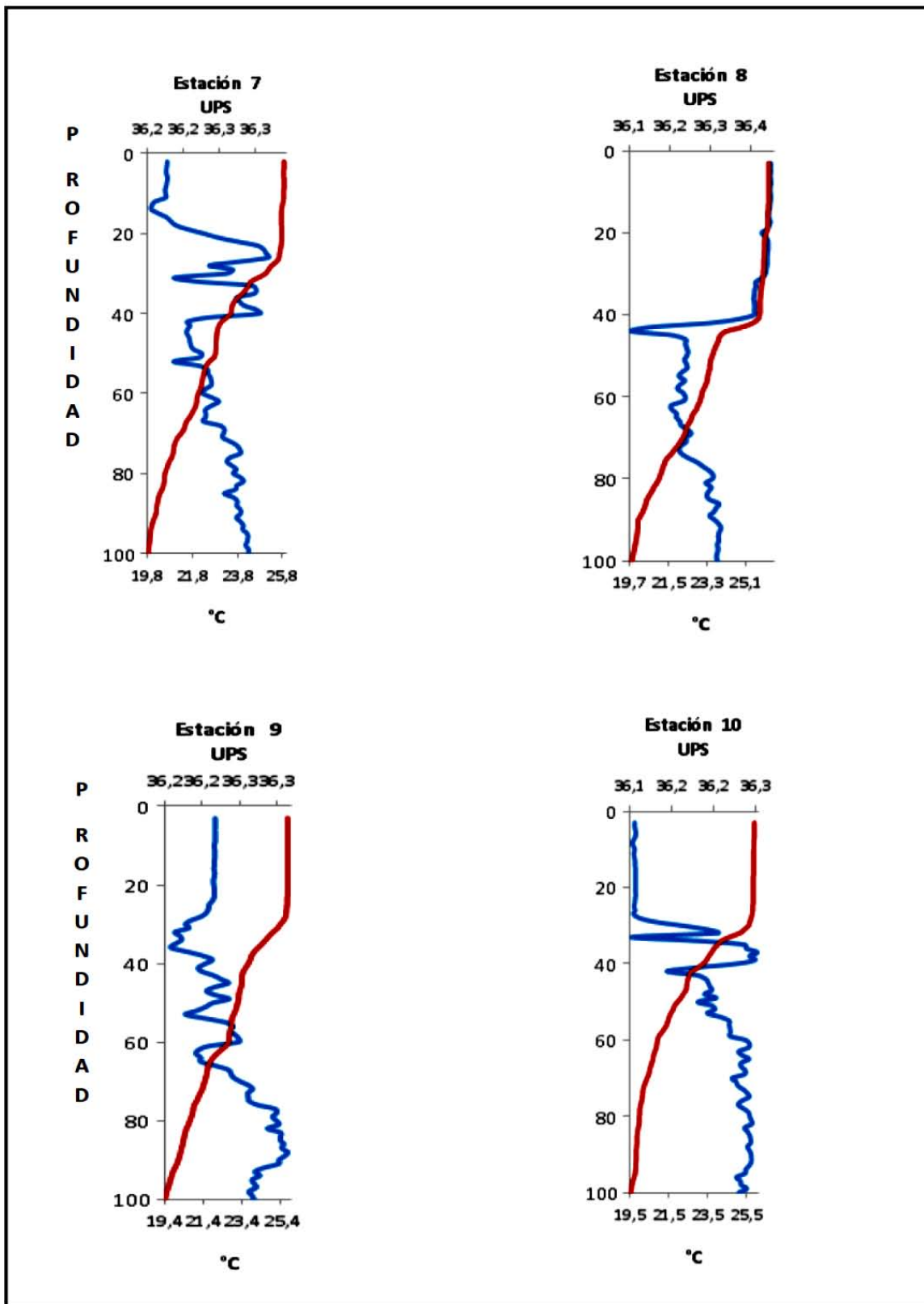


Figura 2.- Continuación...

Tabla 2: Valores de estratificación (ϕ) para el total de estaciones y estratos.

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Estrato</i>										
1	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0
2	2.2	1.1	0	0.4	0.7	1	0.9	0.2	0	0.3
3	3.6	2.3	1.1	1.1	2.2	2.9	6.0	2.0	0.7	1.6
4	-	38.0	41.7	18.4	41.0	70.3	69.8	39.8	56.0	89.0
5	-	73.3	87.6	63.2	87.7	132.8	121.2	95.1	112.8	151.7
6	-	124.2	143.7	129.4	141.3	194.2	176.3	168.9	178.1	200.7

Composición taxonómica de las larvas de peces

En el presente trabajo se identificó un total de 9,299 larvas de peces procedentes de la campaña PROMEBIO III realizada durante la época de secas en la Región del Cañón de Campeche, Golfo de México.

Estas larvas están representadas por 154 taxa incluidas en 19 órdenes, 57 familias, 30 géneros y 118 especies (Anexo 1).

De los taxa determinados, las familias con mayor densidad de larvas ($L\ 100m^{-3}$) son: Gobiidae (69.9%), Myctophidae (14.6%), Bregmacerotidae (2.8%) y Gonostomatidae (1.7%) como se muestra en la Figura 3.

Distribución horizontal de la densidad larvaria

Los valores promedio de densidad por estación ($100\ m^{-3}$) muestran que las mayores densidades de larvas de peces se encuentran en las estaciones ubicadas en la parte oeste del Cañón y las menores densidades en las estaciones que se encuentran en la parte este del mismo (Figura 3).

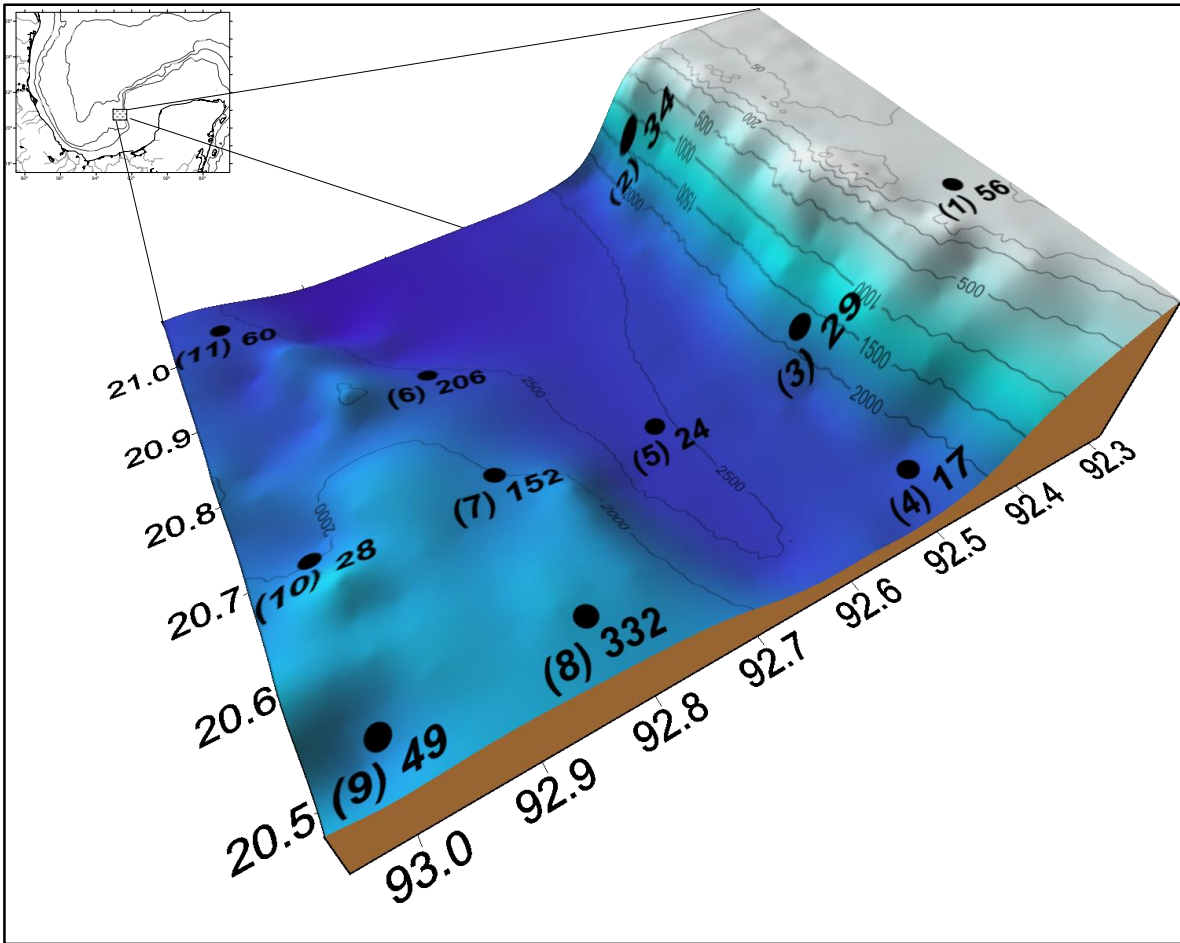


Figura 3. Valores promedio de densidad en 100 m⁻³ por estación.

Composición taxonómica por estratos.

La mayor densidad de larvas (L 100 m⁻³) y número de familias se ubicaron en el segundo (10 a 20 m) y tercer estrato (20 a 30 m), las menores densidades y familias se encontraron en el sexto (80 a 100 m). El primer estrato presentó baja densidad de larvas pero una significativa diversidad de familias.

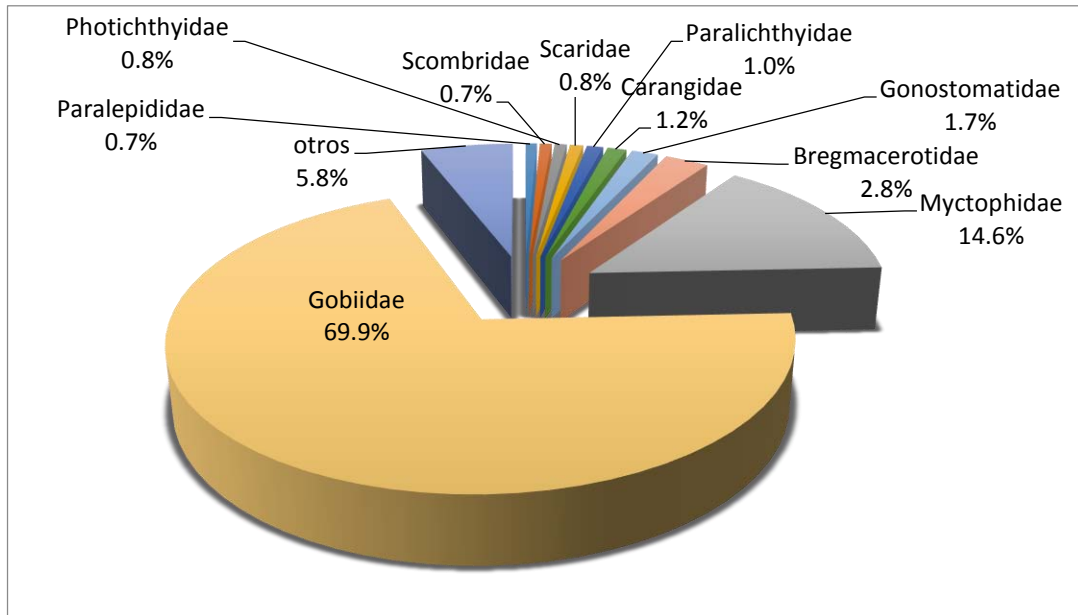


Figura 4: Porcentaje de la densidad total de larvas en 100 m⁻³ por familia.

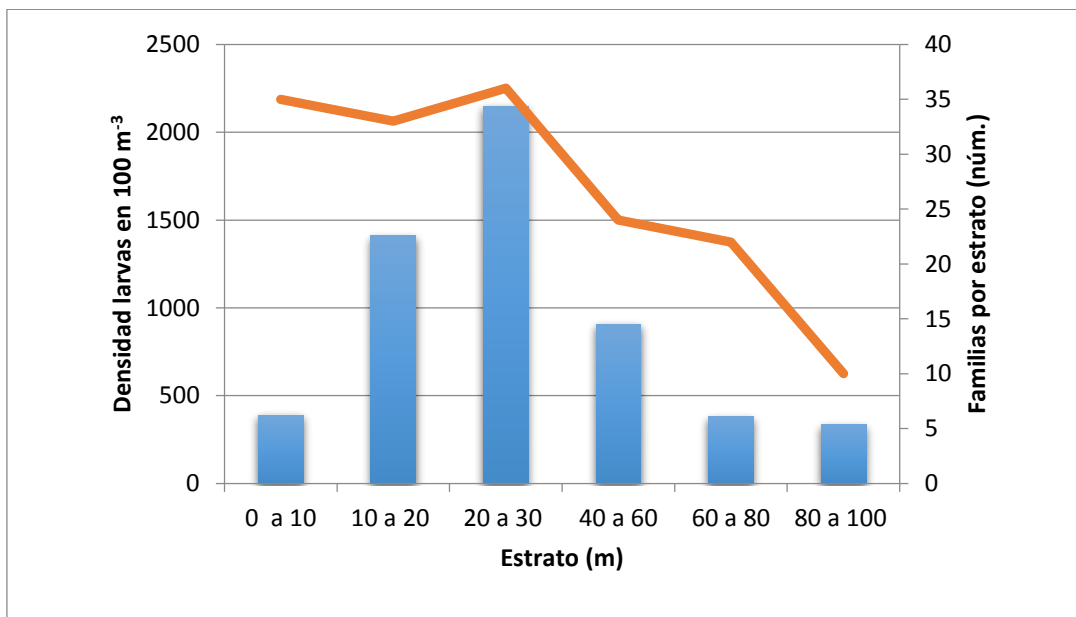


Figura 5. Densidad total de larvas en 100 m⁻³ y número total de familias por estrato.

Estrato1 (0 - 10 m)

En el primer estrato con profundidad de 0 a 10 m se determinaron un total de 35 familias de las cuales las más abundantes fueron: Gobiidae (49.6%), Carangidae (9.6%), Myctophidae (7.2%), Scombridae (7.1%) y las familias con poca abundancia representan 14.3 % (Figura 6).

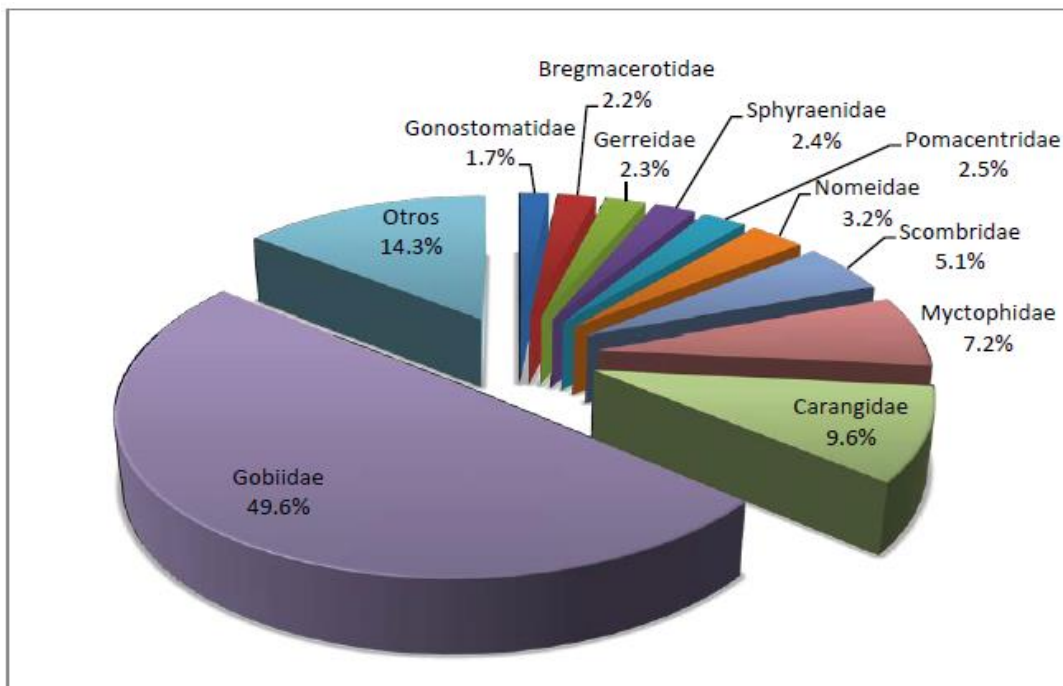


Figura 6. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 0 – 10 m de profundidad.

Estrato 2 (10 - 20 m)

En el segundo estrato de 10 a 20 m se identificó un total de 33 familias (Figura 7), las mayores abundancias le corresponden a: Gobiidae (85.7%), Myctophidae (4.3%) y Carangidae (1.7%).

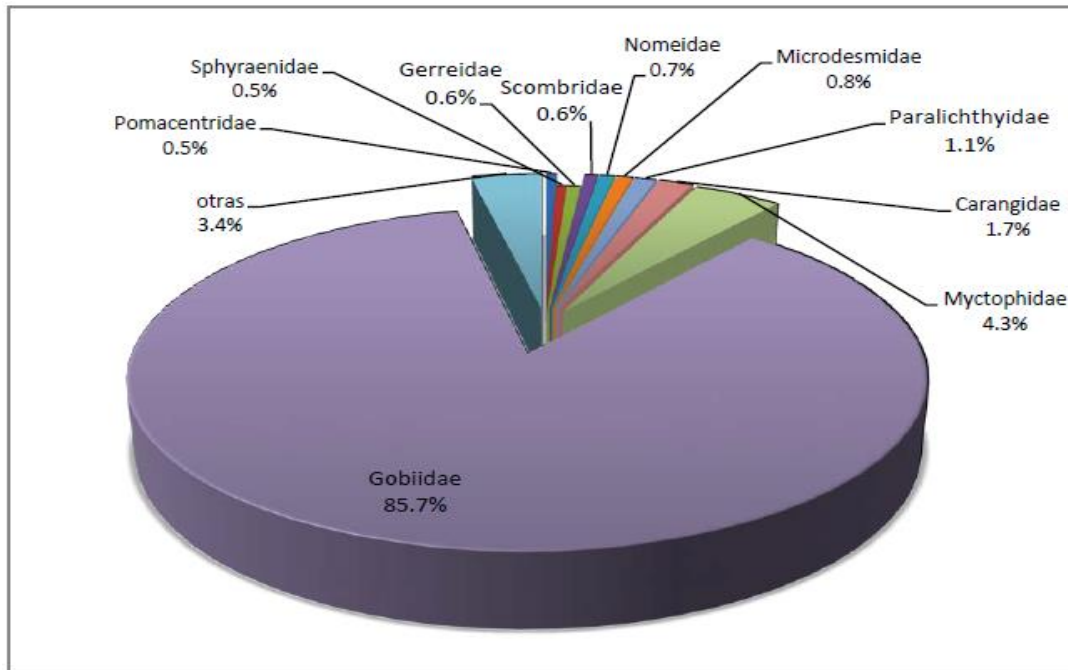


Figura 7. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 10 – 20 m de profundidad.

Estrato 3 (20 - 30 m)

Para el tercer estrato de 20 a 30 m se observó un total de 36 familias, las mayores densidades se encuentran en las familias: Gobiidae (86.6%) y Myctophidae (6.4%) (Figura 8).

Estrato 4 (40 - 60 m)

En el estrato de 40 a 60 m se determinó un total de 24 familias (Figura 9), de ellas las densidades más altas están representadas en las familias: Gobiidae (40.3%), Myctophidae (34.9%), Bregmacerotidae (6.5%) y Scaridae (4.4%).

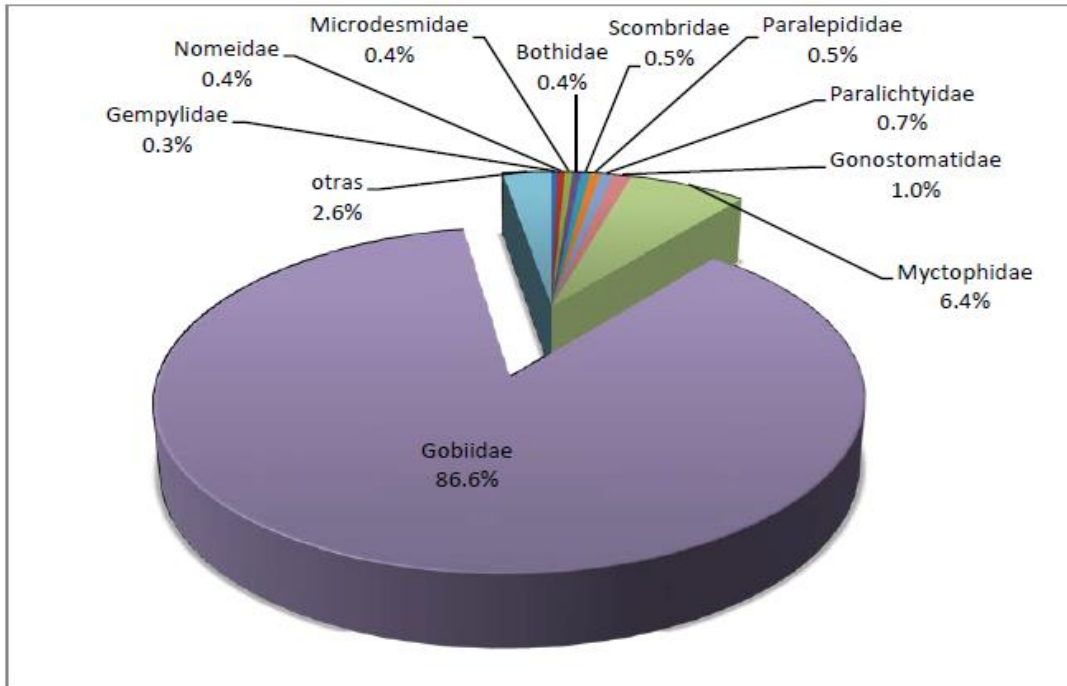


Figura 8. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 20 – 30 m de profundidad.

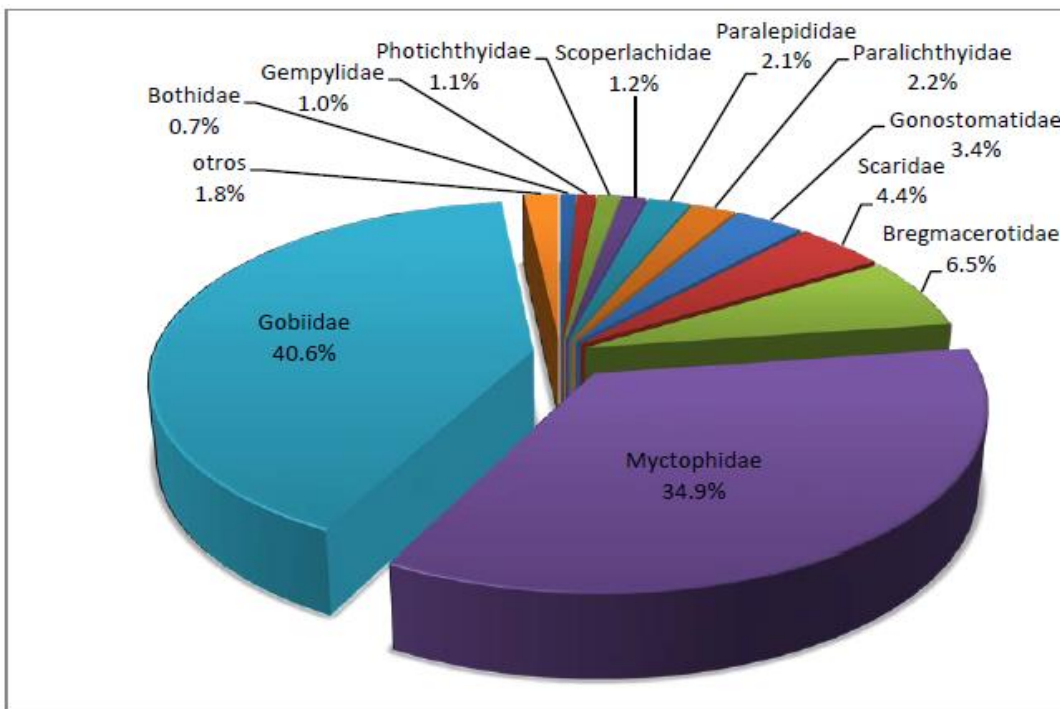


Figura 9. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 40 - 60 m de profundidad.

Estrato 5 (60 - 80 m)

En el estrato de 60 a 80 m se identificó un total de 22 familias (Figura 10), las mayores densidades las presentaron: Gobiidae (40.5%), Myctophidae (32.4%), Bregmacerotidae (14.8%) y Gonostomatidae (4.2%).

Estrato 6 (80 - 100 m)

Para el último nivel con profundidad de 80 a 100 m se obtuvo un total de 28 familias (Figura 11), las de mayor densidad son: Myctophidae (43.4%), Gobiidae (32.2%), Bregmacerotidae (6.6%) y Photichthyidae (4.6%).

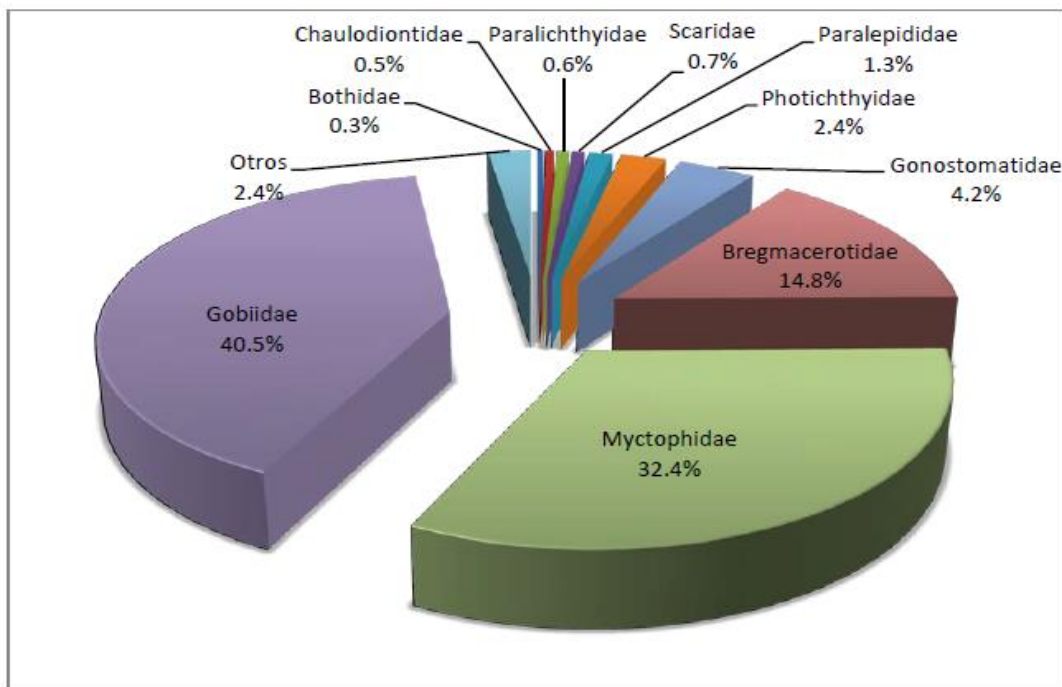


Figura 10. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 60 – 80 m de profundidad.

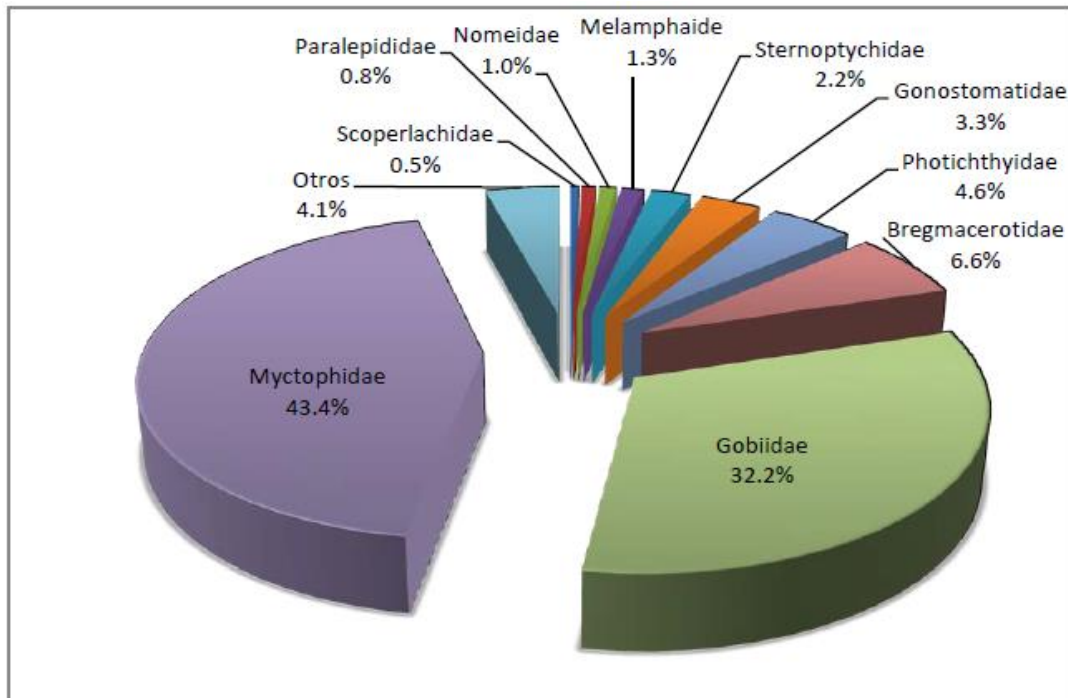


Figura 11. Familias con mayor porcentaje de densidad en el estrato de 80 - 100 m de profundidad.

Caracterización de las comunidades ictioplanctónicas

Para la caracterización de las comunidades ictioplanctónicas se tomaron aquellos organismos con un IVI mayor a 3%, el cual arrojó un total de 52 taxa dominantes. El índice de similitud de Bray-Curtis aplicado a los distintos estratos de muestreo definió dos grandes grupos; el primero agrupa a los estratos E1, E2 y E3 que corresponden a profundidades superficiales (0 – 30 m) y el segundo a los estratos profundos E4, E5 y E6 (40 – 100 m) (Figura 12).

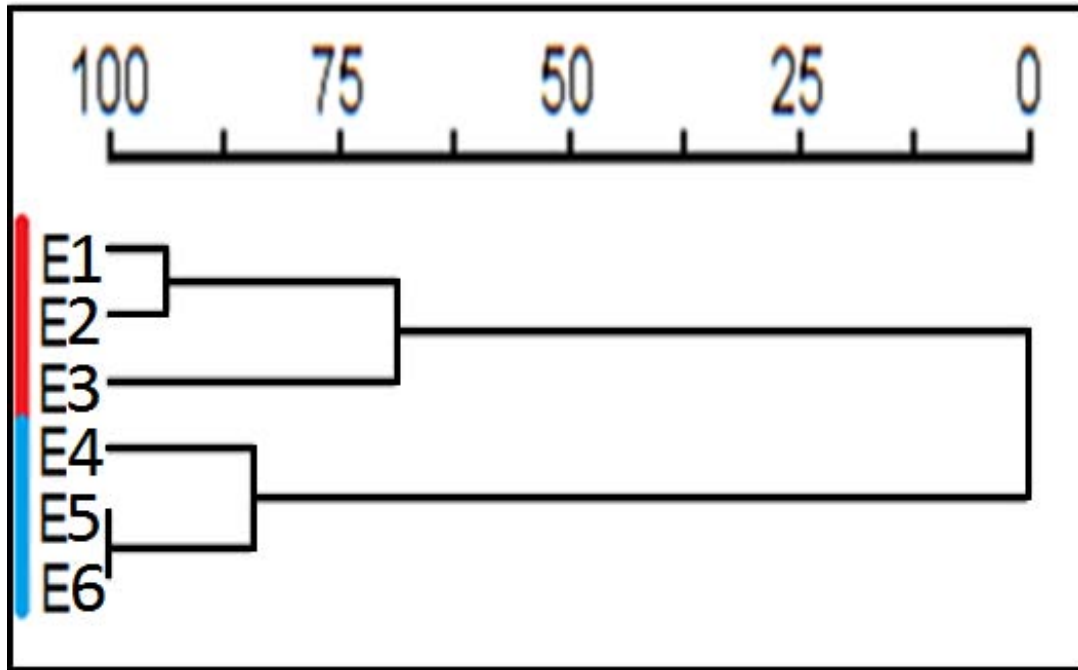


Figura 12. Dendrograma de similitud entre los estratos de muestreo, basado en el Índice de Bray-Curtis.

El análisis de Bray-Curtis realizado a partir de las 52 especies dominantes definió a dos grupos de especies, permitiendo caracterizar a las comunidades ictioplanctónicas en Comunidad Nerítica (CN) y Comunidad Mesopelágica (CM) considerando la afinidad del hábitat de las especies que las componen (Figura 13) La CN se caracterizó por tener larvas de peces cuyos progenitores son catalogados como neríticos, los cuales se distribuyen en su mayoría en las capas superficiales de la columna de agua (0 - 30 m), en tanto que la CM está compuesta por larvas cuyos progenitores son de hábitos mesopelágicos.

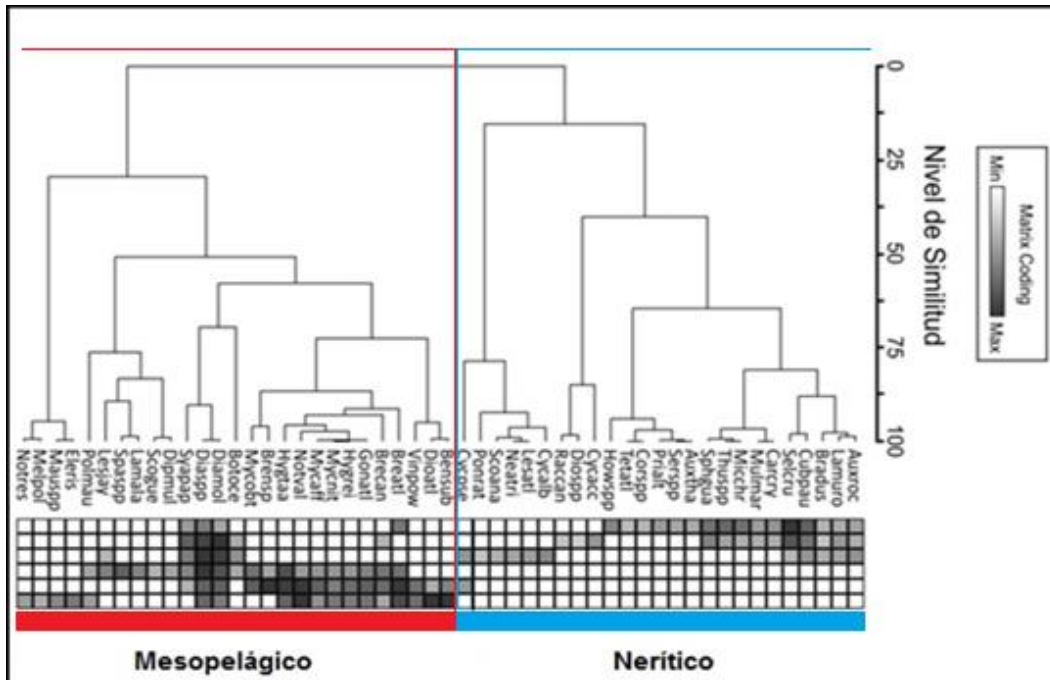


Figura 13. Dendrograma y mapa de color que representa el grado de similitud por estratos obtenido mediante el índice de Bray-Curtis y las densidades de los taxa por estrato, aplicado a las 52 especies dominantes obtenido a partir del $IVI > 3\%$. **Auxroc**, *Auxis rochei*; **Lamuro**, *Lampanictus urophaos*; **Bradus**, *Brama dussumieri*, **Cubpau**, *Cubiceps pauciradiatus*; **Selcru**, *Selar crumenophthalmus*; **Carcry**, *Caranx crysos*; **Mulmar**, *Mulloidichthys martinicus*; **Micchr**, *Microspathodon chrysurus*; **Thuspp**, *Thunnus* spp; **Sphgua**, *Sphyraena guachancho*; **Auxtha**, *Auxis thazard*; **Serspp**, *Serranus* spp; **Priatl**, *Pristigenys alta*; **Corssp**, *Coryphaena* spp; **Tetatl**, *Tetragonurus atlanticus*; **Howssp**, *Howella* spp; **Cycacc**, *Cyclothone acclinidens*; **Diospp**, *Diodon* spp; **Raccan**, *Rachycentron canadum*; **Cycalb**, *Cyclotone alba*; **Lesatl**, *Lestidium atlantucum*; **Neatri**, *Nealotus tripes*; **Scoana**, *Scoperlachus annalis*; **Ponrat**, *Pontinus rathbuni*; **Cycpse**, *Cyclothone pseudopallida*; **Bensub**, *Benthoosema suborbitale*; **Dioatl**, *Diogenichthys atlanticus*; **Vinpow**, *Vinciguerria poweriae*; **Breatl**, *Bregmaceros atlanticum*; **Brecan**, *Bregmaceros cantori*; **Gonatl**, *Gonostoma atlanticum*; **Hygrei**, *Hygophum reinhardtii*; **Mycnit**, *Myctophum nitidulum*; **Mycaff**, *Myctophum affine*; **Notval**, *Notolychnus valdiviae*; **Hygtaa**, *Hygophum taaningii*; **Brensp**, *Bregmaceros* n. sp; **Mycobt**, *Myctophum obtusirostre*; **Botoce**, *Bothus ocellatus*; **Diamol**, *Diaphus mollis*; **Diaspp**, *Diaphus* spp; **Syapap**, *Syacium papillosum*; **Dipmul**, *Diplospinus multistriatus*; **Scogue**, *Scoperlachus guentheri*; **Lamala**, *Lampanyctus alatus*; **Spaspp**, *Sparisoma* sp; **Lesjay**, *Lestidiops jayakari*; **Polmau**, *Pollychthys maui*; **Eleris**, *Electrona risso*; **Mauspp**, *Maurolucus* spp; **Melpol**, *Melamphaes polylepis*; **Notres**, *Notoscopelus resplendens*.

Jerarquización de las larvas de peces de la CN y CM

Para la jerarquización de las especies se aplicó un análisis de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), agrupando a los taxa en cuatro cuadrantes; Dominantes (++) , Constantes (+-), Ocasionales (-+) y Raras (--), de acuerdo a su abundancia y frecuencia relativa (Figuras 14 y 15).

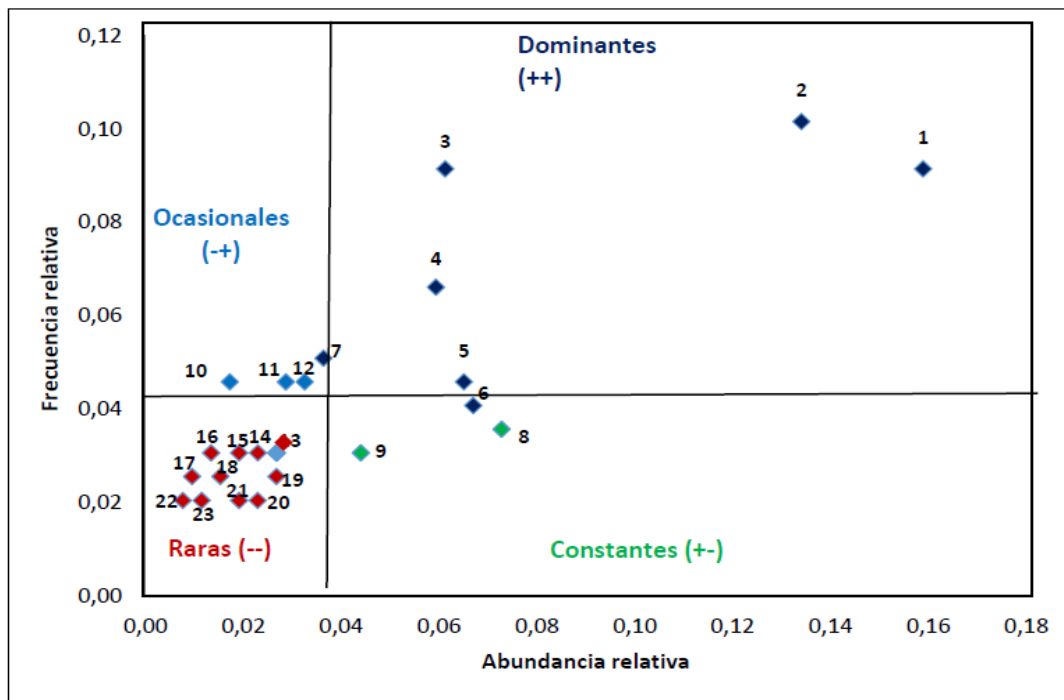


Figura 14. Prueba de asociación de Olmstead-Tukey para larvas de la CN.

Los resultados de la prueba de Olmstead-Tukey indican que las especies Dominantes en la CN son:

- (1) *Selar crumenophthalmus*
- (2) *Cubiceps pauciradiatus*
- (3) *Auxis rochei*
- (4) *Thunnus spp.*
- (5) *Lampanictus urophaos*
- (6) *Sphyraena guachancho*

(7) *Brama dussumieri*

En el cuadrante correspondiente a las especies Constantes se tiene a dos especies:

(8) *Cyclotone alba*

(9) *Microspathodon chrysurus*

Las especies Ocasionales son las siguientes:

(10) *Diodon* spp.

(11) *Howella* spp.

(12) *Nealotus tripes*

En el cuadrante de especies raras:

(13) *Caranx crysos*

(14) *Serranus* spp.

(15) *Lestidium atlanticum*

(16) *Tetragonorus atlanticus*

(17) *Coryphaena* spp.

(18) *Auxis thazard*

(19) *Pristigenys alta*

(20) *Cyclothone acclinidens*

(21) *Pontinus rathbuni*

(22) *Rachycentron canadum*

(23) *Scoperlachus annalis*

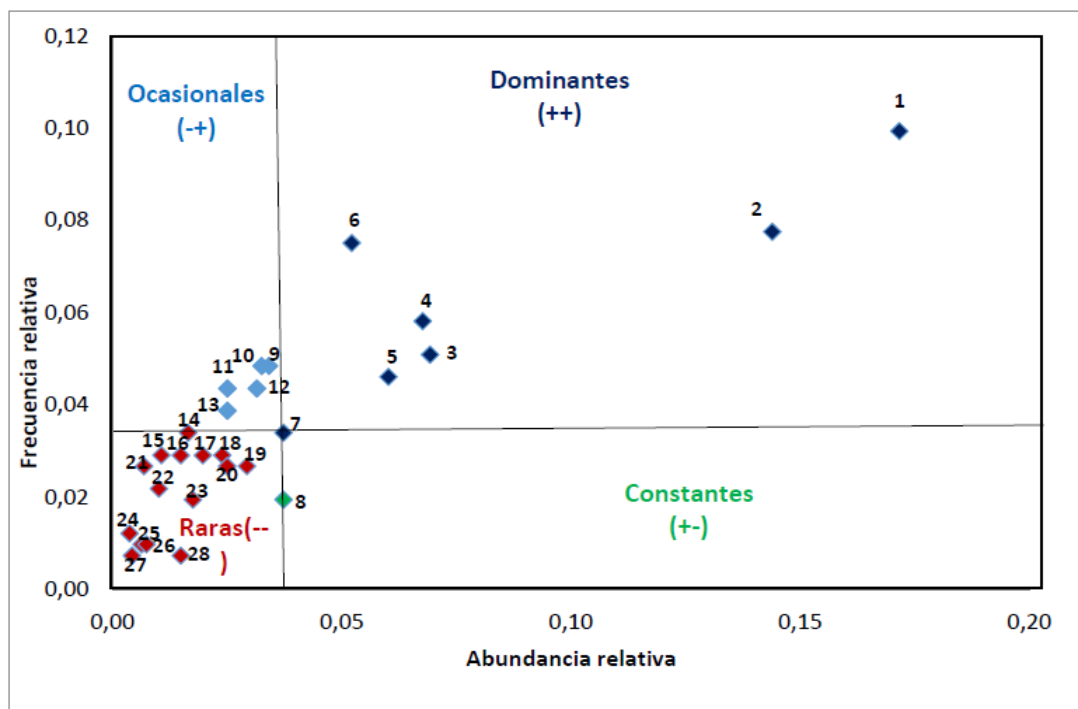


Figura 15. Prueba de asociación de Olmstead-Tukey para la CM.

La jerarquización de las especies de acuerdo al análisis de Olmstead-Tukey para la CM dio como resultado:

Especies Dominantes:

- (1) *Diaphus* spp.
- (2) *Diaphus mollis*
- (3) *Bregmaceros atlanticum*
- (4) *Hygophum taaningi*
- (5) *Notolychnus valdiviae*
- (6) *Syacium papillosum*
- (7) *Diogenichthys atlanticus*

Dentro de las especies Constantes se encuentra:

- (8) *Benthoosema suborbitale*

Las especies en el cuadrante de ocasionales:

- (9) *Gonostoma atlanticum*
- (10) *Myctophum obtusirostre*
- (11) *Hygophum reinhardti*
- (12) *Bregmaceros cantori*
- (13) *Myctophum nitidulum*

Especies raras:

- (14) *Bothus ocellatus*
- (15) *Pollychthys maui*
- (16) *Lestidiops jayakari*
- (17) *Cyclothone pseudopallida*
- (18) *Myctophum affine*
- (19) *Bregmaceros n. sp.*
- (20) *Vinciguerrria poweriae*
- (21) *Diplospinus multistriatus*
- (22) *Lampanyctus alatus*
- (23) *Sparisoma sp.*
- (24) *Scoperlachus guentheri*
- (25) *Maurolicus spp.*
- (26) *Notoscopelus resplendens*
- (27) *Melamphaes polylepis*
- (28) *Electrona risso*

Relación entre la comunidad nerítica y la mesopelágica

En cuanto a las comunidades se observa que en los primeros dos estratos existe un mayor porcentaje de la CN a diferencia de los últimos niveles (Tabla 5), ya que a partir de los 30 metros el porcentaje de especies neríticas disminuye considerablemente, sugiriendo que las especies de la CN se encuentran más restringidas a estratos superiores a los 40 metros.

La CN es más abundante en los dos primeros estratos (0 – 20 m), en tanto que la CM se distribuye con una mayor abundancia de 40 a 100 metros de profundidad, no obstante se encuentra presente en los tres primeros estratos aunque en menor porcentaje, lo anterior indica que la CM está ampliamente distribuida en la columna de agua ya que la zona de estudio es una región netamente oceánica.

Tabla 3. Porcentaje de relación entre la comunidad Nerítica y Mesopelágica, de las especies dominantes en los seis estratos de muestreo (100 m⁻³).

Estratos	Nerítica%	Mesopelágica%
1	78	22
2	53	47
3	30	70
4	27	73
5	35	65
6	15	85

Distribución por tallas vs estratos

Comunidad Nerítica

La distribución de la especie *Selar crumenophthalmus* se observó en los primeros estratos (0 – 30 m). La figura 16 muestra que la mayor concentración la presentan organismos con un intervalo de tallas entre 3.4 a 4.8 mm (>14%) principalmente en los estratos 1 y 2. En general, esta especie presentó tallas pequeñas que oscilaron entre 2.0 a 2.5 mm.

Para la especie *Brama dussumieri* el 25% de los organismos presentaron un intervalo de talla de 2.6 a 3.5 mm en el E3, esta especie en su mayoría, presento tallas pequeñas entre 1.7 y 3.5 mm distribuidas en los tres estratos superficiales (Figura 17).

La especie *Auxis rochei* presentó una mayor ocurrencia de larvas (41%) en el E3 con un intervalo de talla de 2.1 a 2.9 mm. En el E1 se observaron tallas mayores (6.2-7 mm) pero en baja densidad (Figura. 18).

Para *Cubiceps pauciradiatus* la mayoría de los organismos presentó tallas pequeñas de 1.5 a 2.9 mm distribuidas en los tres estratos de muestreo (Figura 19).

La mayoría de los organismos de la especie *Lampadena urophaos* presentaron un intervalo de tallas de 1.8 a 5.4 mm. Los organismos de mayor tamaño se observaron en el E3 los cuales correspondieron a 7% del total de organismos (Figura 20).

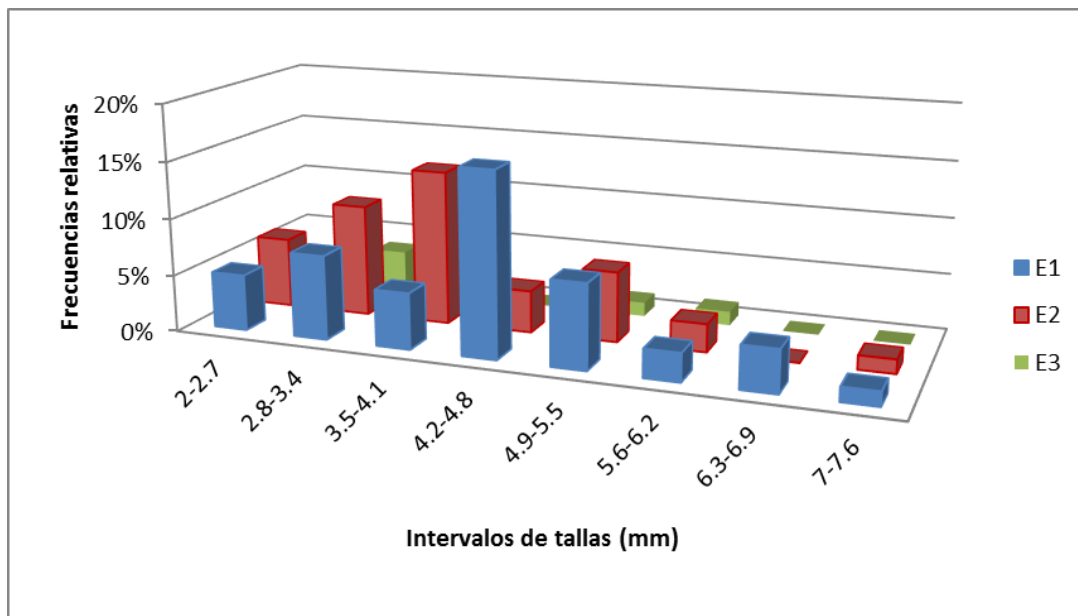


Figura 16. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2 y 3) de la especie *Selar crumenophthalmus*.

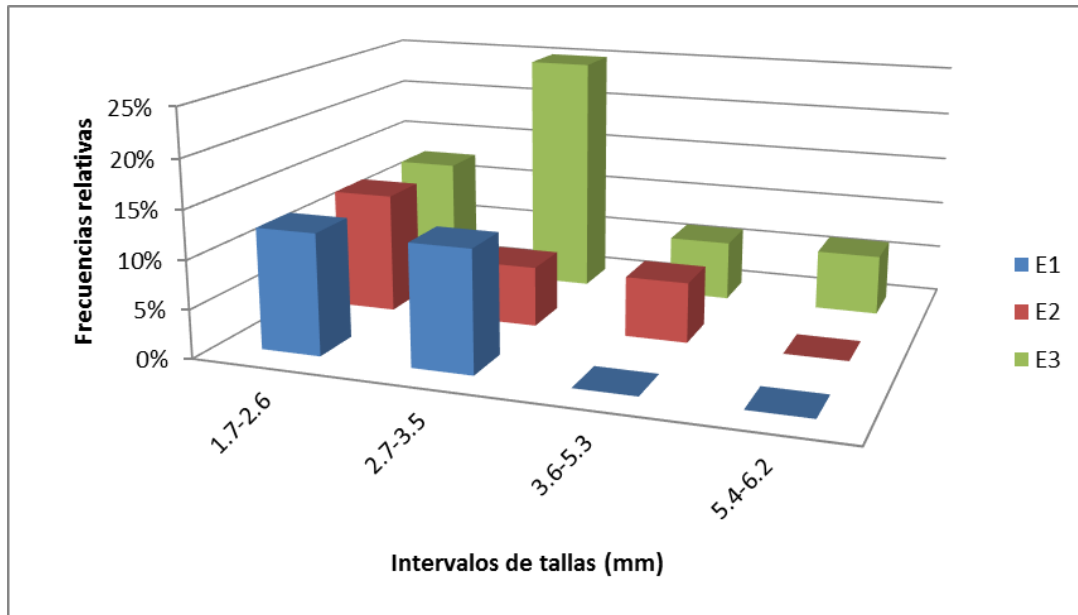


Figura 17. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2 y 3) de la especie *Brama dussumieri*.

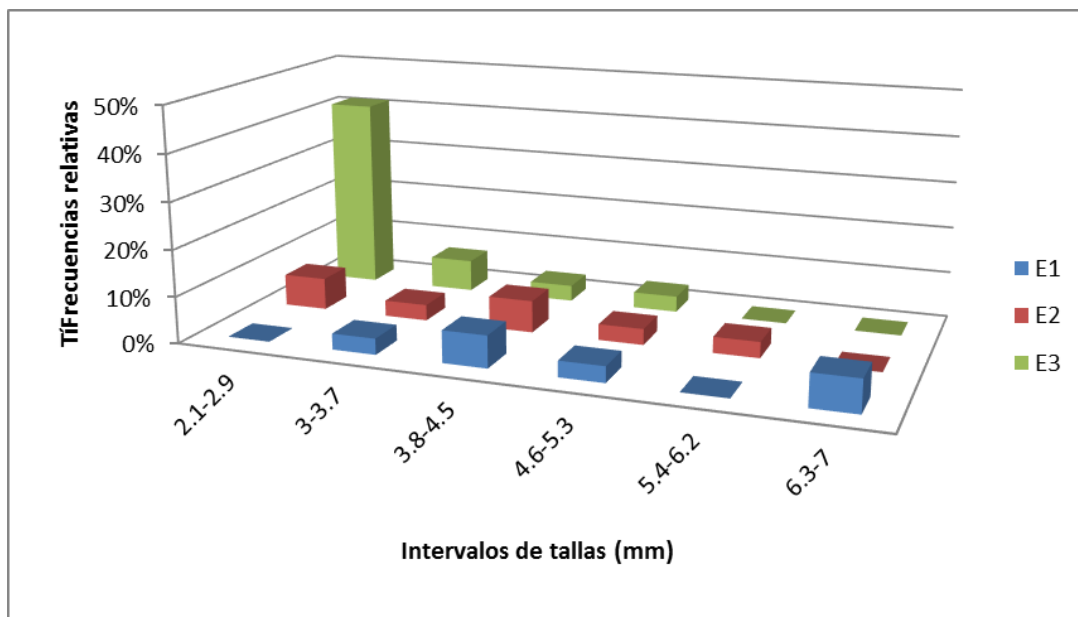


Figura 18. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2 y 3) de la especie *Auxis rochei*.

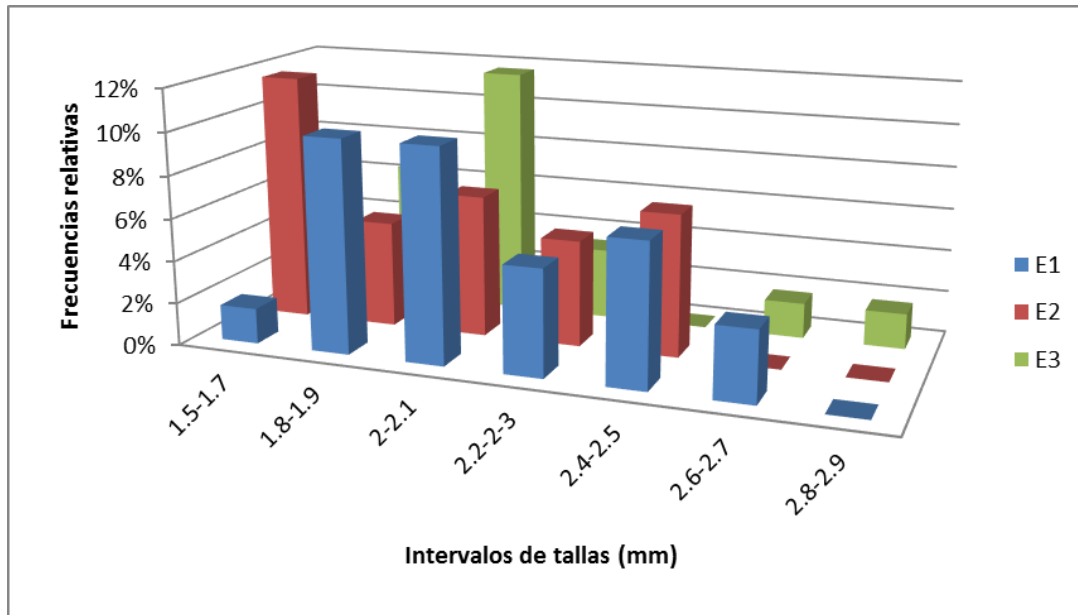


Figura 19. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2 y 3) de la especie *Cubiceps pauciradiatus*.

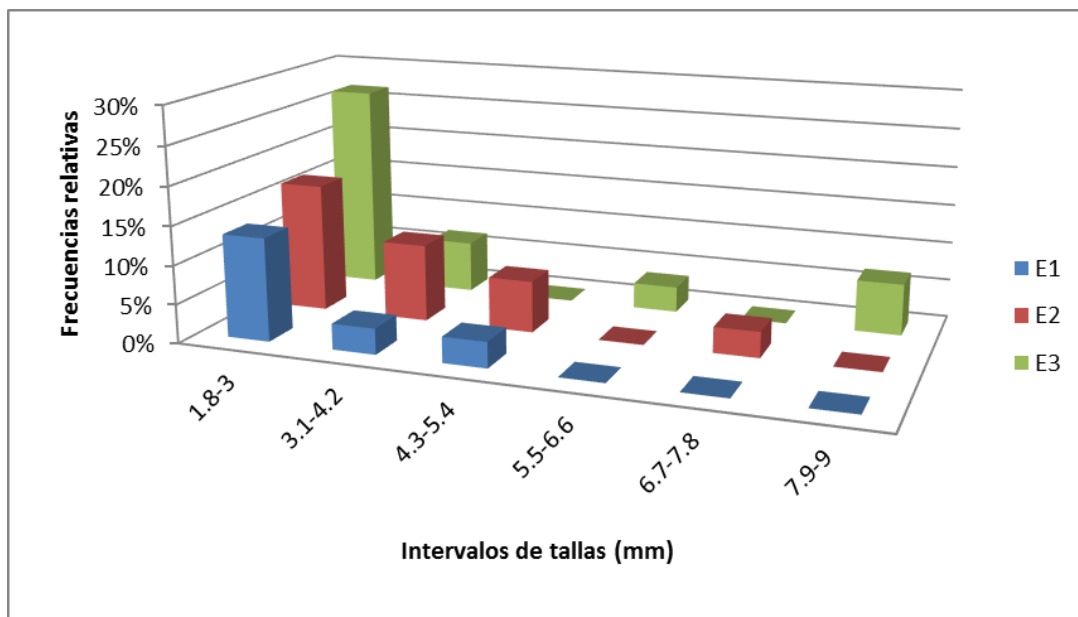


Figura 20. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2 y 3) de la especie *Lampadena urophaos*.

Comunidad mesopelágica

Los organismos de la comunidad mesopelágica se encuentran principalmente distribuidos en los tres últimos estratos de muestreo (40 a 100 m).

La especie *Hygophum reinhardtii* presentó un intervalo de tallas de 2.5 a 11.6 mm, la mayor concentración de organismos se observó en el E6 donde también se registraron las tallas más grandes (Figura 21).

La especie *Hygophum taaningi* se caracterizó por presentar una frecuencia mayor de tallas pequeñas que oscilaron entre 1.6 a 5 mm principalmente en los estratos 4 y 5. Esta especie registro tallas más grandes (hasta 15.4 mm) pero en densidades muy bajas (Figura 22).

La especie *Myctophum affine* presentó una mayor concentración de organismos en los estratos 4 (28%) y 5 (31%) con intervalos de talla de 2.2 a 3.6 mm, las tallas mayores se observaron en el E6 alcanzando hasta 10.8 mm (Figura 23).

La especie *Myctophum nitidulum* se encuentra presente en el E4 solo con los intervalos de tallas de 1.9 a 3.4 mm, para los estratos 5 y 6 los organismos están presentes en todos los intervalos de tallas de 1.9 a 5.4 mm (Figura 24).

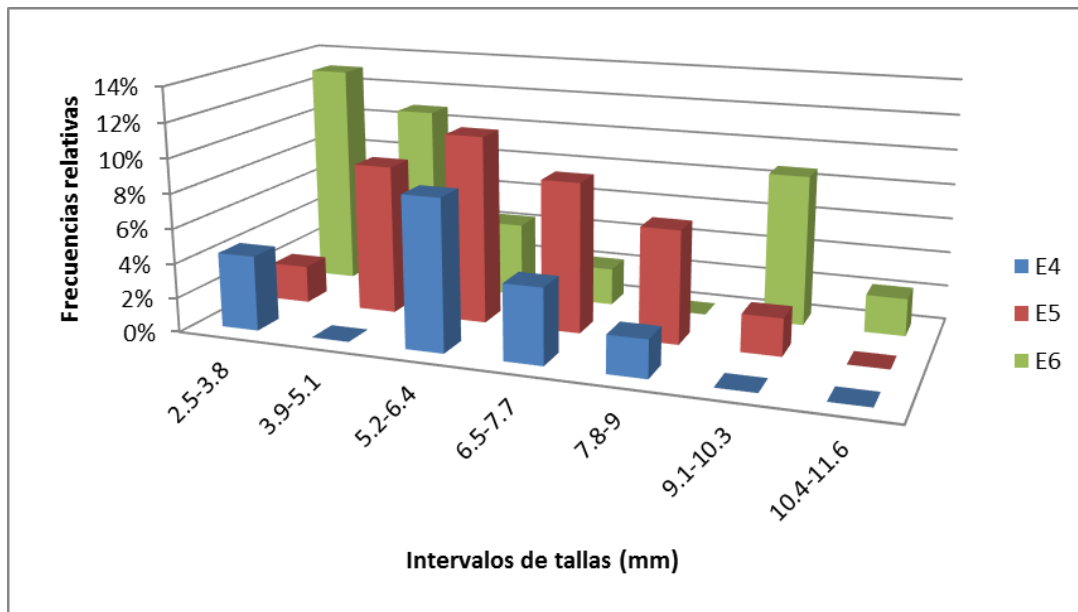


Figura 21. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (4, 5 y 6) de la especie *Hygophum reinhardtii*.

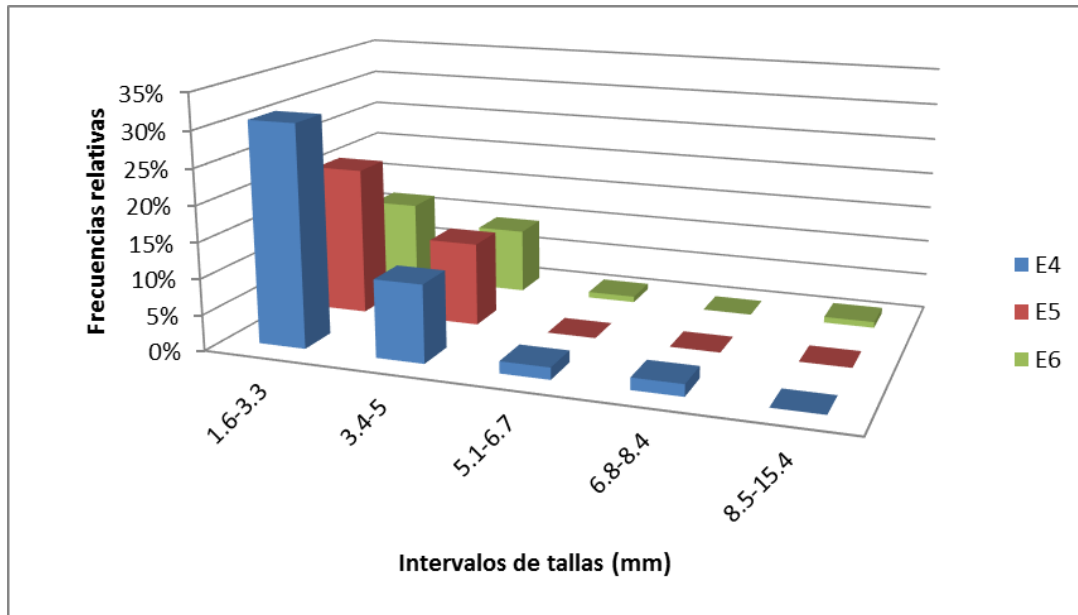


Figura 22. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (4, 5 y 6) de la especie *Hygophum taaningi*.

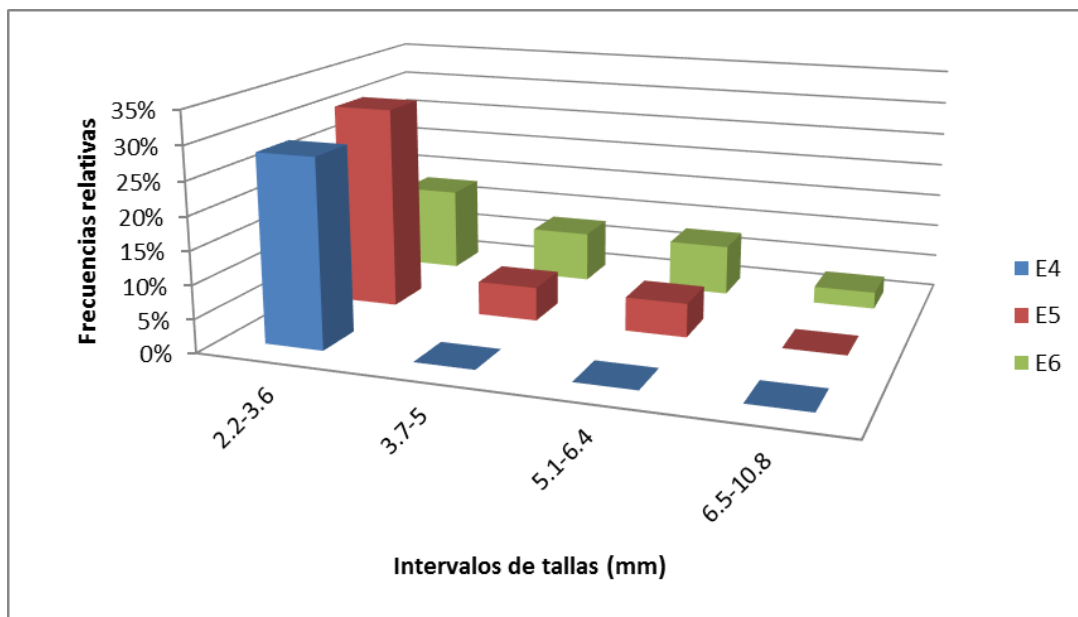


Figura 23. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (4, 5 y 6) de la especie *Myctophum affine*.

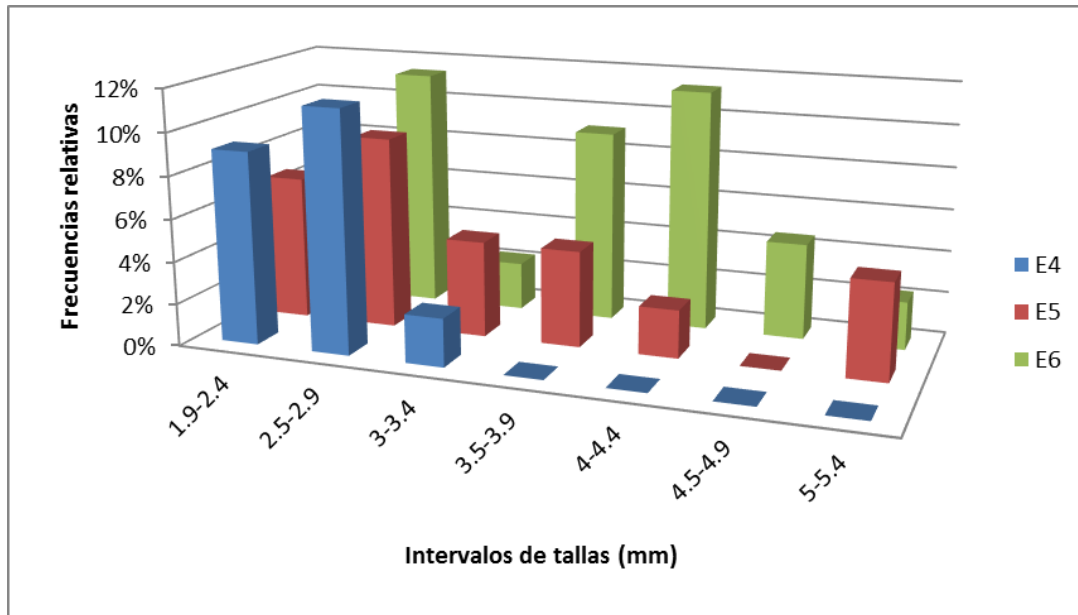


Figura 24. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (4, 5 y 6) de la especie *Myctophum nitidulum*.

Existen dos especies que muestran amplia distribución dentro de la columna de agua, es decir que estos organismos están presentes en los seis estratos de muestreo. *Diaphus mollie* (Figura 25) presentó un intervalo de tallas de 1.2 a 6.7 mm de longitud estándar, con mayores densidades en los estratos 2, 3 y 4, con tallas menores a 2.8 mm y *Syacium papillosum* (Figura 26) quien presentó tallas de 2.5 a 8.4 mm, las concentraciones más altas de larvas se observaron en los estratos 1, 2 y 3, con tallas pequeñas de 1.2 a 2.8 mm.

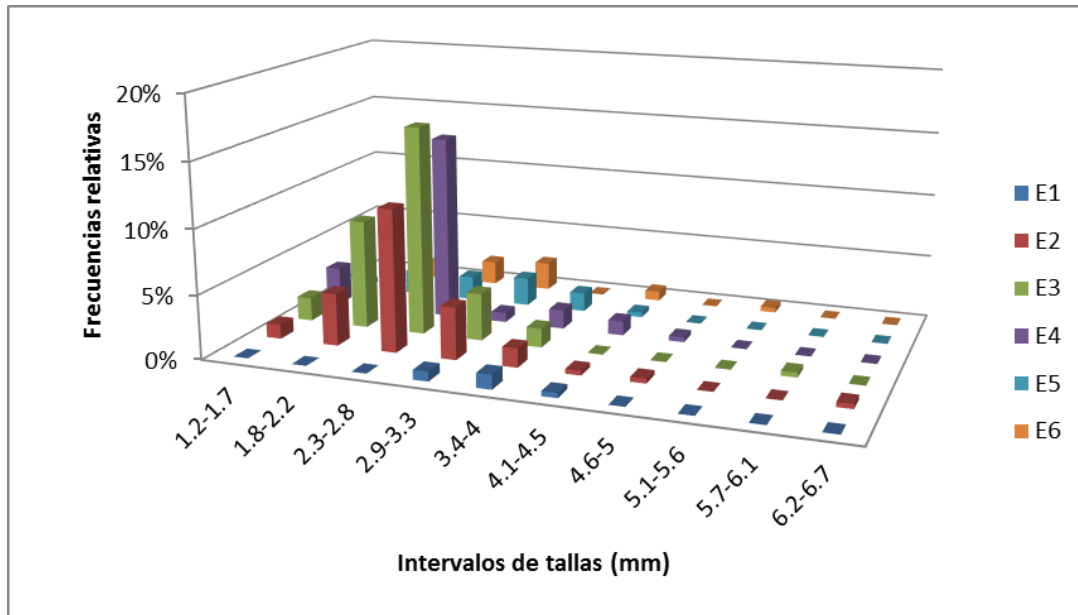


Figura 25. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2, 3, 4, 5 y 6) de la especie *Diaphus mollis*.

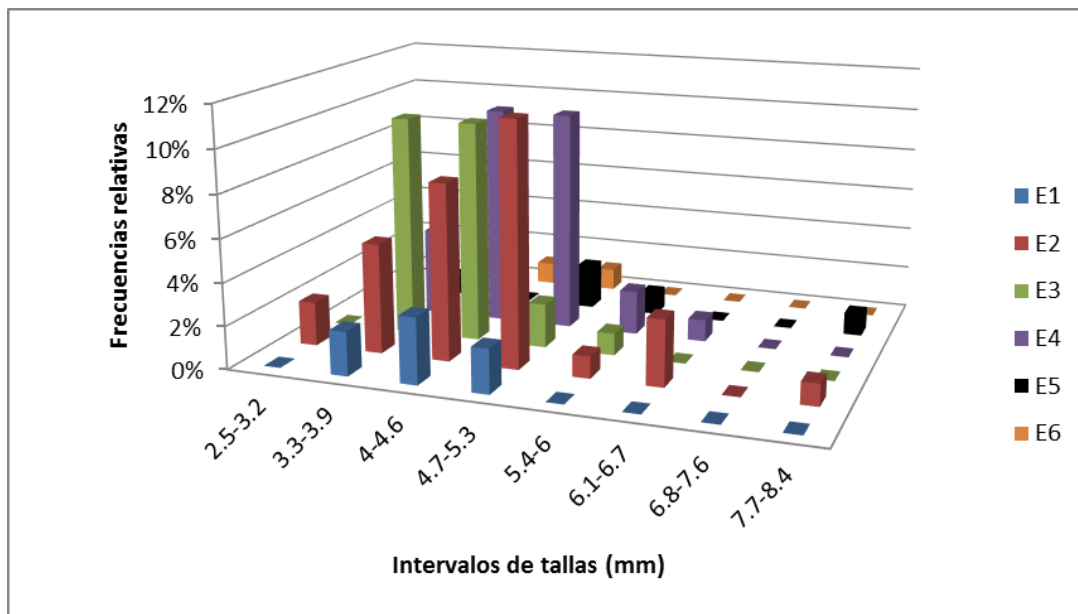


Figura 26. Frecuencias relativas e intervalos de tallas (mm) por estratos (1, 2, 3, 4, 5 y 6) de la especie *Syacium papillosum*.

Relación entre los parámetros ambientales y las especies dominantes.

La relación entre los parámetros ambientales y las especies dominantes de cada comunidad se realizó por medio de un ACC. El ACC explicó el 21.1% de la varianza total en los dos primeros ejes canónicos (Tabla 3), obteniendo una correlación de Pearson de 0.88 para el eje 1 y de 0.76 para el eje 2. El eje 1 con una varianza explicada de 13.1% (Tabla 4), se correlacionó positivamente con el parámetro de estratificación ($r=0.93$) y con la profundidad ($r=0.99$). El eje 2 con un 8% de la varianza explicada, presenta una correlación positiva con la salinidad ($r=0.05$).

Los resultados muestran a las especies de la CN *Auxis rochei*, *Brama dussumieri*, *Cubiceps paucirdiatus*, *Lampadena urophaos atlantica*, *Thunnus spp.*, *Selar crumenophthalmus*, *Sphyræna guachancho* y *Microspathodon chrysurus*; tienen una correlación positiva con la temperatura y con los estratos superficiales, como se puede observar en la figura 27.

Del lado opuesto a los vectores anteriores se encuentran las especies de la CM que comparten una correlación positiva con la estratificación y la profundidad, y negativa a la temperatura y salinidad, siendo éstas *Bregmaceros atlanticus*, *Notolychnus valdiviae*, *Diogenichthys atlanticum*, *Benthosema suborbitale* e *Hygophum taaningi*.

Tabla 4. Varianza explicada en el Análisis Canónico de Correspondencia de la distribución de las especies dominantes de las comunidades de larvas de peces por estratos-estaciones.

Valores propios	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Varianza en los datos de las especies	0.49	0.30	0.23
% de varianza explicada	13.1	8.0	6.1
% explicado acumulado	13.1	21.1	27.3
Correlación de Pearson, Spp-Envt	0.88	0.76	0.73
Kendall (rangos) Corr., Spp-Envt	0.69	0.51	0.48

Tabla 5. Correlación de las especies dominantes de la CN y CM con las variables ambientales obtenida a través del Análisis Canónico de Correspondencia.

		Correlaciones			Resultados biplot		
Variables		Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 1	Eje 2	Eje 3
1	Temperatura	-0.94	0.05	-0.09	-0.79	0.03	-0.06
2	Salinidad	-0.15	-0.62	0.76	-0.13	-0.46	0.52
3	Estratificación	<u>0.93</u>	-0.24	0.03	0.78	-0.18	0.02
4	Profundidad	<u>0.99</u>	0.05	0.09	0.83	0.03	0.06

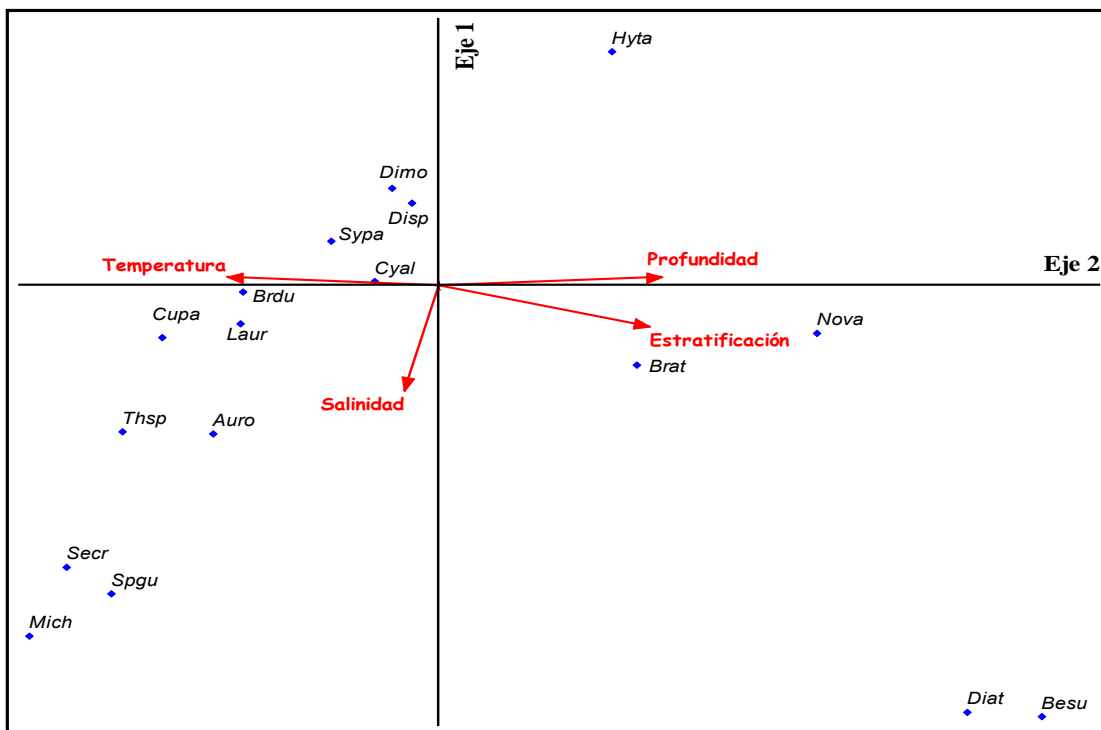


Figura 27. Diagrama de ordenación del Análisis Canónico de Correspondencia por estación-estrato aplicado a las especies dominantes de las comunidades nerítica y mesopelágica (**Auro**, *Auxis rochei*; **Besu**, *Benthosema suborbitale*; **Brdu**, *Brama dussumieri*; **Brat**, *Bregmaceros atlanticus*; **Cupa**, *Cubiceps pauciradiatus*; **Cyal**, *Cyclothone alba*, **Dimo**, *Diaphus mollis*; **Disp**, *Diaphus* spp.; **Diat**, *Diogenichthys atlanticum*; **Hyta**, *Hygophum taaningi*; **Laur**, *Lampadena urophaos atlantica*; **Mich**, *Microspathodon chrysurus*; **Nova**, *Notolychnus valdiviae*; **Secr**, *Selar crumenophthalmus*; **Thsp**, *Thunnus* spp.; **Sypa**, *Syacium papillosum*; **Spgu**, *Sphyræna guachancho*).

DISCUSIÓN

Hidrología

Los perfiles verticales de temperatura y salinidad para el Cañón de Campeche durante la campaña llevada a cabo en abril del año 2000 (Figura 2) permitieron visualizar las profundidades a las que se encuentran las clinas, la termoclina y la haloclina, se localizaron entre los 40 y 50 m de profundidad en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 8; mientras que en las estaciones 6, 7, 9 y 10 se encuentran de 30 a 35 m de profundidad, lo cual coincide con lo reportado por Ramírez-Cruz (2005) para la época de muestreo en la zona de estudio.

Lo anterior indica la presencia de giros anticiclónicos (núcleos cálidos) y ciclónicos (núcleos fríos) ya que estos tienden a subir o bajar las clinas, en este caso, las estaciones que se encuentran en la parte este del Cañón donde la termoclina y haloclina están ubicadas por debajo de los 40 m indica la presencia de un giro anticiclónico, las estaciones que se encuentran al oeste presentan termoclinas y haloclinas alrededor de los 35 m, lo cual sugiere que se debe al efecto de un giro ciclónico.

La densidad promedio de larvas de peces en los seis estratos por estación, muestra que los muestreos ubicados en la zona este del cañón tienen una menor densidad de organismos que los ubicados en la zona oeste, esto coincide con la presencia de vorticidades ciclónicas y anticiclónicas en esta región, ya que la parte este se encuentra influenciada por la presencia de un giro anticiclónico y la parte oeste por un giro ciclónico que presenta núcleos fríos lo cual está asociado a zonas con altas concentraciones de nutrientes (Rivera-Hernández, 2013) y por lo tanto, favorece mayores densidades de organismos; lo anterior muestra que existe una influencia asociada a la vorticidad que influye en el plano horizontal para la distribución del ictioplancton.

La zona de estudio se encuentra mayormente influenciada por la corriente de Lazo de la cual se desprenden los giros y una corriente de intrusión proveniente de Yucatán que provoca una surgencia topográfica, dichos sucesos presentan mayor

intensidad en verano, provocando el hundimiento de las isotermas hasta los 300 m induciendo un giro anticiclónico, cabe mencionar que la presencia de la surgencia aporta un transporte de agua rica en nutrientes moviéndose desde el Banco de Campeche hacia el oeste llegando a la zona del Cañón (Merino, 1997; Salas de León *et al.*, 2004; Martín-Pérez, 2011; Ramos-Musalem, 2013).

Los mapas de altura de la superficie del mar en los días de muestreo, revisado del Colorado Center for Astrodynamics Research, Bolder, CO, USA., muestran que en la época de la campaña se originaron giros de mayor intensidad al noroeste y suroeste de la región del Cañón de Campeche, dos grandes anillos ciclónicos están localizados al sureste del Golfo, cercanos a Yucatán y uno de mayor magnitud se ubica al este a la altura de Tamaulipas. En cuanto a los giros anticiclónicos hay un remanente cerca de las costas de Veracruz y otros de mayor intensidad muy al norte del Golfo. Se observa que la corriente de Lazo presenta una intrusión leve durante la época de muestreo. En la zona de estudio sólo se observan remanentes de un giro ciclónico (oeste) que probablemente se desprendió del giro anticiclónico (este), lo cual concuerda con los valores de los parámetros encontrados para este estudio. Este par anticiclón-ciclón posee una fuerza y tamaño que varía con la estacionalidad, y ya ha sido descrito por Monreal-Gómez *et al.* (2004).

Los valores de la anomalía de energía potencial para las distintas estaciones y niveles de muestreo indicaron que la columna de agua estuvo dividida en dos capas, una mezclada y otra estratificada, la primera se observó de los 0 a los 30 m con valores por debajo de los 40 Jm^{-3} ; este comportamiento coincide con lo reportado por Aldeco-Ramírez *et al.* (2009). La capa estratificada (40 m a 100 m) presentó valores de ϕ superiores a 40 Jm^{-3} .

Para la estación cuatro, la capa de mezcla se encontró aproximadamente a los 55 m con un valor de ϕ de 18 Jm^{-3} (Tabla 1), esto puede deberse a la ubicación de la estación ya que ésta se encuentra en la parte sureste del Cañón, sitio que colinda con el borde del Banco de Campeche, en esta zona convergen la parte externa del escarpe de Campeche y la cabeza del Cañón provocando una respuesta subsuperficial al gradiente de profundidad entre ambas regiones en donde se ha

observado un frente térmico de baja temperatura cerca de la capa de mezcla (Aldeco-Ramírez *et al.*, 2009)

Comunidad nerítica

A pesar de que la zona de estudio se encuentra en una zona completamente oceánica, existe la presencia de abundantes larvas cuyos padres son de hábitos neríticos, una de las razones está vinculada a la existencia de la corriente que bordea las plataformas de Yucatán, Campeche y Tabasco que al chocar con la corriente costera proveniente de Veracruz provoca un movimiento hacia mar abierto. Dichos sucesos, son en parte los responsables de transportar las larvas de hábitos Neríticos hacia la zona oceánica (Inoue & Welsh (1997) y Zavala-Hidalgo *et al.* (2003) Flores-Coto *et al.*, 2009).

Pese a dichos fenómenos hidrológicos, la presencia y distribución de las larvas de peces en el presente trabajo, se encuentra primordialmente relacionado con el hábitat y área de desove de los adultos. Lo anterior coincide con los resultados de los trabajos realizados en la zona sur del Golfo de México por Flores-Coto *et al.* (1993, 2009), Sanvicente-Añorve *et al.* (1998) y Espinosa-Fuentes *et al.* (2013).

La comunidad Nerítica se encuentra representada por especies cuyos adultos habitan y desovan en la plataforma media-externa o zonas costeras, y las larvas son transportadas a la parte oceánica para desarrollarse en estratos superficiales (0 a 30 m).

Las especies dominantes para este grupo fueron en su mayoría especies características de la comunidad Nerítica, tales como *Selar crumenophthalmus*, esta especie pertenece a la familia Carangidae, las cuales son características y abundantes en los estratos superficiales (Leak, 1981). Los adultos de esta especie son de hábitat costero y las larvas presentan amplia distribución horizontal. Según el estudio realizado por Campos *et al.* (2010), esta especie presenta preferencia por zonas con profundidades mayores a 40 m con mayor densidad en la época de secas, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio.

La segunda especie abundante fue el nomeido *Cubiceps pauciradiatus*, las larvas de peces de esta especie habitan capas superficiales como ha referido Potier *et al.* (2008), sin embargo, los adultos presentan principalmente hábitos oceánicos (Lamkyn, 1997).

Sphyraena guachancho está descrita como una especie que habita aguas superficiales y es considerada como dominante en la comunidad nerítica (Espinosa-Fuentes *et al.*, 2013).

Los escómbridos *Thunnus* spp. y *Auxis rochei* han sido referidos como especies abundantes ya que el desove ocurre durante gran parte del año, siendo éste más abundante durante la primavera (Martínez-Gutiérrez, 2001). Existen datos sobre picos de abundancia que sugieren la afinidad de esta especie por altas temperaturas (Morote *et al.*, 2008), lo cual concuerda con el resultado arrojado por el ACC donde estas especies presentan una correlación positiva con la temperatura.

Por último, las especies *Lampadena urophaos atlantica* y *Cyclothone alba* también fueron abundantes para esta comunidad (de 20 a 30 m), cabe mencionar que los mictófidos y los gonostomátidos corresponden a familias consideradas mesopelágicas (Olivar, *et al.*, 2012), no obstante en este estudio ambas larvas fueron más abundantes en los estratos de 0 a 30 m. Esto puede deberse a lo descrito por Flores-Coto *et al.* (2009) y Catul *et al.* (2011), donde se hace referencia a los patrones de migración vertical diaria de las larvas de peces, las larvas de origen mesopelágico permanecen durante el día en estratos profundos y en la noche migran hacia capas superficiales (10 - 100 m), si bien los objetivos de este trabajo no abarcan las migraciones diarias día-noche, lo anterior puede estar sujeto a dicho suceso pudiendo explicar la presencia de ambas especies en estratos superficiales (Röpke, 1993; Gray, 1998; Flores-Coto *et al.*, 2000; Gray & Kingsford, 2003; Catul *et al.*, 2011).

Se ha descrito que algunas especies de mictófidos migran de estratos profundos hacia la superficie para alimentarse, lo cual es importante para la transferencia de energía de zonas superficiales a las profundas (Conley & Hopkins, 2004; Acuña & Cabrera, 2007; Castro *et al.*, 2010) no obstante se desconoce mucho sobre el

comportamiento de esta familia e incluso en los estudios dirigidos a estas especies se sugiere un mayor número de investigaciones ya que son abundantes y son consideradas un recurso pesquero potencial.

Cyclothone alba está referido como una especie dominante en el Golfo de México, Miya & Nemoto (1986) describen que su época de desove es durante la primavera y se encuentra registrado en estratos profundos. Sin embargo, en el presente trabajo se encontró en sólo dos estratos; en el estrato 3 (donde se ubica la picnoclina) y en el estrato 6. Contrario a lo descrito, *C. alba* fue más abundante en el E3 considerado superficial, no obstante, lo anterior puede justificarse con el trabajo de Röpke (1993), donde menciona que algunas larvas de hábitos mesopelágicos se encuentran confinadas dentro de la picnoclina y por arriba o debajo de la capa de mezcla, por lo tanto esto pudiera representar una barrera para descender a estratos más profundos. También describe que al comparar su estudio con los resultados de Alstrom (1959) y Loeb (1979, 1980), las larvas mostraron una distribución diferente dentro de la columna de agua, pese a que las zonas de estudio presentan condiciones físicas de estratificación similares, lo cual es un indicador de que el comportamiento de las especies en la selección de algún estrato muestra cierta independencia a las condiciones ambientales. Algo similar ocurre en el noreste del Golfo de México, donde se ha mencionado que la composición ictioplanctónica es similar a la de la zona sur pero con diferencias cuantitativas marcadas (Flores-Coto y Ordoñez-López, 1991).

Comunidad mesopelágica

Las larvas de la CM mostraron mayor distribución y abundancia a través de la columna de agua y estuvieron representadas mayormente por los mictófidos que son considerados por varios autores como representativos de dicha comunidad (Moser y Alstrom, 1970; Flores-Coto & Ordoñez-López, 1991; Röpke, 1993; Watanabe *et al.*, 1999; Rodríguez & Castro 2000; Acuña & Cabrera, 2007; Olivar, *et al.* 2012). Las mayores densidades y frecuencias están representadas por las especies *Diaphus* spp., *Diaphus mollis* e *Hygophum taaningi*.

También los bregmacerótidos *Bregmaceros atlanticum* fueron abundantes para este estudio, coincidiendo con el trabajo de Flores-Coto *et al.* (1988) y Zavala-García & Flores-Coto (1994), en los cuales se reporta que esta especie tiene mayor distribución en la plataforma externa y la parte oceánica, ya que muestra preferencia por zonas con profundidades mayores a los 100 m.

Syacium papillosum se encuentra con una alta abundancia en este estudio, lo que coincide con lo reportado por Espinosa-Fuentes (2004), en otros trabajos se describe que los adultos de esta especie tienen preferencia por las zonas oceánicas profundas y sedimentos calcáreos (García-Abad *et al.*, 1992; Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Relación entre comunidad nerítica y la comunidad mesopelágica.

De acuerdo a la tabla 5 la CM es más abundante en cinco de los seis estratos de muestreo. Este resultado refleja la importancia del hábitat de los organismos adultos dado que la zona de estudio es un ambiente netamente oceánico y sin embargo existe la presencia de especies neríticas, lo anterior puede deberse a que los adultos de la CN se desplazan a ambientes oceánicos para su desove; una vez que eclosionan los huevos, las larvas permanecen en los estratos poco profundos.

Un estudio realizado por Rodríguez *et al.* (2011), refiere que los adultos que desovan durante épocas cálidas poseen larvas que muestran preferencia por aguas superficiales, a diferencia de los adultos que desovan durante todo el año o en estaciones frías, cuyas larvas van a presentar una distribución más amplia dentro de la columna de agua. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos en este trabajo donde la distribución vertical de las larvas de peces presenta una relación estrecha con los hábitos de sus progenitores, dando menor peso a los factores físicos del medio.

Relación talla-estrato

Los estudios relacionados con el crecimiento de larvas de peces son muy significativos ya que al evaluar esta variable se pueden obtener las bases para la estimación de las tasas de mortalidad y su sobrevivencia (Sánchez-Iturbe *et al.*, 2006).

Los trabajos efectuados por Childress *et al.* (1980) refieren que los patrones de crecimiento de las larvas de peces están sujetos a las historias de vida de cada especie (esperanza de vida y eventos reproductivos) y las fuerzas selectivas del medio físico, que van a determinar la duración del desarrollo larval.

Sponaugle (2014), enfatiza que la rapidez con la cual los estadios larvarios de peces alcanzan mayores tallas depende principalmente de la temperatura, la salinidad y la disponibilidad de alimento. No obstante, las zonas que están influenciadas por la presencia de fenómenos físicos a mesoescala, tales como corrientes, giros, frentes y surgencias presentan alta actividad biológica, siendo adecuados para hábitats de desove y zonas de crianza (Sabatés *et al.*, 2013) como es el caso del Cañón de Campeche.

Las tallas promedio de las especies cuyos padres son de hábitos neríticos están entre 2 y 9 mm (Figuras 16 a la 20), mientras que los tamaños menores se observaron en los estratos más superficiales (0 a 20 m) y los mayores en el E3 (20 – 30 m). Las especies *C. pauciradiatus* y *S. crumenophthalmus* muestran una distribución de tamaños más homogéneos, sugiriendo que estas presentan desoves intermitentes a lo largo del año; *L. urophaos*, *A. rochei* y *B. dussumieri* presentaron tallas pequeñas, lo anterior podría indicar que los adultos de desovan durante primavera. Tales diferencias en la distribución de tallas de cada especie permiten inferir variaciones en la estacionalidad reproductiva.

De acuerdo a lo reportado por Sánchez-Iturbe *et al.* (2006), en la época de primavera es donde da inicio el desove para numerosas especies de peces del sur del Golfo de México, así mismo, las larvas presentan un crecimiento más rápido en primavera con las primeras cohortes y más lento para las últimas.

La comunidad mesopelágica presenta intervalos de tallas en promedio de 2.3 a 10.8 mm, en general las larvas más grandes se ubican en los estratos profundos (E5 y E6) y las pequeñas en el E4. Esta distribución se observa claramente en las especies *M. affine* y *M. nitidulum*. *H. reinhardtii*, quienes presentan una distribución de tamaños más homogénea en la columna de agua, en tanto que *H. taaningi* presentó larvas pequeñas en todos los estratos. Estos resultados sugieren que el periodo de desove de estas especies fue próximo a la fecha de muestreo.

Las densidades de larvas de tamaños grandes fueron bajas en la mayoría de las especies y se encontraron en el estrato profundo, esto coincide con lo reportado por Röpke (1993) quien explica que en las especies mesopelágicas los organismos de mayor talla son los que pueden desplazarse gradualmente hacia estratos más profundos.

Sin embargo, es difícil saber con exactitud la distribución de tallas en la columna de agua de especies mesopelágicas, ya que la información referente a los estadios tempranos de desarrollo de estos organismos es escasa o desconocida debido a sus hábitos de vida (Olivar & Rubies, 1986; Rodríguez & Castro, 2000; Acuña & Cabrera, 2007).

Una especie que presentó una amplia distribución en la columna de agua fue *D. mollis* y se caracterizó por presentar tallas pequeñas en todos los estratos (1.2 mm a 4 mm), lo que sugiere un desove reciente. El género *Diaphus* ha sido descrito por Rodríguez-Varela *et al.* (2001), Espinosa-Fuentes (2004) y Flores-Coto *et al.* (2009) como uno de los más abundantes de la familia Myctophidae en el Golfo de México, con una amplia distribución dentro de la columna de agua, ya que se encuentra presente de 0 a 100 m.

Otra especie de amplia distribución fue *S. papillosum* quien presentó sus mayores densidades en intervalos de tallas de 2.5 a 5.3 mm. Este patrón de distribución fue descrito por Espinosa-Fuentes (2004) quien menciona que los adultos de esta especie y del género *Syacium* en general desovan durante todo el año con picos de mayor densidad relacionados con altos valores de biomasa zooplanctónica factor coincidente con altos valores de biomasa encontrados durante este

muestreo y corroborado por Arriola-Pizano (2012) y Ramírez-Cruz (2009) quienes determinaron alta biomasa zooplanctónica durante primavera en esta zona.

Distribución vertical de las comunidades ictioplanctónicas y su relación con las condiciones hidrográficas

Los factores ambientales tienen una influencia directa sobre la distribución de los organismos (Salas-de León *et al.* 2004, Escobar-Briones *et al.* 2008), incluso diversos estudios sugieren que la densidad y composición de larvas de peces se encuentra definida por la termoclina y la profundidad de la capa de mezcla (Ahlstrom, 1959; Olivar y Sabates, 1997; Smith y Suthers, 1999; Gray y Kingsford, 2003; Annis, 2005). No obstante, los patrones de distribución de las larvas estriban primordialmente en los hábitos reproductivos de los progenitores de cada especie y su hábitat, lo cual es una adaptación evolutiva a las condiciones del medio para asegurar su supervivencia (Contreras-Catalá *et al.*, 2012).

La mayoría de las especies desovan en época de secas según lo mencionan Richards *et al.* (1993), Vélez *et al.* (2005) y Flores-Coto *et al.* (2009), por ello es substancial la realización de estudios durante este periodo para conocer las zonas de desove y la magnitud de la población de larvas de peces.

Numerosos autores reconocen en sus trabajos que los procesos hidrográficos no son principalmente responsables de la distribución del ictioplancton en la columna de agua, a pesar de esto desempeñan un papel importante en el transporte y dispersión de las larvas de peces (Gray, 1993; Sánchez-Velasco *et al.*, 2007; Hsieh *et al.*, 2010).

En el presente trabajo las variables físicas fueron constantes, lo cual coincide con lo referido por Sánchez-Velasco *et al.* (2007), ya que a diferencia de las regiones neríticas y arrecifales, las regiones oceánicas son relativamente más estables, los estudios demuestran que en estas áreas, la densidad de los organismos se encuentra mayormente influenciada por la picnoclina y la estratificación de la columna de agua o la capa de mezcla.

El ACC mostró que las especies de la CM presentaron una correlación positiva con la profundidad y altos valores de energía potencial lo que indicó que la porción de la columna de agua donde se ubicó esta comunidad estuvo estratificada con valores de ϕ mayores a 100 J m^{-3} (Figura 27). La CN estuvo mayormente correlacionada con la temperatura y salinidad debido a que los adultos de las especies neríticas son afines a valores altos de estos parámetros, dadas las características de su hábitat nerítico.

El dendrograma arrojado por el Bray-Curtis (Figura 12) muestra a simple vista dos grupos de estratos. El primer grupo corresponde a la zona superficial (0 - 30 m) donde se encuentra la comunidad nerítica, los estratos 1 y 2 tienen mayor porcentaje de similaridad con respecto al 3, esto puede deberse a que a partir de los 30 m la composición de larvas de peces cambia de organismos neríticos a oceánicos. Los estratos 5 y 6 poseen 100% de similitud entre ellos lo que indica la composición y abundancia de las larvas en estas profundidades son netamente mesopelágicas. Este resultado es afín al del estudio hecho por Richards (1993) en el Golfo de México, en donde reporta dos grupos, el oceánico y el costero, donde las familias y especies observadas son similares a las de este estudio al igual que la abundancia de las mismas.

CONCLUSIONES

- La composición de larvas en la zona del Cañon de Campeche durante la época del muestreo (Abril del 2000) estuvo dominada por las familias Gobiidae (69.9%), Myctophidae (14.6%) y Bregmacerotidae (2.8%).
- De acuerdo a la distribución de las familias en el plano vertical, la mayor densidad se ubicó en el tercer estrato con un total de 36 familias.
- El índice de similitud de Bray-Curtis definió dos comunidades ictioplanctónicas, la primera ubicada en los primeros estratos de la columna de agua (0 – 30 m) a la que se le denominó Comunidad Nerítica y la segunda localizada en los estratos profundos (40 – 100 m) considerándose como Comunidad Mesopelágica.
- Las especies dominantes de la CN fueron *Auxis rochei*, *Brama dussumieri*, *Cubiceps paucirdiatus* y *Selar crumenophthalmus*, y de la CM estuvieron representadas por *Bregmaceros atlanticus*, *Notolychnus valdiviae*, *Diogenichthys atlanticum*, *Benthoosema suborbitale* e *Hygophum taaningi*.
- En la distribución por tallas a través de la columna de agua se observó que las larvas pequeñas se ubicaron en estratos superficiales y las de mayor tamaño se localizaron en estratos profundos. Es necesario realizar más estudios para conocer la distribución por tallas del ictioplancton en la columna de agua, sobre todo de las larvas mesopelágicas cuyos estadios larvarios de algunas especies son aún desconocidos.
- El Análisis Canónico de Correspondencia por estación-estrato indicó que la CN tiene una relación positiva con altos valores de temperatura y salinidad en tanto que la CM presentó una relación positiva con la profundidad y altos valores de energía potencial.

-
- La estructura vertical de las comunidades de larvas de peces no depende primordialmente de los parámetros ambientales, la distribución vertical de los organismos depende más del hábito de los organismos para permanecer en una profundidad dada.
 - En el plano horizontal, se observó que las mayores densidades de larvas de peces coinciden con la presencia de giros ciclónicos ricos en nutrientes localizados en la zona oeste del cañón, en tanto que las menores densidades se observaron en la zona este del área de estudio influenciada por un giro anticiclónico.
 - El Cañón de Campeche es una región que alberga una gran diversidad de organismos gracias a las condiciones favorables propiciadas por la interacción entre los procesos hidrodinámicos y su compleja batimetría, que dan como resultado un hábitat rico en nutrientes que son transportados continuamente por corrientes ascendentes y descendentes, promoviendo condiciones ideales para la proliferación y asentamiento de la vida marina.

REFERENCIAS

Acuña, E., & M. T. Cabrera. 2007. Distribución y abundancia de larvas de mictófidios (Pisces, Myctophidae) capturadas durante el crucero Bio-Oceanográfico Cimar 5 Islas Oceánicas. *Ciencia y Tecnología del Mar* 30 (1): 5-19.

Ahlstrom, H. 1959. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. United States Fish and Wildlife Service. *Fishery Bulletin* 60:107-146.

Aldeco-Ramírez, J., M., Monreal-Gómez, M., Signoret-Poillon, D., Salas de León & D., Hernández-Becerril. 2009. Occurrence of a subsurface anticyclonic eddy, fronts, and *Trichodesmiums* sp. over the Campeche Canyon region, Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas* 35(4): 333–344.

Soto

Annis, E. R. 2005. Temperature effects on the vertical distribution of lobster post larvae (*Homarus americanus*). *Limnology Oceanography* 50: 1972–1982.

Arriola-Pizano, J. 2012. Estimación de la biomasa y composición del zooplankton en la región del Cañón de Campeche. Tesis de Maestría. Facultad de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 69pp.

Auth, T. D., R. D. Brodeur & K. M. Fisher. 2007. Diel variation in vertical distribution of an offshore ichthyoplankton community off the Oregon coast. *Fishery Bulletin* 105:313–326

Ayala Duval, E, 1980. Contribución al conocimiento del ictioplancton de la región suroccidental del Golfo de México. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 66 p.

Bray, J. & J., Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*. 27, 235-249.

Catul, V., M. Gauns & P. Karuppasamy. 2011. A review on mesopelagic fishes belonging to family Myctophidae. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 21 (3): 339-354.

Castro-Aguirre, J. L., H. Espinosa-Pérez J. J. Schmitter-Soto. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. México, Editorial Limusa.

Childress, J. J., S. M. Taylor, G. M. Cailliet M. H. Price. 1980. Patterns of growth, energy utilization and reproduction in some meso and bathypelagic fishes off Southern California. 61 (1): 27-40.

Clay, T. W., S. M. Bollens, A. B. Bochdansky & T. R. Ignoffo. 2004. The effects of thin layers on the vertical distribution of larval Pacific herring, *Clupea pallasii*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 305: 171–189.

Conley, W.J. & T.L. Hopkins. 2004. Feeding ecology of lanternfish (Pisces: Myctophidae) larvae: prey preferences as a reflection of morphology. *Bulletin of Marine Science* 75 (3): 361-379.

Contreras-Catalá, F., L. Sánchez-Velasco, M. F. Lavín & V. M. Godínez. 2012. Three-dimensional distribution of larval fish assemblages in an anticyclonic eddy in a semi-enclosed sea (Gulf of California). *Journal of Plankton Research* 34 (6): 548-562.

Criales-Hernández, M., E. Arteaga & L. Manjarrés. 2003. Distribución espacio-temporal y tallas de las larvas de tres especies de Lutjánidos en el área norte del Caribe Colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 27(102): 85-91.

De Castro, M., W. J. Richards & A. C. Bonecker. 2010. Occurrence and distribution of larval lanternfish (Myctophidae) from the southwest Atlantic Ocean. *Zoología* 27 (4): 541–553.

De la Cruz, A. G. 1994. Sistema para el análisis de comunidades. Versión 3.0. Departamento de Pesquerías y Biología Marina. CICIMAR-I. P. N. 99 pp.

De la Lanza-Espino, G. 2001. Características físico químicas de los mares de México. 149 páginas

Díaz, V., M. Pájaro, M. P. Olivar, P. Martos & G. J. Macchi. 2011. Nutritional condition of Argentine anchovy *Engraulis anchoita* larvae in connection with nursery ground properties Marina. *Fisheries Research* 109: 330–341.

Enríquez-Hernández & B., Hernández de la Torre (eds). Ordenamiento ecológico marino. Visión temática de la regionalización, pp. 21-31. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, México.

Escobar-Briones, E., E., Estrada-Santillán & P., Legendre. 2008. Macrofaunal density and biomass in the Campeche Canyon, Southwestern Gulf of Mexico. *Deep Sea Research* 55 (24–26): 2679–2685.

Espinosa Fuentes, M.L., 2004. Dinámica espacio-temporal de las comunidades ictioplanctónicas durante diferentes épocas climáticas en el sur del Golfo de México. Tesis de Doctorado Biología Marina. Universidad Nacional Autónoma de México. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. 111 pp.

Espinosa-Fuentes, M.L. & C. Flores-Coto. 2004. Cross-shelf and vertical structure of ichthyoplankton assemblages in continental shelf waters of the Southern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 59 (2): 333–352.

Espinosa-Fuentes, M. L., C. Flores-Coto, L. Sanvicente-Añorve & F. Zavala-García. 2009. Vertical distribution of zooplankton biomass and ichthyoplankton density during an annual cycle on the continental shelf of the southern Gulf of Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(2): 477-488.

Espinosa-Fuentes, M. L., C. Flores-Coto, F. Zavala-García, L. Sanvicente-Añorve & R. Funes-Rodríguez. 2013. Seasonal vertical distribution of fish larvae in the southern Gulf of México. *Hidrobiológica* 23 (1): 9-26.

Evseenko, S. 2006. On Species Composition and Distribution of Lanternfish Larvae (Myctophidae) in the Eastern South Pacific. *Journal of Ichthyology* 46 (1): 110–115.

Flores Coto, C., F. Barba Torres & J. Sánchez Robles. 1983. Seasonal diversity, abundance and distribution of ichthyoplankton in Tamiahua Lagoon, Western Gulf of Mexico. *Transactions of the American Fisheries Society* 112 (2b): 247-256.

Flores Coto, C. 1987. Estudio comparativo de la estructura de la comunidad ictioplanctónica de tres lagunas del sur del Golfo de México. *Anales Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 58 (2): 707-726.

Flores Coto, C., L. Sanvicente, R. Pineda & M. A. Rodríguez. 1988. Composición, distribución y abundancia ictioplanctónica del Sur del Golfo de México. *Universidad y Ciencia* 5 (9): 65-84.

Flores Coto, C. & M. Sánchez Ramírez. 1989. Larval distribution and abundance of Carangidae (Pisces), from the southern Gulf of Mexico. 1983-1984. *Gulf Research Reports* 8 (2): 117-127.

Flores-Coto, C. & U. Ordóñez-López. 1991. Larval distribution and abundance of Myctophidae, Gonostomatidae and Sternoptychidae from the Southern Gulf of Mexico. Technical Report NMFS 95: 55- 64.

Flores Coto, C., F. Abundio & F. Zavala-García. 1991. Larval distribution and abundance of pleuronectiforms from the Southern Gulf of Mexico. Estuarine Coastal and Shelf Science 32: 439-450.

Flores-Coto, C., F., Zavala-García & G., Espinosa-Villagrán. 1993. Asociaciones ictioplactónicas de la Bahía de Campeche, México (verano 1987). Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. Serie Ocasional 2: 57-67.

Flores-Coto, C., & F. Zavala-García. 1994. Abundancia y distribución de larvas de Bregmacerotidae (Pisces) en la Bahía de Campeche, México. Ciencias Marinas. 20 (2): 219-241.

Flores-Coto, C., Sanchez-Iturbe, A., Zavala-García, F., & Warlen, S. M. 1998. Age, Growth, Mortality and Food Habits of Larval *Stellifer lanceolatus*, *Cynoscion arenarius* and *Cynoscion nothus* (Pisces: Sciaenidae), from the Southern Gulf of Mexico. Estuarine, Coastal and Shelf Science 47 (5): 593-602.

Flores-Coto, C., P. Figueroa-Páez & F., Zavala-García. 1999. Distribución y abundancia de larvas de Sciaenidae en la columna de agua, en el sur del Golfo de México. Primavera. Hidrobiológica 9 (2): 135-144.

Flores-Coto, C., R. Martínez-Gutiérrez, M. González-Felix, L. Sanvicente-Añorve & F. Zavala-García. 2000. Annual variation of ichthyoplankton assemblages in neritic water of the southern Gulf of Mexico. Caribbean Journal of Science 36(3-4): 233-243.

Flores-Coto, C., R. Rivas-Vega, F. Zavala-García & J. Sanchez-Robles. 2001. Vertical distribution of larval carangids in the southern Gulf of Mexico. *Gulf and Caribbean Research* 13: 1-8.

Flores-Coto, C., M.L. Espinoza-Fuentes, F. Zavala-García & L. Sanvicente-Añorve, 2009. Ictioplancton del sur del Golfo de México. Un compendio. Laboratorio de Zooplancton. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. *Hidrobiológica* 19 (1): 49-76.

Flores-Coto, C., L. Sanvicente-Añorve, F. Zavala-García, J. Zavala-Hidalgo & R. Funes-Rodríguez. 2014. Environmental factors affecting structure and spatial patterns of larval fish assemblages in the southern Gulf of Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 49 (2): 307-321.

Franks, P. J. S. 1992. Sink or swim: Accumulation of biomass at fronts. *Marine Ecology Progress Series* 82: 1–12.

García-Abad, M., A. Yáñez Arancibia, P. Sánchez Gil & M. Tapia García. 1992. Distribución, reproducción y alimentación de *Syacium gunteri* Ginsburg (Pisces: Bothidae), en el Golfo de México. *Revista de Biología Tropical* 39 (1): 27-34.

Gasca R. & E. Suárez. 1996. Introducción al estudio del zooplancton marino México. Ed. *Ecología de la Frontera Sur (ECOSUR)*.

Gray, C. A. 1993. Horizontal and vertical trends in the distributions of larval fishes in coastal waters off central New South Wales, Australia. *Marine Biology* 116: 649-666.

Gray, C. A. 1998. Diel changes in vertical distributions of larval fishes in unstratified coastal waters off southeastern Australia. *Journal of Plankton Research* 20: 1539–1552.

Gray, C. A. & M. J. Kingsford. 2003. Variability in thermocline depth and strength, and relationships with vertical distributions of fish larvae and mesozooplankton in dynamic coastal waters. *Marine Ecology Progress Series* 247: 211-224.

Irison, J., C. Paris, C. Guigand & S. Planes. 2010. Vertical distribution and ontogenetic “migration” in coral reef fish larvae. *Limnology Oceanography* 55(2): 909–919.

Job, S. D. & D. R. Bellwood. 2000. Light sensitivity in larval fishes: Implications for vertical zonation in the pelagic zone. *Limnology Oceanography* 45: 362–371.

Lamkin, J. 1997. The Loop Current and the abundance of larval *Cubiceps pauciradiatus* (Pisces: Nomeidae) in the Gulf of Mexico: evidence for physical and biological interaction. *Fishery Bulletin* 95:250-266.

Lampert, W. 1989. The adaptive significance of diel vertical migration of zooplankton functional ecology. Department of Physiological Ecology, Max Planck Institute of Limnology 3: 21-27.

Leak, J. C. 1981. Distribution and abundance of Carangid fish larvae in the eastern Gulf of Mexico, 1971–1974. *Biological Oceanography* 1 (1): 1-28.

Loeb, V.J. 1979. Vertical distribution and development of larval fishes in the North Pacific central gyre during summer. *Fishery Bulletin* 77(4):777-793.

Loeb, V.J. 1980. Patterns of spatial and species abundance within the larval fish assemblage of the North Pacific Gyre during the late summer. *Marine Biology* 60:189-200.

Manzano-Sarabia, M. & C. Salinas-Zavala. 2008. Variabilidad estacional e interanual de la concentración de clorofila a y temperatura superficial del mar en la región occidental del Golfo de México: 1996-2007. *Interciencia* 33 (9): 628-634.

Martínez-Gutiérrez, M. R. 2001. Variación de la distribución y abundancia de las larvas de las familias Serranidae, Lutjanidae y Scombridae (Pisces), con aspectos ecológicos de algunas especies. Sur del Golfo de México. Tesis de Comunidades ictioplanctónicas del sur del Golfo de México Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 138 p.

Martín-Pérez, L. I. 2011. Análisis de Corrientes Geostróficas en el Cañón de Campeche, Sur del Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 77pp.

Merino, M. 1997. Upwelling on the Yucatan Shelf: hydrographic evidence. *Journal of Marine Systems* 13(1): 101-121.

Miya, M. & T. Nemoto. 1986. Life history and vertical distribution of the mesopelagic fish *Cyclothone alba* (family Gonostomatidae) in Sagami Bay, Central Japan. *Deep-Sea Research* 33 (8): 1053-1068).

Monreal-Gómez, M.A. & D. Salas de León, 1990. Simulación de la circulación en la Bahía de Campeche. *Geofísica Internacional* 29 (2): 101-111.

Monreal-Gómez, M., D. Salas de León, A. Padilla & M. Alatorre. 1992. Hydrography and estimation of density currents in the southern part of the Bay of Campeche México. *Ciencias Marinas* 18(4): 115-133.

Monreal-Gómez M., D. Salas de León & H. Velasco-Mendoza. 2004. Características físicas y químicas del Golfo de México, 47-68. En: Caso M., I. Pisanty & E. Ezcurra (Eds.) Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Secretaría

del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, México, 627 p.

Moser, H. G & E. H. Ahlstrom. 1970. Development of lanternfishes (Family Myctophidae) in the California Current. Part I. Species with narrow eyed larvae. Bulletin of the Los Angeles County Museum of Natural History Science 7: 1- 145.

Olivar, M. P., & P. Rubiés. 1986. Distribución y abundancia de larvas de *Symbolophorus boops* (Osteichthyes, Myctophidae) en el Atlántico sudoriental y descripción de su desarrollo larvario. Investigación Pesquera: 437-447.

Olivar, M. P. & A. Sabatés. 1997. Vertical distribution of fish larvae in the north-west Mediterranean Sea. Marine Biology 129: 289-300.

Olivar, M. P., A. Bernala, B. Moli, M. Peña, R. Balbín, A. Castellón, J. Miquel & E. Massuti. 2012. Vertical distribution, diversity and assemblages of mesopelagic fishes in the western Mediterranean. Deep-Sea Research 62: 53–69.

Olivar, M. P., A. Sabatés, F. Alemany, R. Balbín, M. L. Fernández de Puelles & A. Pérez-Torres. 2014. Diel-depth distributions of fish larvae off the Balearic Islands (western Mediterranean) undertow environmental scenarios. Journal of Marine Systems 138: 127–138.

Ordóñez-López, U. 1986. Análisis de la composición específica, distribución y abundancia de las familias Gonostomatidae, Sternoptychidae y Myctophidae (Pisces) en el sur del Golfo de México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ordoñez-López U. & C. Flores-Coto. 1989. Clave para la identificación de larvas de las familias Gonostomatidae, Sternoptychidae y Myctophidae del sur del Golfo

de México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM 16 (2): 207-222.

Potier, M., E. Romanov, Y. Cherel, R. Sabatié, V. Zamorov & F. Ménard. 2008. Spatial distribution of *Cubiceps pauciradiatus* (Perciformes: Nomeidae) in the tropical Indian Ocean and its importance in the diet of large pelagic fishes. Aquatic Living Resources 21: 123–134.

Ramos- Musalem, A. K. 2013. Estudio numérico de los forzamientos que generan la surgencia de Yucatán. Tesis de Licenciatura. Facultad de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 95 p.

Richards, W.J. 2006. Early Stages of Atlantic Fishes an Identification guide for the western central North Atlantic. Volume I, II, III, IV y V. U.S.A. Ed. Taylor & Francis Group.

Rivera-Hernández, F. 2013. Efecto de la vorticidad en la distribución de la biomasa de zooplancton en el Cañón de Campeche. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 111 p.

Rodríguez L. & L. Castro. 2000. Estudios en ecología de larvas de Mictófidós (Pisces, Myctophidae): Una propuesta para nuevas líneas de investigación en la corriente de Humboldt. Gayana Concepción 64 (2): 704-710.

Rodríguez-Varela, A., A. Cruz-Gómez & M. A. Padilla-García. 2001. Composición, distribución y abundancia de larvas de la familia Myctophidae en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y mar Caribe. INP. SAGARPA. México. Ciencia Pesquera No. 15.

Rojas, P. M. 2014. Diel variation in the vertical distribution of fish larvae forced by upwelling filaments off Punta Angamos (northern Chile). *Latin American Journal Aquatic Research* 42(3): 401-417.

Röpke, A., W. Nellen & U. Piatkowski. 1993. A comparative study on the influence of the pycnocline on the vertical distribution of fish larvae and cephalopod paralarvae in three ecologically different areas of the Arabian Sea. *Deep-Sea Research II* 40 (3): 801-819.

Salas de León, D., S. M. Monreal-Gómez & J. Aldeco-Ramírez. 1992. Periodos característicos en las oscilaciones de parámetros meteorológicos en Cayo Arcas, México. *Atmósfera* 5 (4): 193-205.

Salas de León, D., M. Monreal-Gómez, M. Signoret-Poillon & J. Aldeco-Ramírez. 2004. Anticyclonic-cyclonic eddies and their impact on near-surface chlorophyll stocks and oxygen supersaturation over the Campeche Canyon, Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research* 109:1-10.

Salas de León, D., M. Monreal-Gómez, D. Salas-Monreal, M. Riveron-Enzastiga & N. Sánchez-Santillán. 2006. Interannual sea level variability in the southern Gulf of México (1966-1976). *Geophysical Research Letters* 33 (8).

Salas de León D., M. Monreal-Gómez, D. Salas-Monreal, G. Expósito-Díaz, M. Riveron-Enzastiga & F. Vázquez-Gutiérrez. 2007. Tidal Current Components in the Southern Bay of Campeche, Gulf of México. *Geofísica Internacional* 46(2): 141-147.

Salmerón-García, O., & R. Aguirre-Gómez. 2003. Estudio espacio-temporal de la Surgencia de Yucatán y Banco de Campeche, México; a través de imágenes Seawifs, 1999-2000. *Geos* 23 (2).

Sánchez-Iturbe, A., C. Flores-Coto & F. Zavala-García. 2006. Variación estacional del crecimiento y la mortalidad de larvas de *Syacium gunteri* (Piscis: Paralichthyidae) en el sur del Golfo de México (ciclos, 1992 y 1993). *Ciencias Marinas* 32 (1): 83–95.

Sánchez-Ramírez, M. & C. Flores-Coto. 1993. Desarrollo larvario y clave de identificación de algunas especies de la familia Carangidae (Pisces) del sur del Golfo de México. *Anales Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México* 20: 1-24.

Sánchez-Uvera, A. R. 2012. Distribución vertical de larvas de peces por estadio de desarrollo en el Alto Golfo de California (Junio 2008). Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. 81 p.

Sánchez-Velasco, L., S. Jiménez-Rosenberg & M. Lavín. 2007. Vertical distribution of fish larvae and its relation to water column structure in the southwestern Gulf of California. *Pacific Science* 61 (4): 533–548.

Sanvicente-Añorve, L., C. Flores-Coto & L. Sánchez-Velasco. 1998. Spatial and seasonal patterns of larval fish assemblages in the southern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* 62(1):17-30.

Sanvicente-Añorve L., C. Flores-Coto & X. Chiappa-Carrara. 2000. Temporal and spatial scales of ichthyoplankton distribution in the Southern Gulf of México. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51 (4): 463–475.

Sassa, Ch., K. Kawaguchi, Y. Hirota & M. Ishida. 2004. Distribution patterns of larval myctophid fish assemblages in subtropical-tropical waters of the western North Pacific. *Fisheries Oceanography* 13 (4): 267-282.

Sassa, Ch. & K. Kawaguchi. 2006. Occurrence patterns of mesopelagic fish larvae in Sagami Bay, Central Japan. *Journal of Oceanography* 62: 143-153.

Sassa, Ch., K. Kawaguchi, Y. Hirota M. & Ishida. 2007. Distribution depth of the transforming stage larvae of myctophid fishes in the subtropical-tropical waters of the western North Pacific. *Deep-Sea Research* 54: 2181-2193.

Signoret-Poillon, M., M. Monreal-Gómez, J. Aldeco-Ramírez & D. Salas de León. 2006. Hydrography, oxygen saturation, suspended particulate matter, and chlorophyll-a fluorescence in an oceanic region under freshwater influence. *Estuarine, Coastal Shelf Science* 69 (1/2): 153-164.

Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1969. *Biometry. The principles and practices of statistics in biological research.* W.H. Freeman, San Francisco, 776 pp.

Smith, K. A. & I. M. Suthers. 1999. Displacement of diverse ichthyoplankton assemblages by a coastal upwelling event on the Sydney shelf. *Marine Ecology Progress Series* 176: 49-72.

Soto-González, L., E. Flores, S. Licea & S. Manickchand-Heileman. 2000. Processes that promote decapod diversity and abundance on the upper continental slope of the SW Gulf of Mexico. *Crustacea Issues*.

Simpson, J., H. Allen & N. Morris. 1978. Fronts on the continental shelf. *Journal of Geophysical Research* 28 (9): 4607-4614.

Sturges, H. 1926. The choice of a class-interval. *Journal of the American Statistical Association* 21: 65-66.

Sturges, W. & R. Leben. 2000. Frequency of ring separations from the Loop Current in the Gulf of Mexico: a revised estimate. *Journal of Physical Oceanography* 30: 1814-1819.

Vidal-Lorandi, V. & F. Vidal-Lorandi. 1997. La Importancia de los Estudios Regionales de Circulación Oceánica en el Golfo de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 47: 191-200.

Vidal-Lorandi, F., V. Vidal-Lorandi, P. Rodríguez-Espinosa, L. Zambrano-Salgado, J. Portilla-Casillas, J. Rendón-Villalobos & B. Jaimcs de la Cruz. 1999. Circulación del Golfo De México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 19:1-15.

Watanabe, H., M. Moku, K. Kawaguchi, K. Ishimaru & A. Ohno. 1999. Diel vertical migration of myctophid Fishes (Family Myctophidae) in the transitional waters of the western North Pacific. *Fisheries Oceanography* 8 (2): 115-127.

Zavala-Hidalgo, J., S. Morey & J. O'Brien. 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. & A. Fernández-Eguiarte. 2006. Propuesta para la regionalización de los mares mexicanos desde el punto de vista de los procesos físicos: el Golfo de México. En: Córdova y Vázquez A., F. Rosete, G. Enríquez & B. Fernández (Eds.) *Ordenamiento ecológico marino. Visión temática de la regionalización*. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 226 p.