



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS Y PESQUERAS

---

**ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD DE PECES ASOCIADOS AL CAMARÓN DE  
PROFUNDIDAD (50 – 300 BRAZAS) DENTRO DEL GOLFO DE  
CALIFORNIA.**

## **TESIS**

Para Obtener el Grado Académico de  
**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**  
**ÁREA CIENCIAS PESQUERAS**

**PRESENTA**

***M. en C. Alejandro Acevedo Cervantes***

**TUTOR DE TESIS**

**JUANA LÓPEZ MARTÍNEZ**

**COTUTOR DE TESIS**

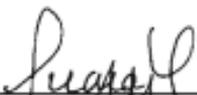
**JESÚS TRINIDAD PONCE PALAFOX**

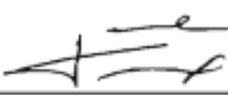
**Bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit; Junio 2010**

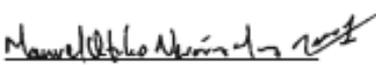
**DR. J. DIEGO GARCIA PAREDES**  
**COORDINADOR DEL POSGRADO CBAP**  
**PRESENTE.**

Los que suscribimos, integrantes del Consejo Tutorial del *M. en C. Alejandro Acevedo Cervantes*, declaramos que hemos revisado la tesis titulada "Análisis de la comunidad de peces asociados al camarón de profundidad (50-300 brazas) dentro del Golfo de California" y determinamos que la tesis puede ser presentada por el alumno para aspirar al grado de Doctor en Ciencias Biológico Agropecuarias con opción terminal en Ciencias Pesqueras.

**ATENTAMENTE**  
**EL CONSEJO TUTORIAL**

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Juana López Martínez**  
Director

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Jesús Trinidad Ponce Palafox**  
Cotutor

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Manuel Otilio Nevárez Martínez**  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. José Roberto Gómez Aguilar**  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Alejandro González Morteo**  
Asesor

## **Dedicatoria**

**A DIOS.**

**A MI ESPOSA SOL Y A MIS HIJOS CARLOS Y MAGUI, EN REPRESENTACIÓN DE TODAS LAS FAMILIAS QUE SUFREN LA AUSENCIA Y LAS CARENCIAS MIENTRAS SON REALIZADOS LOS ESTUDIOS DE DOCTORADO, A ELLOS GRACIAS POR SU FORTALEZA.**

**A MARGARITA MI MADRE Y A ROBERO<sup>†</sup> MI PADRE POR TODO LO QUE DEJARON EN MI.**

**EN GENERAL A TODA MI FAMILIA.**

## **Agradecimientos.**

El primer agradecimiento es para la Dra. Juana López Martínez que gracias a su gran experiencia permitió que este trabajo fuera realizado, que sin su amistad y apoyo esto no hubiera sido posible; GRACIAS.

Agradezco al Dr. Manuel Nevárez Martínez, primero por su amistad y luego por su gran apoyo a la realización de este trabajo.

Al Dr. Jesús Trinidad Ponce Palafox por su valiosa colaboración, y sobre todo a la gran disposición que siempre mostró para ayudarme.

Agradezco al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. por su apoyo desde hace ya mucho tiempo, en particular al proyecto: "Prospección y evaluación del potencial pesquero de los camarones de profundidad SAGARPA-CONACYT 2003-C01-024".

Agradezco a la Universidad Autónoma de Nayarit y en especial al posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras por permitirme formar parte de su institución.

Agradezco al Instituto Tecnológico de Guaymas y a la Dirección General de Educación Superior Tecnológica, al programa PROMEP por sus grandes apoyos para lograr el grado.

**Agradezco al Consejo nacional de Ciencia y Tecnología por la beca recibida.**

**Agradezco a los revisores de este documento, los Doctores José Roberto Gómez Aguilar, y Carlos Alejandro González Morteo.**

**De nuevo agradezco a mi amigo de siempre Daniel Lluch Cota y a toda su familia ya que sin su consejo y amistad no se habría logrado esta meta en mi vida. GRACIAS COMPADRE.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**



**SISTEMA DE BIBLIOTECAS**

## ÍNDICE POR CAPITULOS

	Dedicatoria	ii
	Agradecimientos	iii
	Índice por capítulos	v
	Índice de figuras	vii
	Índice de tablas	x
	Resumen	xi
	Abstract	xiii
Capitulo	1 Introducción	1
	Objetivos	8
	Objetivos particulares	8
	Área de estudio	9
	Metodología	14
Capitulo	2 Influencia de las condiciones ambientales con las asociaciones de las comunidades de peces de profundidad	23
Capitulo	3 Análisis del elenco sistemático de la fauna de peces asociada al camarón de profundidad.	31
Capitulo	4 Distribución espacio-temporal de la fauna de peces de profundidad	51
	Análisis espacio-temporal de las comunidades.	51
	Distribución espacial de las principales especies.	52
	Análisis de agrupamiento	55
	Análisis de componentes principales	62
Capitulo	5 Ecología de Comunidades Asociadas al Camarón de Profundidad	70
	Parámetros ecológicos.	70
	Abundancia por estrato de profundidad.	72
	Biodiversidad	79

Capitulo	6	Modelo conceptual de la comunidad de peces, asociado a la pesca de camarón de profundidad dentro del Golfo de California	88
Capitulo	7	Conclusiones	95
		BIBLIOGRAFÍA	98

## INDICE DE FIGURAS

1.1	Localización del área prospectada durante las campañas 1-4. En cada transecto se llevó a cabo un arrastre a las siguientes profundidades: 90-270, 270-450 y >450 metros.	10
2.1	Perfiles de temperatura (°C) y Oxígeno disuelto (mg/ml) durante el crucero de febrero del 2005. Profundidad en metros	24
2.2	Perfiles de temperatura (°C) y Oxígeno disuelto (mg/l) durante el crucero de mayo del 2005.	26
2.3	Diagramas Temperatura-Salinidad (T-S), a) septiembre, b) febrero y c) mayo en el Golfo de California.	27
2.4	Perfiles de oxígeno por región del Golfo de California durante el mes de febrero y mayo del 2005.	30
3.1	Afinidad ictiogeográfica (PA: Provincia Aleutiana, PO: Provincia Oregoniana, PS: Provincia de San Diego, PC: Provincia de Cortés, PM: Provincia Mexicana, PP: Provincia Panámica, POT: Pacífico Oriental Tropical, CT: Especies Circumtropicales).	50
4.1	Figura 4.1 (13.) Diagramas de presencia de las especie de mayor IVB encontradas en los cruceros realizados.	53
4.2	Agrupamiento para presencia-ausencia(a) y agrupamiento numérico (b) para el estrato 90-180 metros. Algoritmo para agrupamiento índice de similitud de Sorensen y de chord distance.	57
4.3	Agrupamiento para presencia-ausencia(a) y agrupamiento numérico (b) para el estrato 180-270 metros. Algoritmo para agrupado e índice de similitud chord.	58
4.4	Agrupamiento para presencia-ausencia(a) y agrupamiento numérico (b) para el estrato 270- 360metros. Algoritmo para agrupado e índice de similitud chord.	60
4.5	Agrupamiento para presencia-ausencia(a) y agrupamiento numérico (b) para el estrato 450- 540 metros. Algoritmo para	61

	agrupado e índice de similitud chord.	
4.6	Componentes principales 1 y 2 para la matriz de estratos de profundidad, oxígeno y temperatura.	63
4.7	Componentes principales 1 y 2 para la matriz de número de especies por estratos de profundidad contra oxígeno y temperatura.	64
4.8	Dendrograma de similitud de las estaciones de lances para el mes de septiembre con base en la composición y abundancia numérica de los lances.	66
4.9	Dendrograma de similitud de las estaciones de lances para el mes de febrero con base en la composición y abundancia numérica de los lances.	67
4.10	Dendrograma de similitud de las estaciones de lances para el mes de mayo con base en la composición y abundancia numérica de los lances.	68
5.1	Porcentaje de las especies importantes en abundancia (a, c, e) y biomasa (b, d, f) colectadas en el crucero de septiembre, mayo y febrero respectivamente en el estrato de 90-180 metros.	74
5.2	Porcentaje de las especies importantes en abundancia (a, c, e) y biomasa (b, f, d) colectadas en los cruceros de septiembre 2004 febrero y mayo de 2005 en el estrato de 180-270 metros.	75
5.3	Porcentaje de las especies importantes en abundancia (a, c, e) y biomasa (b, d, f) colectadas en los cruceros de septiembre 2004, febrero y mayo de 2005 en el estrato de 270-360 metros.	77
5.4	Porcentaje de las especies importantes en abundancia (a) y biomasa (b) colectadas en el crucero de febrero 2005 en el estrato de 450-540metros.	79
5.5	Numero de especies, Diversidad de Shannon y Equitabilidad por estrato de profundidad en el Golfo de California.	80
5.6	Valor de la diversidad por estrato de profundidad y temporada de muestreo	81

- 5.7 Índice de valor biológico (IVB) para las especies importantes 82  
para los cruceros de septiembre 2004, febrero y mayo del 2005  
respectivamente.
- 6.1 Modelo de flujo de materia de la comunidad de peces de la 90  
plataforma continental en el estrato de profundidad de 90-  
180metros. Los significados son: Temperatura y luz (T,L),  
productores primarios (PP), Detritus (D), Grupos ictiofaunísticos  
(G1,G2, yG3), Captura pesquera (CP), Otros depredadores  
(OD).
- 6.2 Modelo de flujo de materia de la comunidad de peces de la 93  
plataforma continental en el estrato de profundidad de 450-540  
m. Los significados son: Temperatura y luz (T,L), Oxígeno  
disuelto (OD), productores primarios (PP), Detritus (D), Grupos  
ictiofaunísticos (G1,G2, y G3), Captura pesquera (CP), Otros  
depredadores (GE).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAHÍA



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

## INDICE DE TABLAS

II.1	Valores de temperatura (T°C) y oxígeno promedio (mg/ml) por estratos de profundidad.	23
III.1	Composición de peces demersales de profundidad del Golfo de California.	36
III.2.	Listado de especies relevantes según la abundancia relativa por crucero biológico.	47
IV.1	Relación de número de especies por estrato de profundidad.	62
IV.2	Valor score para los CP.	64
V.1	Resumen de las especies más importantes por estratos de profundidad y temporada de muestreo.	84

## RESUMEN

Los recursos pesqueros más importantes en volumen y en generación de divisas en la actualidad son el camarón, el atún, la sardina y el calamar.. Estas pesquerías actualmente no presentan aumentos en sus volúmenes, lo que hace necesario la exploración de nuevas áreas o nuevos recursos potencialmente importantes. Los recursos marinos de profundidad son aprovechados intensivamente en países de Europa y Oceanía, por lo que resulta relevante la exploración de los mares mexicanos. En particular, se realizó el proyecto SAGARPA-CONACYT "Prospección y evaluación del potencial pesquero de los camarones de profundidad, con énfasis en los géneros *Pandalus spp*, *Heterocarpus spp* y *Sicyonia spp*" con el fin de evaluar recursos potenciales, del cual se generó este trabajo, con el objetivo de caracterizar las comunidades de peces bentónico demersales de la plataforma continental del litoral sonorense asociados a los camarones de profundidad, localizados entre los 90 a 540 metros. Se realizaron cuatro cruceros en la costa oriental del Golfo de California en los meses de septiembre del 2004, febrero y mayo 2005, a bordo de BIP XII del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Para las colectas se utilizó una red de arrastre operada por popa. Se recolectaron un total de 71 especies diferentes de peces. Se realizó un análisis de agrupamiento de acuerdo a la distribución de abundancia y

geográfica, encontrando que las asociaciones están relacionadas con los niveles tróficos de cada especie. Los componentes principales mostraron que la profundidad y la concentración del oxígeno disuelto son determinantes en la distribución y la abundancia de las especies. Se encontró la formación de dos estratos comunitarios, el primero más somero (180- 240 m), el cual se caracterizó por presentar una alta diversidad y poca dominancia, así como presentar especies que son comunes en el ámbito costero; mientras que la segunda comunidad esta integrada por especies típicas de zonas profundas miembros de las familias Ophidiidae, Moridae, Congridae, Trichiuridae, Lophidae principalmente. También se encontró que la diversidad y la dominancia de especies como *Laemonema verecundum*, *Cherublemma emmelas*, *Physiculus nematopus*, *Merluccius productus*, *Cherublemma emmelas*, *Lepophidium prorates*, *Lophiodes spilurus* disminuyo rápidamente con la profundidad. Se hace la consideración sobre la productividad en los fondos marinos de profundidad, que esta fuertemente relacionado con la cadena del detritus como parte principal e inicio del flujo de materia. Se formaron tres grupos faunísticos que están relacionados con su nivel trófico, y fuertemente interrelacionados entre sí y limitados por las condiciones ambientales imperantes.

## ABSTRACT

Fishery resources are currently represented by species such as shrimp, tuna, sardines and squid as the most important in volume, employment and money generation. These fisheries are not currently have increases in their volumes, necessitating the exploration of new areas or new potential resources. Deep marine resources are highly valued in Europe and Oceania countries, so it is important to explore the Mexican seas. In particular, a project was carried out "Prospecting and evaluation of the shrimp fishery potential of depth, with special emphasis on the genera *Pandalus spp.*, *Heterocarpus spp.* and *Sicyonia spp.*", in order to evaluate potential resources, of which arise this work, in order to develop a conceptual model of fish communities associated with deep shrimp. Four research surveys were carried out on the east coast of the Gulf of California during the months of September 2004, February and May 2005, aboard BIP XII from CIBNOR. For collect, was used a trawl net operated by the aft. It was collected a total of 71 different fish species. It was performed a cluster analysis according to the abundance and geographic distribution, finding that the associations are related to the trophic levels of each species. The principal components analysis showed that the depth and dissolved oxygen concentration are determinant in the distribution and abundance of species. It was found the formation of two strata community, the first more shallow (180 - 240 m) which was characterized by high diversity and low dominance, and the

species present are common in the coastal zone; while the second community is composed by species typical of deep zone Ophidiidae, Moridae, Congridae, Trichiuridae, Lophiidae, likewise, found that diversity and dominance of species such as *Laemonema verecundum*, *Cherublemma emmelas*, *Physiculus nematopus*, *Merluccius productus*, *Cherublemma emmelas*, *Lepophidium proratees*, *Lophiodes spiluru*, decreased dramatically with depth. Consideration is made on productivity in the deep seabed which is strongly linked to the chain of detritus as the main party and start the flow of matter. There were three faunal groups that are related to their trophic level, and strongly interrelated and limited by the environmental conditions.



## **CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN**

### **SISTEMA DE BIBLIOTECAS**

El Noroeste Mexicano es una región altamente productiva en el sector pesquero. Los volúmenes de producción pesquera nacional muestran que en los años 2005, 2006 y 2007 la región aportó el 68.8, 58.2 y 56.62 % respectivamente. En esta región (conformada por los estados de Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur) se presentan las principales especies pesqueras del país en términos económicos (SAGARPA 2005, 2006 y 2007).

Las actividades pesqueras de la región se caracterizan por estar dirigidas a especies como el camarón, sardina, calamar y atún las cuales han sido explotadas tradicionalmente y que cuentan con toda una infraestructura de transformación para dar valor agregado al producto, además de tener un mercado ya consolidado. Las capturas de los recursos antes mencionados muestran que los niveles de extracción ya no se incrementarán en forma sustantiva, solo muestran variaciones interanuales, sin grandes incrementos. Lo anterior ha hecho que la exploración y

ubicación de recursos pesqueros con potencial sea cada vez más necesaria, con la finalidad de ofrecer alternativas para una diversificación bien dirigida de las actividades pesqueras. La exploración y ubicación de recursos pesqueros alternativos demanda investigación sobre la biología del recurso, estimaciones de biomasa disponible y explotable, distribución, parámetros poblacionales, impacto de actividades extractivas sobre el ecosistema, tecnología de capturas adecuada al recurso y amigable con el ecosistema, etc. Es decir, generar toda aquella información que permita plantear esquemas de manejo sustentable de los recursos pesqueros (López-Martínez 2009).

La pesquería de camarón en El Golfo de California, tradicionalmente ha sido llevada a cabo entre las 5 a las 50 brazas (9 a 90 m), límite de operación de la flota camaronera. Se sabe de la existencia de una alta diversidad de especies de camarones de aguas profundas, incluyendo especies pertenecientes a las familias Pandalidae (*Pandalus spp.*, *Heterocarpus spp.* y *Plesionika spp.*), Solenoceridae, Sicyonidae y Glyphocrangonidae que constituyen un recurso potencial de importancia en el talud continental (Fischer *et al.* 1995).

Asociado a este recurso siempre se ha encontrado lo que se denomina "Fauna de Acompañamiento". Debido a la baja selectividad de las redes de arrastre se captura una alta proporción de organismos (principalmente peces, crustáceos y moluscos), que son desechados por no ser un producto comercialmente importante (Arvizu-Martínez ,1972; Chávez y Arvizu-Martínez. 1972; Amezcua-Linares, 1985; Pérez-Mellado y Findley, 1985).

La opción de la pesca de camarón de profundidad permitiría obtener recursos que a la fecha no han sido explotados, sin embargo, es altamente deseable el conocimiento del papel funcional de los camarones en el ecosistema, así como las interrelaciones que establecen éstos con la comunidad, para lo cual es necesario hacer una evaluación de las comunidades asociadas al recurso en cuestión y las condiciones biológico ambientales de las mismas, esto es, conocer la composición específica de los peces, crustáceos y moluscos asociados a los camarones de profundidad y su importancia dentro de la comunidad. En general, los peces son el grupo más numeroso dentro de los vertebrados, por lo que este trabajo plantea realizar una caracterización de la comunidad de peces asociada

a los camarones de profundidad. Este conocimiento contribuirá a sentar las bases del conocimiento biológico asociado a los camarones, para que, de mostrarse su factibilidad de aprovechamiento, las autoridades encargadas del manejo pesquero, desarrollen esquemas de manejo con "enfoque precautorio" (el cual permite que a, mediano plazo, el recurso presente mejores beneficios a la pesquería) y bajo una visión ecosistémica, esto es, que sean analizados todos los componentes que forman parte del entorno biológico de las especies sujetas a explotación. Este enfoque, aunque representa una inversión importante en la investigación, es más redituable a mediano y largo plazo (García y Leiva-Moreno, 2001). Si bien éste no es un enfoque nuevo, sí es una necesidad y un compromiso a nivel internacional, ya que a lo largo del pasado decenio, una serie de convenios internacionales han introducido nuevas obligaciones para las actividades de ordenación que establecen un régimen de utilización de los océanos. Los convenios (y códigos) hacen referencia explícita a la protección de las características de los ecosistemas. El convenio general en esta materia es el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Otros instrumentos jurídicos son el Acuerdo de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces Transzonales y las

Poblaciones de Peces Altamente Migratorias, el Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO y la Declaración del Protocolo y Plan de Acción de Kyoto. Como respuesta a estos acuerdos internacionales, se ha inducido a las legislaciones y las políticas nacionales a incorporar de modo más explícito aspectos relativos al ecosistema dentro de los regímenes nacionales de ordenación de los océanos (López-Martínez 2007).

Por otra parte, el Golfo de California es un área de gran importancia debido a sus características hidrológicas, geológicas, biológicas y pesqueras en general, por lo que se ha convertido en uno de los cuerpos de agua de México más estudiados. Dentro de ellos destacan las recopilaciones de citas realizada por Schwartzlose *et al.* (1992), y en referencia particular de indole ictiológico, Chávez (1986), Castro-Aguirre *et al.* (1995). Asimismo, existen una serie de trabajos realizados en diferentes cuerpos de agua que están en permanente contacto con el Golfo de California, en los que principalmente se han publicado listados sistemáticos de las especies de peces, como Bahía de La Paz (Abitia-Cárdenas *et al.*, 1994), Isla Cerralvo (Galván-Magaña *et al.*, 1996), de manera general del Golfo de California (Thomson y Mckibbin, 1978; Thomson *et al.*, 1979.

Otras investigaciones en el ámbito de la ecología de peces se han desarrollado igualmente en diferentes cuerpos de agua dentro del Golfo de California, como un análisis ecológico en Bahía Concepción (Rodríguez-Romero *et al.*, 1994; Rodríguez-Romero *et al.*, 1998), así como trabajos en arrecifes rocosos del sur del Golfo de California (Pérez-España *et al.*, 1996). Existe además, una gran cantidad de reportes de biología de peces. En el aspecto pesquero se han realizado diversos trabajos de diferente índole, y especialmente enfocados hacia los recursos demersales asociados a la fauna de acompañamiento del camarón como una medida del impacto de las redes de arrastre sobre el medio. Entre ellos encontramos los realizados por Amezcua-Linares (1985), Chávez y Arvizu-Martínez (1972), Pérez-Mellado y Findley (1985), Van Der Heiden (1985), López Martínez *et al.* (2010), Madrid Vera *et al.* 2010; así como otros recursos importantes como la sardina, el calamar, el tiburón principalmente. Sin embargo, son escasos los trabajos existentes a especies de peces ubicados a profundidades mayores de las 90 metros (50 brazas) de profundidad.

Resulta relevante definir el término "peces de aguas profundas", éste se aplica a aquellas especies de peces que pasan todo su

ciclo de vida por debajo de la zona fótica del océano. Se sabe que los ecosistemas y los recursos pesqueros de profundidad son altamente vulnerables a la explotación, debido a que poseen alta longevidad, crecimiento lento, madurez sexual tardía, baja fecundidad (estrategas K), una baja resiliencia y pueden ser altamente vulnerables a la sobre-pesca (Koslow *et al.*, 2000).

A nivel mundial, algunas comunidades de peces demersales de aguas profundas son objeto de pesca comercial (Koslow *et al.*, 2001; Gordon *et al.*, 2003), y en muchos casos el conocimiento científico sobre ellas es escaso, requiriéndose información a nivel de ecosistema y biología poblacional, con la finalidad de llegar a un manejo sustentable de estos recursos (Koslow *et al.*, 2001; Gordon *et al.*, 2003; Fossen *et al.*, 2008).

Los estudios sobre peces de profundidad son escasos y dentro de ellos es posible encontrar mayor cantidad de estudios para el Atlántico (Large *et al.*, 2003; Gordon *et al.*, 2003; Powell *et al.*, 2003). Son pocos los trabajos sobre la estructura comunitaria de los peces de profundidad en el Pacífico Oriental (Arana *et al.*, 2002; Reyes, 2007) y para el Golfo de California son aun mas escasos. En particular en el Golfo de California, existe información de síntesis del conocimiento de los peces de aguas

profundas, principalmente de especies bentopelágicas y pelágicas (Castro-Aguirre y Balart, 1996), sin embargo, se desconoce la estructura de las comunidades a esas profundidades.

Por lo anterior, esta propuesta de investigación plantea desarrollar una caracterización de la comunidad asociada a los camarones de profundidad en el litoral de Sonora.

### ***Objetivo general.***

Realizar la caracterización de las comunidades de peces bentónico demersales de la plataforma continental del litoral sonoreño asociados a los camarones de profundidad, localizados en profundidades de entre 90 y 540 metros.

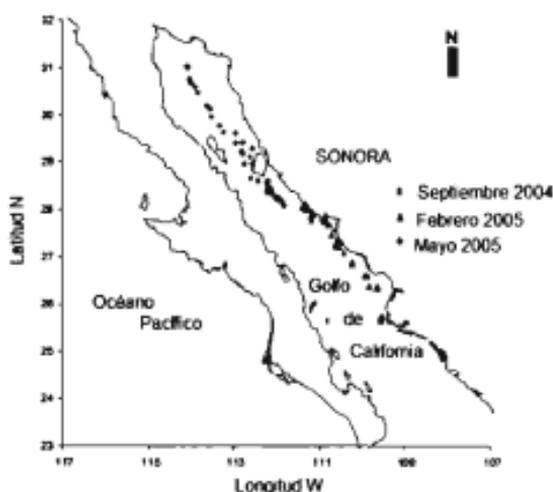
### ***Objetivos particulares.***

- Elaborar el elenco sistemático de la fauna de peces asociada al camarón de profundidad en sentido espacial y temporal.
- Describir comunidades de peces de profundidades mayores a 90 metros, de acuerdo a parámetros ecológicos.
- Determinar la relación de las condiciones ambientales con las asociaciones de las comunidades de peces de profundidad.
- Elaborar un modelo conceptual de la comunidad de peces, asociado al camarón de profundidad dentro del Golfo de California.

### **Área de estudio.**

El Golfo de California puede ser considerado como un laboratorio natural; éste se ha dividido en diferentes regiones topográficas asociadas a cuencas oceánicas individuales (De la Lanza-Espino, 1999).

Es un mar marginal de 1000 por 100-150 km, limitado por la península de Baja California al Oeste y el continente americano (estados mexicanos de Sonora y Sinaloa) al Este, y comunicado abiertamente al Océano Pacífico hacia el Sur (Roden, 1964).



**Figura 1.1** Localización del área prospectada durante las campañas 1-4. En cada transecto se llevó a cabo un arrastre a las siguientes profundidades: 90-270, 270-450 y >450 metros.

### ***Fisiografía de la zona***

Geológicamente el Golfo de California se formó por la expansión de zonas de falla, por lo que presenta una batimetría muy compleja. En la literatura el Golfo se ha dividido en dos mitades a la altura de sus dos grandes islas centrales: Tiburón y Ángel de la Guarda. El tercio norte es somero, mayoritariamente plataforma continental, mientras que los otros dos tercios están formados por una cadena de cuencas, que se incrementan en profundidad hacia el sur. El canal de Ballenas, entre la Isla Ángel de la Guarda y Baja California, presenta un umbral somero (450 m). Las cuencas de la boca del Golfo alcanzan 3,000 m de profundidad y están separadas por umbrales transversos de hasta 1,500 m de profundidad, por lo que existe un contacto abierto con el Pacífico adyacente (Roden, 1954).

En la costa occidental la plataforma continental es rocosa y estrecha; en la costa oriental es más ancha, con numerosas lagunas costeras al sur (Álvarez-Borrogo, 1983). La cuenca de Guaymas, situada en el centro del Golfo de California, es la más extensa y la más norteña de las grandes cuencas, cubriendo un área de 240 por 60 km y con una profundidad máxima de cerca

de 2,100 m, con un relieve bajo el umbral de sólo 480 m (Roden, 1954).

### ***Clima e información meteorológica básica***

El Golfo de California ofrece un medio ambiente con temperaturas extremas, alta evaporación y condiciones generales de aridez. El tipo de clima prevaleciente, de acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por García (1973), corresponde al BW (h') hw (x'), es decir, muy árido, cálido con régimen de lluvias de verano, extremos con oscilaciones térmicas diurnas entre 7 y 14°C de temperatura, con un promedio mensual de oscilación de 12 °C.

En el verano usualmente se presentan algunas lluvias de mediana duración y de baja intensidad, mientras que en el invierno, pueden presentarse lluvias esporádicas de baja intensidad y corta duración. El régimen pluvial se caracteriza por presentar el estiaje entero los meses de febrero a junio y el periodo de lluvias de verano de agosto a septiembre. La precipitación media anual es del orden de 190 mm con promedio mensual de 16 mm.

La temperatura media anual podría ubicarse en los 23°C, en tanto que la mínima promedio es de 9 °C y se presenta durante el mes de enero y, la temperatura promedio máxima es de 37.5 °C y se registra durante agosto y septiembre.

El hecho de estar rodeado por el desierto de Sonora hace del Golfo de California la única cuenca evaporítica del Pacífico, comparable al Mediterráneo o al Mar Rojo. Sin embargo, y a diferencia del sistema termohalino observado en estos mares, el Golfo de California gana calor de la atmósfera y pierde humedad.

El campo de vientos sobre el Golfo de California es de naturaleza monzónica, con vientos del noroeste durante el invierno (noviembre-mayo) y del sur o sureste en verano (junio-septiembre). Algunos autores reportan que los vientos son más intensos durante el invierno, pero otros afirman que su magnitud es similar en ambas temporadas.

## **Zoogeografía**

La composición específica de los peces y moluscos indica claramente que el Golfo de California pertenece a la provincia Panámica (Walker, 1960). La fauna mesopelágica está compuesta mayoritariamente por formas tropicales y es pobre en diversidad, especialmente hacia el norte, dominada fuertemente por el mictóforo *Triphoturus mexicanus*. Esta menor diversidad en comparación con el Pacífico tropical adyacente puede deberse a los cambios drásticos de temperatura y salinidad superficiales en el Golfo, sin embargo, en zonas profundas del Golfo de California Lluch-Cota *et al.* (2007) encontraron que la diferencia se debe a la concentración mínima de oxígeno del agua y añaden que la mayor parte de las especies abundantes en el Golfo se adaptan a él evitándola (Hendrickx, 2001) al distribuirse por encima de los 400 m; la mayor parte de la comunidad de peces mesopelágicos del Golfo de California se concentra en los 100 m sobre la isoterma de 10°C durante el día y en los 100 m más superficiales de profundidad de noche. Sin embargo, autores como Grasle (1989) y Grant (2000) sugieren que la diversidad es alta en aguas profundas de los océanos, además, existe el argumento que los altos valores de diversidad y riqueza

específica son el efecto de la interacción de competencia y depredación; No obstante, Gage y Tyler (1991) afirman que la diversidad varía según los tipos de sedimentos, ya que de ello depende la disponibilidad de alimento que es determinante en la abundancia de las especies. Lluch-Cota *et al.* (2007) menciona la existencia de una capa en la columna de agua más allá de los 200 m de profundidad dentro del Golfo de California, en donde disminuye drásticamente la concentración del oxígeno disuelto en el agua hasta 0.2 ml/l, limitando la presencia de especies.

### **Metodología**

El área de estudio del presente trabajo comprende toda la costa del estado de Sonora desde el sur de Puerto Peñasco hasta las cercanías de la Bahía de Topolobampo, Sinaloa (Fig. 1.1).

Para la realización de este trabajo de investigación se contó con el financiamiento del proyecto SAGARPA-CONACYT SAGARPA-2003-C01-024 denominado "Prospección y evaluación del potencial pesquero de los camarones de profundidad, con énfasis en los géneros *Pandalus spp.*, *Heterocarpus spp.* y *Sicyonia spp.*"

desarrollándose por el CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE UNIDAD Sonora.

Se desarrollaron 3 cruceros prospectivos en los meses de septiembre del 2004, febrero y mayo del 2005, en el área comprendida entre el límite de la Reserva del Alto Golfo de California y Delta del Colorado en Sonora y Topolobampo, Sinaloa (Fig. 1.1).

El muestreo se llevó a cabo en transectos de 10 millas (35 en total), siguiendo un muestreo sistemático, en estratos de 90-270, 270-450 y 450-650 metros, de acuerdo a la batimetría de la región. El arte de pesca utilizado fue una red de arrastre de fondo, construida de polietileno trenzado, de tamaño de 38/34 metros y perímetro de la boca en paño estirado de 68 m, con una relinga superior de 38 m. La red operó por popa.

Para la determinación de las biomásas existentes de las diversas especies, en cada cuadrante se efectuaron arrastres de 1 hora a una velocidad de 3 nudos con red de arrastre de fondo. Así

mismo se registraron las condiciones ambientales del agua mediante una sonda multisensor Hydrolab DS5X recorder. Las variables registradas fueron: la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto en el agua, densidad y la profundidad.

Se registraron los datos propios de cada lance (profundidad, velocidad de arrastre, distancia recorrida, posición inicial y final del lance, peso y composición de la captura, proporción de fauna de acompañamiento o FAC, etc.) y se obtuvo una muestra al azar de aproximadamente 20 kg de la captura incluyendo camarón y FAC, con la que se realizó un muestreo biológico para determinar especie, sexo, madurez gonádica y estructura de tallas de las diversas especies de camarón y FAC presentes en las capturas (Granados-Barba *et al.*, 2000; Sparre y Venema, 1997). Se calculó la proporción camarón:FAC (fauna de acompañamiento) capturados por lance positivo de camarón.

En el laboratorio se corroboraron las identificaciones de los peces, utilizando claves específicas para cada grupo taxonómico en particular, por ejemplo Jordan y Evermann (1893-1900), Norman (1934), Curran (1942), McPhail (1958), Zahuranec

(1967), Miller y Lea (1972), Castro-Aguirre (1978), Thomson *et al.* (1979), Compagno (1984), Fischer *et al.* (1995), con el apoyo del Dr. Jesús Rodríguez Romero investigador titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR).

### **Nivel trófico**

El nivel trófico de cada especie se obtuvo de la sección de pirámides tróficas de la página de FishBase (Froese y Pauly, 2007; [www.Fishbase.org](http://www.Fishbase.org)). Cuando no se contó con el nivel trófico de alguna especie, este se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$NT_i = 1 + \sum_{j=1}^n DC_{ij} * NT_j$$

donde  $NT_i$  es el nivel trófico del grupo  $i$ ,  $n$  es el número de grupos en el sistema,  $DC_{ij}$  es la proporción de la presa  $j$  en la dieta del depredador  $i$ ,  $NT_j$  es el nivel trófico de la presa  $j$ .

La información de dietas se consiguió de artículos, guías y libros especializados. En casos extremos, donde no existen estudios de alimentación de una especie, se le asignó el nivel trófico de otra especie habitante de la misma región y con hábitos alimenticios semejantes.

Para establecer la estructura comunitaria de los peces se utilizaron diferentes índices ecológicos.

### **Índice de abundancia relativa**

El índice de abundancia relativa permite detectar en primera instancia la cantidad relativa en número y biomasa que aportan las especies y aquellas que representan la parte más importante de la comunidad. Con base en el número y peso total de la ictiofauna capturada y de cada especie, se estima el índice de abundancia relativa de la captura de cada estación de muestreo mediante las siguientes expresiones:

$$\%N = \frac{n_i}{NT}(100) \qquad \%P = \frac{P_i}{PT}(100)$$

Donde:

$\%N$  es la abundancia relativa en número.

$\%P$  es la abundancia relativa en peso.

$n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  capturada.

$P_i$  es el peso total de la especie  $i$ .

$NT$  es el número total de individuos de todas las especies.

*PT* es el peso total de la muestra.

Se formaron grupos de especies de peces de acuerdo a los valores totales de abundancia relativa registrados, con el fin de encontrar el número de especies de mayor importancia de acuerdo a este índice (Rodríguez-Romero, 1992).

### ***Diversidad.***

Se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon y Winner, ya que combina las propiedades de abundancia relativa por especie, esto permite hacer comparaciones con otras áreas geográficas en las cuales se haya aplicado el mismo índice, el cual tiene la ventaja que se distribuye de manera normal permitiendo realizar operaciones básicas y estadísticas (Brower y Zar, 1977). Sin embargo este índice tiene la desventaja de ser susceptible a las especies raras o migratorias. Se expresa de la siguiente manera:

$$H' = \sum_{i=1}^n (P_i \ln P_i)$$

Donde:

$H'$  es el Índice de diversidad de Shannon- Winner

$P_i$  es el cociente del número de organismos de la especie  $i$  entre el número total de la muestra,  $n_i/NT$ .

### **Dominancia**

#### **Índice de valor biológico**

Se aplicó el índice de Valor Biológico (IVB) de Sanders descrito por Loya-Salinas y Escofet (1990), con el fin de establecer los posibles valores de dominancia tanto en número como en biomasa por medio de los ejemplares colectados. Este índice tiene la ventaja de combinar la propiedad de abundancia relativa con la constancia de especies, tanto por localidades como por muestreos, por lo que proporciona un valor que está en función del número de localidades y muestreos; así las especies que sean más constantes durante los muestreos serán más importantes que aquellas que presenten abundancias altas en menor número de muestreos. Este índice se expresa de la siguiente manera:

$$IVB_i = \sum_{j=1}^L \text{punto}_{ij}$$

Donde

*IVB* es el Índice de valor biológico

*i* corresponde a la abundancia relativa de cada especie.

*j* corresponde a las estaciones de recolección.

### ***Índice de importancia relativa (IRI)***

Para el análisis cuantitativo de la importancia por especie se utilizó el índice de importancia relativa (IIR) propuesto por Pinkas *et al.* (1971). Este índice incorpora los valores gravimétricos y numéricos de especies presa (*j*), así como la frecuencia de las mismas en el contenido estomacal del pez, lo cual se expresa en la siguiente fórmula:

$$IIR_j = (G_j + N_j) \times F_j$$

Donde

$G_j$  es el porcentaje del peso de los organismos de la especie *j*.

$N_j$  es el porcentaje del número de organismos por especie y

$F_j$  el porcentaje de frecuencia de ocurrencia de la especie.

## Capítulo 2

### INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES CON LAS ASOCIACIONES DE LAS COMUNIDADES DE PECES DE PROFUNDIDAD

#### *Variables oceanográficas*

Durante los cruceros se midieron las variables ambientales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y conductividad del agua, con el fin de obtener los perfiles generales de las condiciones ambientales de los lances de captura. En la Tabla II.1 se muestran los valores promedio por estrato de profundidad de 90 metros (50 brazas).

Tabla II.1 Valores de temperatura (°C), salinidad (ups) y oxígeno promedio (mg/l) por estratos de profundidad.

Estrato (metros)	Oxígeno disuelto (ml/l)	Salinidad Ups	Temperatura (°C)	Especies
1 (90-180)	6.5 ± 0.17	34.9 ± 0.08	14.0 ± 0.8	47
2 (180-270)	2.5 ± 0.39	34.8 ± 0.05	13.0 ± 0.5	37
3 (270-360)	1.0 ± 0.01	34.7 ± 0.03	11.0 ± 0.39	21
4 (360-450)	0.5 ± 0.001	34.6 ± 0.02	9.0 ± 0.02	0
5 (450-540)	0.1 ± .003	34.6 ± 0.02	7.5 ± 0.002	5

Los perfiles de temperatura se presentan por posición latitudinal con el fin de mostrar el comportamiento de la temperatura de los lances más profundos para los cruceros de febrero y mayo.

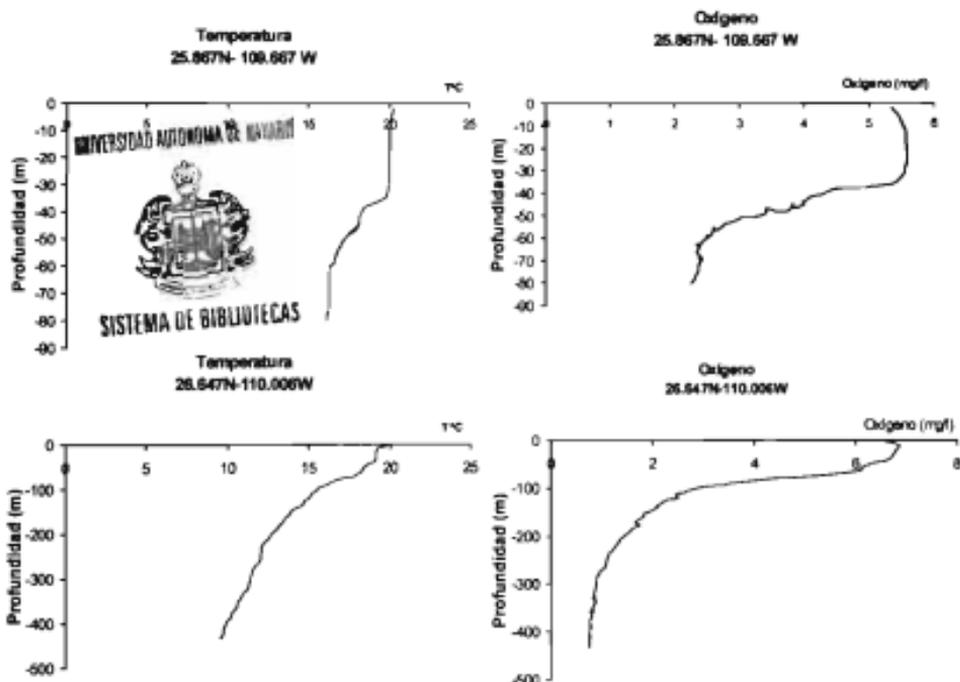


Figura 2.1 Perfiles de temperatura (°C) y Oxígeno disuelto (mg/l) durante el crucero de febrero del 2005. Profundidad en metros.

El oxígeno disuelto disminuyó rápidamente llegando a valores mínimos a los 200 metros de profundidad (Figura 2.1).

Se observó que la temperatura descendió lentamente y aproximadamente entre los 30 y 50 metros hubo una rápida caída de la temperatura, lo que corresponde a una termoclina superficial; y conforme aumenta la profundidad, la temperatura disminuye de manera acelerada, sin embargo no se llegó a temperaturas menores de cinco grados.

Los perfiles de oxígeno disuelto mostraron un comportamiento muy drástico para el lance uno, el cual fue somero, se observó que esta variable disminuyó rápidamente alcanzando valores de 2 mg/l a los 80 metros de profundidad, en contraste con el lance 2, el cual mostró un comportamiento más errático, teniendo el menor valor de oxígeno disuelto a los 250 metros, y por último el lance 29 que mostró claramente el comportamiento del perfil de esta variable, llegando a valores cercanos a cero a partir de los 400 m de profundidad.

Para el caso del crucero del mes de mayo (Figura 2.2), la temperatura se comportó diferente ya que en este caso la termoclina se observó más superficial y la zona de transición más amplia, posiblemente provocado por las altas temperaturas superficiales del mar.

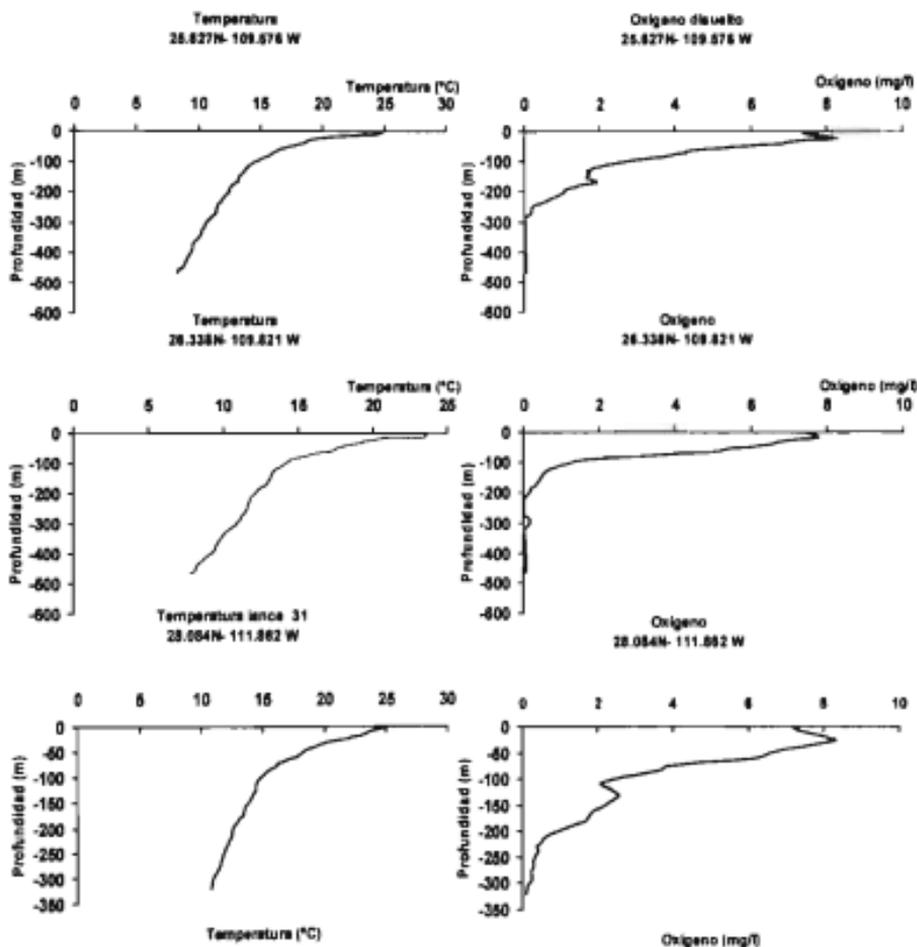


Figura 2.2 Perfiles de temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/l) durante el crucero de mayo del 2005.

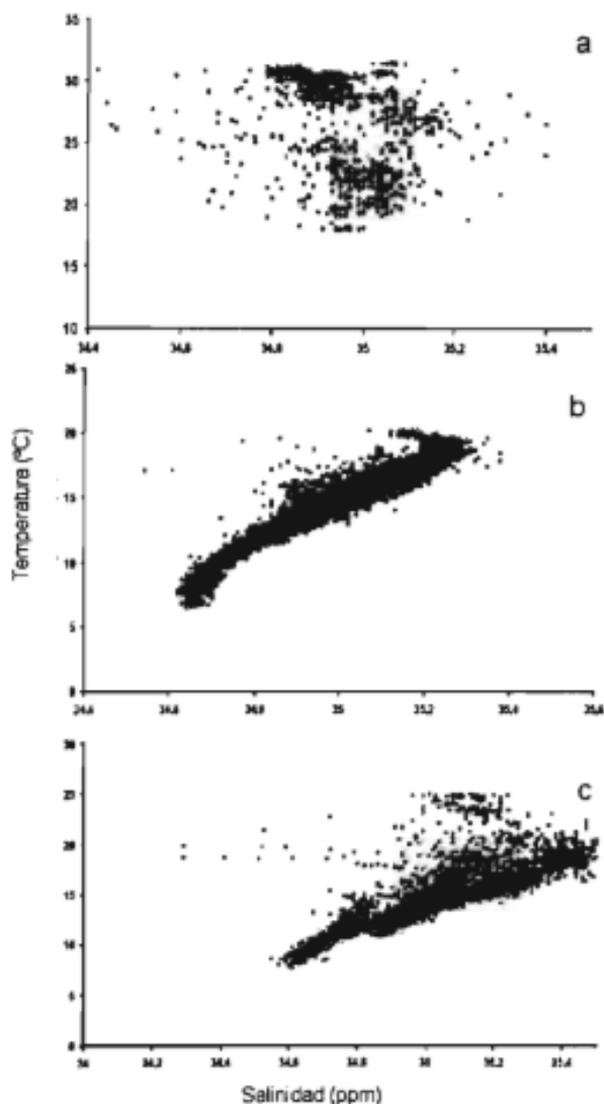


Figura 2.3 Diagramas Temperatura-Salinidad (T-S), a) septiembre, b) febrero y c) mayo en el Golfo de California.

Asimismo se elaboraron los diagramas de temperatura-salinidad (T-S), en donde se muestra que estas variables fluctuaron entre los valores propios de las masas de agua del Golfo de California y agua sub superficial subtropical (Figura 2.3), que corresponden a los rangos de profundidad propuestos por Lavin *et al.* (1997).

Según Lavin *et al.* (1997), las masas de agua que conforman la cuenca del Golfo de California presenta una clara estratificación que esta determinada por las variables ambientales de temperatura y salinidad, las cuales están distribuidas en diferentes rangos de profundidad.

La concentración de oxígeno disuelto varió desde los 8 ml/l en la superficie hasta casi 0.1 ml/l a partir de los 250 m de profundidad, se observó que en la región norte del GC, en donde se alcanzaron profundidades menores a 188 brazas (338 m), el valor mínimo fue de 2 ml/l, mientras que en la región central y sur del GC fue menor de 0.5 ml/l a partir de una profundidad de 250 m. Este fenómeno ha sido documentado anteriormente por Hendrickx (2001) al igual que Lluch-Cota *et al.* (2007), quienes coinciden en que la profundidad en donde se encuentra capa de oxígeno mínimo, esta entre los 300 y 800 m, profundidad que fue

el ámbito de este trabajo. Sin embargo, esta capa de oxígeno mínimo puede variar en profundidad, Silverberg *et al.* (2006) sostiene que en las cercanías de Bahía de la Paz se encuentra la capa de mínimo oxígeno (<0.3 ml/l) entre los 200 y 1000 m, mientras que en la Cuenca Alfonso la capa de mínimo oxígeno se encuentra entre los 180 a 380 m (Monreal-Gómez *et al.*, 2001), lo que limita la distribución de organismos, afirma.

La presencia de la capa de oxígeno mínimo es un factor que tiene efecto sobre la distribución de los organismos que habitan las profundidades del Golfo de California. La figura 2.4 muestra los perfiles de oxígeno disuelto a lo largo de la costa oriental del golfo, y es evidente que en la región norte no se presenta, probablemente porque no existe profundidad suficiente; mientras que en la región centro y sur es evidente.

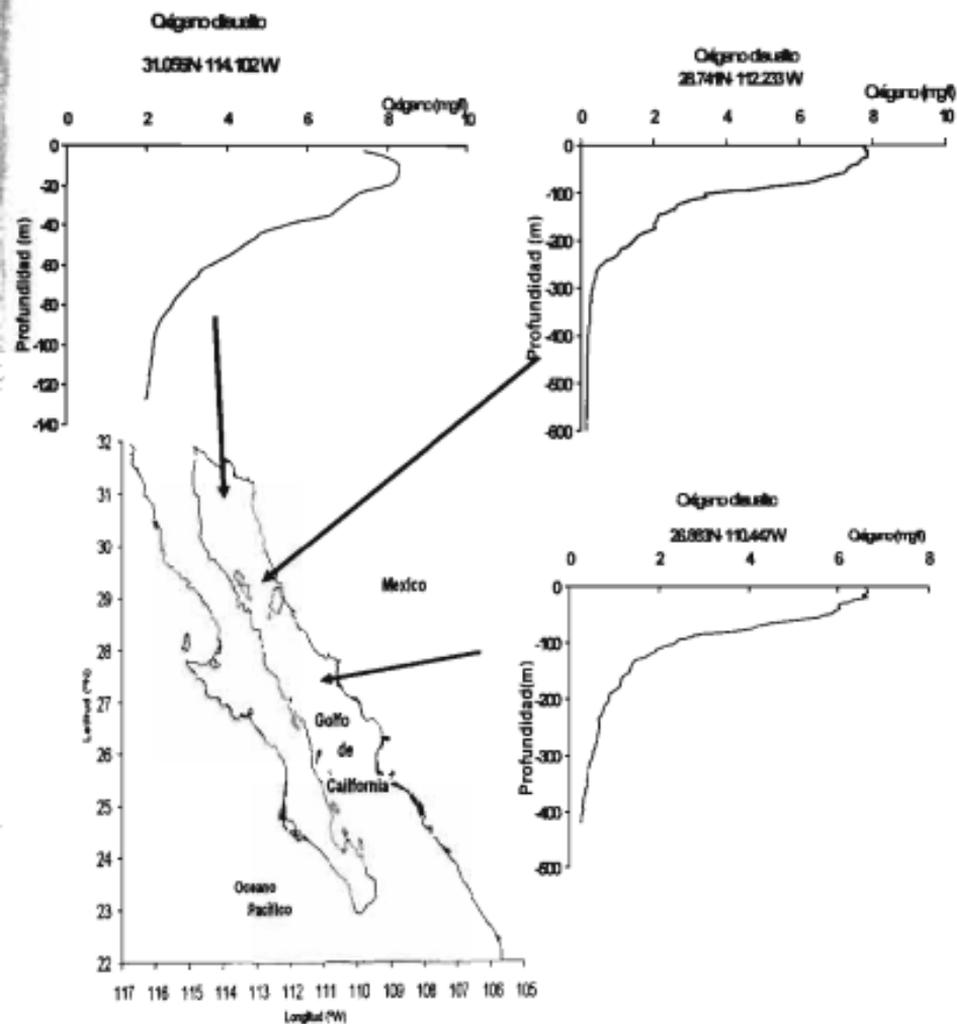


Figura 2.4 Perfiles de oxígeno disuelto por región del Golfo de California durante el mes de febrero y mayo del 2005.

### CAPITULO 3

#### ANÁLISIS DEL ELENCO SISTEMÁTICO DE LA FAUNA DE PECES ASOCIADA AL CAMARÓN DE PROFUNDIDAD.

El Golfo de California es un mar marginal con características especiales que le permiten tener una amplia gama de ecosistemas que dan como resultado una amplia variedad ecológica de fauna y flora marina, donde los peces resaltan ampliamente por su gran biodiversidad (Thomson *et al.*, 1979; 2000; Pérez-España *et al.*, 1996). Los estudios realizados en el Golfo son extensos (Chávez y Arvizu-Martínez 1972; Thomson y Mckibbin, 1978; Thomson *et al.*, 1979; Amezcua-Linares, 1985; Pérez-Mellado y Findley, 1985; Van Der Heiden, 1985; Rodríguez-Romero *et al.*, 1992; 1994; 1998; Balart, *et al.*, 1995; Pérez-España *et al.*, 1996; Madrid Vera *et al.* 2010), pero especialmente los listados sistemáticos han representado una herramienta necesaria y útil para la investigación de los ecosistemas (Rodríguez-Romero *et al.*, 1992; 1994; Abitia-Cárdenas *et al.*, 1994; De la Cruz-Agüero *et al.*, 1994; De la Cruz-Agüero *et al.*, 1996; Galván-Magaña *et al.*, 1996, 2000 Moncayo-Estrada, *et al.*, 2006; López Martínez *et al.*, 2010), ya que son el

punto de partida de cualquier estudio comparativo en dos períodos de tiempo.

La mayoría de los estudios ícticos efectuados en el Golfo de California han sido realizados para ecosistemas costeros, especialmente sistemas lagunares y estuarinos, apoyados principalmente de recolectas o de las capturas de la pesca comercial, quedando de lado los peces que no son accesibles a la pesca. Son escasos los trabajos de peces de profundidad aun en el ámbito internacional (Arana, 2002; De la Cruz-Agüero y Galvan-Magaña, 1992; Gutiérrez-García, 2004) y en particular en el Golfo de California existen los trabajos efectuado por Garman (1899), Goode y Bean (1895), Grey (1956), Brewer (1973), Castro-Aguirre (1991) y Castro-Aguirre y Balart (1996), donde se hace una revisión de los registros de peces de profundidades mayores de los 90 m.

El arreglo sistemático se realizó siguiendo los criterios de Nelson (2006). El arreglo de los géneros y sus respectivas especies se presentan en orden alfabético. Los nombres comunes fueron tomados de Robertson y Allen (2002), Nelson *et al.* (2004) y Love *et al.* (2005). Se presenta el nivel trófico, afinidad biogeográfica y las tallas máximas conocidas para las especies.

### ***Afinidad biogeográfica***

El análisis de afinidad zoogeográfica fue realizado de acuerdo con el esquema básico de Briggs (1974, 1995) y Walker (1960), con modificaciones de Boschi (2000), Galván *et al.* (2000), Hastings (2001), Robertson y Allen (2002), Robertson *et al.* (2004) y Horn *et al.* (2006) considerando las siguientes divisiones: PA: *Provincia Aleutiana* de Isla Nunivak en la Península de Alaska a Puget Sound en Washington, esta es una provincia de aguas templado-frías; PO: *Provincia Oregoniana* se extiende de Puget Sound a Punta Concepción en California, la porción sur es considerada una zona de transición entre esta provincia y la de San Diego; PS: *Provincia de San Diego* de Punta Concepción a Bahía Magdalena en el sur de Baja California, corresponde a aguas templado-cálidas; PC: *Provincia de Cortés* (sinus californiana) esta provincia incluye la parte sur de Bahía Magdalena, y el Golfo de California entero; PM: *Provincia Mexicana* la provincia incluye la costa de México desde Mazatlán, Sinaloa, hasta el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca; PP: *Provincia Panámica* se extiende hacia el sur desde El Salvador hasta alrededor de Cabo Blanco, en la parte norte del Perú; POT: Incluye especies de amplia distribución en el *Pacífico Oriental Tropical*, esta región incluye la costa oeste del continente

Americano entre 25° N en la parte sur de Bahía Magdalena, hasta los 5° S en Cabo Blanco parte norte de Perú; CT: *Circumtropicales* son las especies icticas de amplia distribución en los mares tropicales del mundo.

Durante los cruceros, se obtuvieron 9898 peces. En el crucero de septiembre del 2004 se registraron 33 especies, 47 especies en el crucero de febrero y 49 en el de mayo del 2006. La composición total está integrada por 2 clases, 15 órdenes, 35 familias, 53 géneros y 70 especies. El orden Perciformes es el más diverso con 13 familias, 19 géneros y 22 especies. Las familias mejor representadas en número de especies son: Paralicthyidae con 8, Serranidae con 6, Scorpaenidae y Triglidae con 5 especies cada una. Asimismo, se recolectaron cinco especies de camarón de profundidad, estas fueron: *Sicyonia mutator*, *S. ingentis*, *S. penicilata*, *Heterocarpus vicarius*, *Solenocera agassizii* y *Pandalus spp.*

De las 71 especies registradas, solo 14 presentaron las mayores abundancias (Tabla III.2), destacando por su abundancia relativa y persistencia en los tres cruceros, *Argentina sialis*, *Caelorinchus scaphopsis* y *Chaerublemma emmelas*, que además presentaron

dos temporadas de abundancia altas (Tabla III.2). El número de especies varió dependiendo de la temporada climática, 33 en septiembre, 47 en febrero y 49 en mayo. Cabe resaltar que en donde se detectó mayor variación en el número de especies, con tendencias mas bajas, fue en el periodo cálido de septiembre, comportamiento contrario a lo registrado en otras regiones demersales de México, como la costa occidental de Baja California, que se distingue por un mayor predominio de afinidad tropical en el Golfo de California (Figura 3.1) (Rodriguez-Romero *et al.* en prensa).

Si bien las la captura de camarón no es el ámbito de este trabajo, es importante destacar que la relación camarón: FAC que se obtuvo vario ampliamente. Los valores fueron desde un proporción promedio de 1:150 para el mes de mayo de 2005, hasta 1:339 en el mes de febrero del mismo año; cantidades que son esperadas en un estudio exploratorio (Arana y Ahumada, 2006).

**TABLA III1. Composición de peces demersales de profundidad del Golfo de California.**

**A:** Nombre Común, **B:** Nivel trófico, **C:** Provincias y regiones biogeográficas (**PA:** Provincia Aleutiana, **PO:** Provincia Oregoniana, **PS:** Provincia de San Diego, **PC:** Provincia de Cortés, **PM:** Provincia Mexicana, **PP:** Provincia Panámica, **PPCH:** Provincia Peruano-Chilena, **POT:** Pacífico Oriental Tropical, **CT:** Especies Circumtropicales, **T:** Especies Transpacíficas, **AN:** Especies Anfiamericanas, **D:** Talla máxima en centímetros, **E:** crucero de septiembre de 2004, **F:** crucero de febrero de 2005 y **G:** crucero de mayo de 2005.

ESPECIE	A	B	C	D	E	F	G
<b>PHYLUM CHORDATA</b>							
<b>CLASE CHONDRICHTHYES</b>							
<b>ORDEN CHIMAERIFORMES</b>							
<b>FAMILIA CHIMAERIDAE</b>							
<i>Hydrolagus colliei</i> (Lay y Bennett, 1839)	Quimera manchada	3.7	PA-PC	97			1
<b>SUBCLASE ELASMOBRANCHII</b>							
<b>SUBDIVISION SELACHII</b>							
<b>ORDEN CARCHARINIFORMES</b>							
<b>FAMILIA SCYLIORHINIDAE</b>							
<i>Apristurus nasutus</i> de Buen, 1959	Tiburón narizón	3.9		70			1
<i>Galeus piperatus</i> Springer y Wagner, 1966	Gato pimienta	3.6	PC	30		1	1

ESPECIE	A	B	C	D	E	F	G
<b>FAMILIA TRIAKIDAE</b>							
<i>Mustelus californicus</i> Gill, 1864	Cazón mamón	3.5	PO-PC	163			1
<i>Mustelus henlei</i> (Gill, 1863)	Cazón hilacho	3.6	POT	100		1	1
<b>SUBDIVISION BATOIDEA</b>							
<b>ORDEN RAJIFORMES</b>							
<b>FAMILIA RAJIDAE</b>							
<i>Raja inornata</i> Jordan y Gilbert, 1881	Raya de California	3.7	PA-PC	76	1	1	1
<i>Raja veléis</i> Chirichigno, 1973	Raya chillona	3.6	POT	83	1	1	1
<b>ORDEN MYLIOBATIFORMES</b>							
<b>FAMILIA UROLOPHIDAE</b>							
<i>Urotrygon rogersi</i> (Jordan y Starks, 1895)	Raya redonda	3.87	POT	46	1		

ESPECIE	A	B	C	D	E	F	G
<b>CLASE ACTINOPTERYGII</b>							
<b>SUBCLASE NEOPTERYGII</b>							
<b>DIVISION TELEOSTEI</b>							
<b>ORDEN ANGUILLIFORMES</b>							
<b>SUBORDEN CONGROIDEI</b>							
<b>FAMILIA MURAENESOCIDAE</b>							
<i>Cynoponticus coniceps</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	Congrio espantoso	4	POT	202			1
<b>FAMILIA CONGRIDAE</b>							
<i>Bathycongrus macrurus</i> (Gilbert, 1891)	Congrio de cabeza corta	3.7	POT	25		1	
<b>ORDEN ARGENTINIFORMES</b>							
<b>SUBORDEN ARGENTINOIDEI</b>							
<b>FAMILIA ARGENTINIDAE</b>							
<i>Argentina sialis</i> Gilbert, 1890	Argentina Pacífico	del 3.1	PO-PC	22	1	1	1
<b>ORDEN AULOPIFORMES</b>							

ESPECIE	A	B	C	D	E	F	G
<b>SUBORDEN SYNODONTOIDEI</b>							
<b>FAMILIA SYNODONTIDAE</b>							
<i>Synodus scituliceps</i> Jordan y Gilbert, 1882	Chile arpón	4.5	PS-PPCH	64	1	1	1
<b>ORDEN GADIFORMES</b>							
<b>FAMILIA MACROURIDAE</b>							
<i>Caelorinchus scaphopsis</i> (Gilbert, 1890)	Granadero carepala	3.2	PO-PC	34	1	1	1
<b>FAMILIA MORIDAE</b>							
<i>Laemonema verecundum</i> (Jordan y Cramer, 1897)		3.3	PC	70	1	1	1
<i>Physiculus nematopus</i> Gilbert, 1890	Carbonero de fango	3.4	PS-PP	29	1	1	1
<i>Physiculus talarae</i> Hildebrand y Barton, 1949	Carbonero peruano	3.7	PS-PP	25		1	1

ESPECIE	A	B	C	D	E	F	G
<b>FAMILIA MERLUCCIIDAE</b>							
<i>Merluccius angustimanus</i> Garman, 1899	Merluza panameña	4	PS-PP	40	1	1	1
<i>Merluccius productus</i> (Ayres, 1855)	Merluza norteña	3.6	PA-PM	91.5	1	1	1
<b>ORDEN OPHIDIIFORMES</b>							
<b>SUBORDEN OPHIDIOIDEI</b>							
<b>FAMILIA OPHIDIIDAE</b>							
<i>Cherublemma emmelas</i> (Gilbert, 1890)	Brotula negra	3.6	PC-PPCH	29	1	1	1
<i>Lepophidium microlepis</i> (Gilbert, 1890)	Congriperla plateada	3.6	PC, PP	26			1
<i>Lepophidium negropinna</i> Hildebrand y Barton, 1949	Congriperla pinta	3.7	PS-PP	52			1
<i>Lepophidium prorates</i> (Jordan y Bollman, 1890)	Congriperla cornuda	3.6	PS-PP	32	1	1	1
<b>ORDEN BATRACHOIDIFORMES</b>							
<b>FAMILIA BATRACHOIDIDAE</b>							
<i>Porichthys analis</i> Hubbs y Schultz, 1939	Sapo de luto	4.1	PC-PM	30	1	1	1
<b>ORDEN LOPHIIFORMES</b>							
<b>SUBORDEN LOPHIOIDEI</b>							

ESPECIE	A	B	C	D	E	F	G
<b>FAMILIA LOPHIIDAE</b>							
<i>Lophiodes caularis</i> (Garman, 1899)	Rape	rabo	4.5	PS-PPCH	40		1
	manchado						
<i>Lophiodes spilurus</i> (Garman, 1899)	Rape de hebra		4	PO-PP	36	1	1
<b>SUBORDEN LOPHIOIDEI</b>							
<b>FAMILIA LOPHIIDAE</b>							
<i>Antennarius avalonis</i> Jordan y Starks, 1907	Ranisapo antelado		4	PS-PPCH	36	1	1
<b>SUBORDEN OGCOCEPHALIOIDEI</b>							
<b>FAMILIA OGCOCEPHALIDAE</b>							
<i>Zalieutes elater</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	Murciélago		4	PO-PP	16.5	1	1
<b>ORDEN SCORPAENIFORMES</b>							
<b>SUBORDEN SCORPAENOIDEI</b>							
<b>FAMILIA SCORPAENIDAE</b>							
<i>Pontinus furcirhinus</i> Garman, 1899	Lapón rojo		3.8	POT	25	1	1
<i>Scorpaena guttata</i> Girard, 1854	Escorpión		3.8	PO-PC	47		1
	californiano						

<b>ESPECIE</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<i>Sebastes sinensis</i> (Gilbert, 1890)	Rocote boquinegra	3.5	PC	15			1
<i>Sebastes spinorbis</i> Chen, 1975	Rocote ojo espinoso	3.5			1	1	
<i>Sebastolobus altivelis</i> Gilbert, 1896	Chancharro espinoso	3.4	PA-PC	39	1		
<b>SUBORDEN PLATYCEPHALOIDEI</b>							
<b>FAMILIA TRIGLIDAE</b>							
<i>Bellator gymnostethus</i> (Gilbert, 1892)	Vaca enana	3.4	PS-PPCH	15	1		1
<i>Bellator xenisma</i> (Jordan y Bollman, 1890)	Vaca doble hocico	3.3	PS-PP	13			1
<i>Prionotus albirostris</i> Jordan y Bollman, 1890	Vaca cariblanca	3.7	PS-PP	22			1
<i>Prionotus ruscarius</i> Gilbert y Starks, 1904	Vaca rasposa	3.5	PC-PPCH	34		1	
<i>Prionotus stephanophrys</i> Lockington, 1881	Vaca voladora	3.5	PO-PPCH	43	1		1
<b>ORDEN PERCIFORMES</b>							
<b>SUBORDEN PERCOIDEI</b>							
<b>FAMILIA SERRANIDAE</b>							
<i>Diplectrum spp</i>		4	PP	20	1	1	

<b>ESPECIE</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<i>Hemanthias peruanus</i> (Steindachner, 1875)	Cabrilla doblecola	3.4	PS-PPCH	45			1
<i>Hemanthias signifer</i> (Garman, 1899)	Cabrilla doncella	3.2	PS-PP	42			1
<i>Paralabrax auroguttatus</i> Walford, 1936	Cabrilla extranjera	4.2	PS-PM	71		1	1
<i>Pronotogrammus eos</i> Gilbert, 1890	Serrano ojón	3.5	POT	21	1	1	
<i>Serranus huascarii</i> Steindachner, 1900	Serrano bandera	3.6	POT	20		1	
<b>FAMILIA PRIACANTHIDAE</b>							
<i>Pristigenys serrula</i> (Gilbert, 1891)	Catalufa semáforo	4	PO-PPCH	33			1
<b>FAMILIA MALACANTHIDAE</b>							
<i>Caulolatilus affinis</i> Gill, 1865	Conejo	3.8	PS-PPCH	50	1	1	1
<b>FAMILIA CARANGIDAE</b>							
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	Charrito ojón	4.1	CT	30		1	
<b>FAMILIA LUTJANIDAE</b>							
<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)	Pargo lunarejo	4	PC-PPCH	80			1

ESPECIE	A	B	C	D	E	F	G
<b>FAMILIA HAEMULIDAE</b>							
<i>Haemulopsis axillaris</i> (Steindachner, 1869)	Ronco callana	3.4	POT	30		1	
<i>Haemulopsis leuciscus</i> (Günther, 1864)	Ronco ruco	3.5	PS-PP	37		1	
<b>FAMILIA SCIAENIDAE</b>							
<i>Cynoscion phoxocephalus</i> Jordan y Gilbert, 1882	Corvina picuda	3.8	POT	60			1
<i>Cynoscion reticulatus</i> (Günther, 1864)	Corvina rayada	3.9	POT	90	1	1	
<i>Isopisthus remifer</i> Jordan y Gilbert, 1882	Corvina ojona	4.2	POT	35		1	
<i>Micropogonias megalops</i> (Gilbert, 1890)	Chano norteño	3.3	PC	40		1	
<b>FAMILIA MULLIDAE</b>							
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i> (Gill, 1863)	Chivo escamudo	3.5	PS-PPCH	30			1
<b>SUBORDEN LABROIDEI</b>							
<b>FAMILIA EMBIOTOCIDAE</b>							
<i>Zalemnius rosaceus</i> (Jordan y Gilbert, 1880)	Mojarra rosada	3.3	PO-PS	20		1	1
<b>SUBORDEN TRACHINOIDEI</b>							

ESPECIE	A	B	C	D	E	F	G
<b>FAMILIA URANOSCOPIDAE</b>							
<i>Kathetostoma averruncus</i> Jordan y Bollman, 1890	Miracielo bulldog	4.5	PO-PP	32		1	
<b>SUBORDEN CALLIONYMOIDEI</b>							
<b>FAMILIA CALLIONYMIDAE</b>							
<i>Synchiropus atrilabiatu</i> s (Garman, 1899)	Dragoncillo de asta	3.5	PS-PP	12	1		
<b>SUBORDEN SCOMBROIDEI</b>							
<b>FAMILIA TRICHIURIDAE</b>							
<i>Lepidopus fitchi</i> Rosenblatt y Wilson, 1987	Pez cinto	4.1	PO-PP	210			1
<i>Trichiurus nitens</i> Garman, 1899	Sable del Pacífico	4.4	CT	234		1	1
<b>SUBORDEN STROMATEOIDEI</b>							
<b>FAMILIA STROMATEIDAE</b>							
<i>Peprilus snyderi</i> Gilbert y Starks, 1904	Palometa salema	4.1	PS-PP	39	1		1
<b>ORDEN PLEURONECTIFORMES</b>							
<b>SUBORDEN PLEURONECTOIDEI</b>							

ESPECIE	A	B	C	D	E	F	G
<b>FAMILIA PARALICHTHYIDAE</b>							
<i>Citharichthys fragilis</i> Gilbert, 1890	Lenguado flaco	3.5	PO-PC	22			1
<i>Citharichthys gordae</i> Beebe y Tee-Van, 1938	Lenguado escondido	3.4	PC	14		1	
<i>Etropus peruvianus</i> Hildebrand, 1946	Lenguado zapatilla	3.3	POT	10	1	1	1
<i>Hippoglossina bollmani</i> Gilbert, 1890	Lenguado pintado	3.7	PS-PP	20	1		1
<i>Hippoglossina stomata</i> Eigenmann y Eigenmann, 1890	Lenguado bocón	3.7	PO-PC	40			1
<i>Hippoglossina tetrophthalmia</i> (Gilbert, 1890)	Lenguado cuatrojos	3.6	PS-PPCH	40		1	1
<i>Paralichthys woolmani</i> Jordan y Williams, 1897	Lenguado huarache	4.5	PS-PPCH	80		1	1
<i>Syacium ovale</i> (Günther, 1864)	Lenguado ovalado	4	POT	25			1
<b>FAMILIA PLEURONECTIDAE</b>							
<i>Pleuronichthys verticalis</i> Jordan y Gilbert, 1880	Platija cornuda	3.1	PO-PC	37	1	1	1
<b>FAMILIA CYNOGLOSSIDAE</b>							
<i>Symphurus leei</i> Jordan y Bollman, 1890	Lengua colinegra	3.3	PM-PP	15	1	1	1

Tabla III.2. Listado de especies relevantes según la abundancia relativa por crucero biológico.

Especie	Abundancia Relativa		
	Septiembre	Febrero	Mayo
<i>*Etropus peruvianus</i>	0.18		
<i>Argentina sialis</i>	0.12		0.11
<i>Pronotogrammus eos</i>	0.11		
<i>Microlephidium verecundum</i>	0.11		
<i>*Caelorinchus scaphopsis</i>	0.08		0.17
<i>Physiculus nematopus</i>	0.06		
<i>Pleuronichthys verticalis</i>	0.05		
<i>Porichthys analis</i>		0.05	
<i>*Sebastes spinorbis</i>		0.14	
<i>Cherublemma emmelas</i>		0.08	0.12
<i>Merluccius productus</i>		0.08	0.09
<i>Lepophidium prorates</i>		0.06	0.06
<i>Selar crumenophthalmus</i>		0.05	
<i>Citharichthys fragilis</i>			0.16

Las especies propias de áreas profundas capturadas en este estudio son la quimera manchada *Hydrolagus coliei*, el pejegato marrón *Apristurus nasutus* (este registro representa el aumento de ámbito de distribución latitudinal dentro del Golfo de California), el pejegato pimienta *Galeus piperatus*, el congrio de cabeza corta *Bathycongrus macrurus*, el morido cabeza grande *Laemonema verecundum*, el carbonero de fango *Physiculus nematopus*, el carbonero peruano *Physiculus taiarae*, el rocote boquinegra *Sebastes sinensis*, el rocote ojo espinoso *Sebastes spinorbis*, y el chancharro espinoso

*Sebastolobus altivelis*, el resto de la comunidad forman parte de las especies capturadas habitualmente por los barcos camaroneros.

La mayoría de los peces demersales son especies euritérmicas de amplia distribución en el Pacífico Oriental Tropical (Rodríguez-Romero *et al.*, 2009). Las especies endémicas del golfo de California registradas son el rocote ojo espinoso *Sebastes spinorbis*, el pejegato pimienta *Galeus piperatus*, el rocote boquinegra *Sebastes sinensis*, el chano norteño *Micropogonias megalops*, y el lenguado escondido *Citharichthys gordae*.

A pesar del dominio de especies con amplia distribución en la región (POT), se presentaron un total de 8 divisiones zoogeográficas (Figura 3.1) que marcan un cambio importante en la asociación, frecuencia y ausencia de las especies de sur a norte (Tabla 1). Al norte sobresalieron especies de afinidad templada, mientras que en el sur predominaron especies típicas del Pacífico Oriental Tropical POT como la vaca angelita (*Bellator loxias*), el sapo de luto (*Porichthys analis*), el lenguado zapatilla (*Etropus peruvianus*), la corvina picuda *Cynoscion phoxocephalus* y otras (Tabla1). Aspectos similares en estas tendencias fueron documentados por Horn *et al.* (2006) y Rodríguez Romero *et al.* (2009). De las especies encontradas 17 fueron permanentes y el resto presentaron cambios estacionales, resaltando por su abundancia la Argentina del Pacífico (*Argentina*

*sialis*), el morido cabeza grande (*Laemonema verecundum*), la brotula negra (*Cherublemma emmelas*), el Congriperla cornuda (*Lepophidium proratees*) y la merluza (*Merluccius productus*).

El traslape biogeográfico de la fauna es un reflejo de la posición geográfica del Golfo de California en los límites de distribución de los elementos en donde se manifiestan especies de afinidades templadas, tropicales y de transición templado-cálido, las divisiones que caracterizan al Golfo de California (norte , centro y región sur) y los eventos de corrientes, mareas, turbulencias, surgencias y remolinos que se desarrollan en ella, crean una vigorosa circulación, esta circulación interactúa con la profundidad variable para crear un espectro de energía cinética con periodos bien definidos (López-Martínez *et al.*, 2000), creando eventos de alto dinamismo de la fauna y flora marina, donde los peces aprovechan diversos recursos o eventos para establecerse en zonas de alta productividad biológica, desde zonas someras a áreas profundas (Rodríguez Romero *et al.*, 1998).

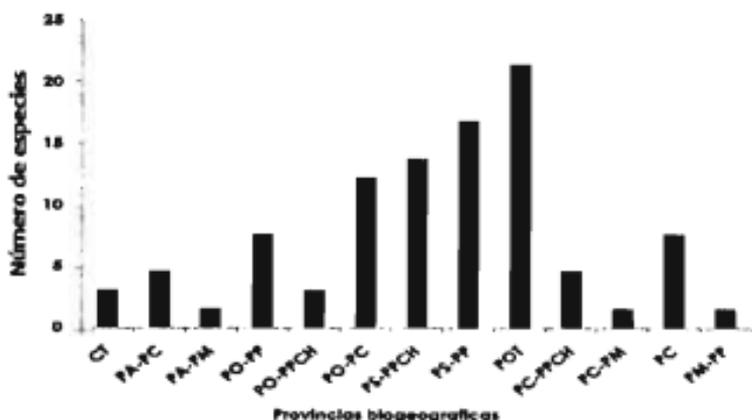


Figura. 3.1 Afinidad ictiogeográfica (PA: Provincia Aleutiana, PO: Provincia Oregoniana, PS: Provincia de San Diego, PC: Provincia de Cortés, PM: Provincia Mexicana, PP: Provincia Panámica, PPCH: Provincia Peruano-Chilena, POT: Pacífico Oriental Tropical, CT: Especies Circumtropicales).

Los estatus taxonómicos en peces con un enfoque de composición, ubicación, caracterización y zoogeografía son fundamentales para cualquier tema de biodiversidad y manejo pesquero. Este estudio brinda una aportación evidente al conocimiento de la fauna íctica demersal de zonas profundas (90 a 540 metros) registrada en tres periodos climáticos en la región oriental del Golfo de California, que se captura como fauna acompañante del camarón que habita en las profundidades de 90-540 m.

## CAPITULO 4

### DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA FAUNA DE PECES DE PROFUNDIDAD

#### *Análisis espacio-temporal de las comunidades.*

Se utilizó la información de especies y abundancias en relación con su ubicación geográfica y profundidad, para definir agrupaciones de peces de acuerdo a las características de presencia ausencia y nivel de abundancia relativa.

Se elaboró una clasificación de las diferentes comunidades a través de índices de similitud para observar diferencias en la distribución de las especies dentro de las comunidades de acuerdo a su localización y/o sus características ambientales, para lo que se aplicó un análisis de agrupamiento (Pielou, 1977; Krebs, 1985), utilizando los índices de similitud de Chord distance y el índice de Sorensen para agrupamiento cuantitativo y cualitativo respectivamente, mediante el algoritmo del vecino más cercano (single linkage) el cual es de tipo aglomerativo.

Posteriormente, se aplicó un análisis de componentes principales (CPs) de los parámetros ambientales registrados durante los cruceros (profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto), así como la abundancia relativa de cada una de las especies; el cual fue

arreglado en forma de matriz; el análisis de componentes principales permite detectar aquellas variables que aportan mayor peso estadístico. Asimismo, el análisis permitirá formar agrupaciones de variables y especies, permitiendo establecer relaciones de la fauna encontrada con las variables ambientales registradas.

### ***Distribución espacial de las principales especies.***

Los estudios de distribución son la base para establecer la afinidad zoogeográfica; y determinar las afinidades geoclimáticas de los grupos faunísticos del mundo, como lo muestra Briggs (1974, 1995) y Walker (1960), Boschi (2000), Galván *et al.* (2000), Hastings (2000), Robertson y Allen (2002), Robertson *et al.* (2004) y Horn *et al.* (2006). Para establecer los rangos de distribución se tomo como base aquellas especies más importantes tanto en su abundancia como en el índice de valor biológico, las que se establecen en los siguientes esquemas de distribución (Figura 4.1).

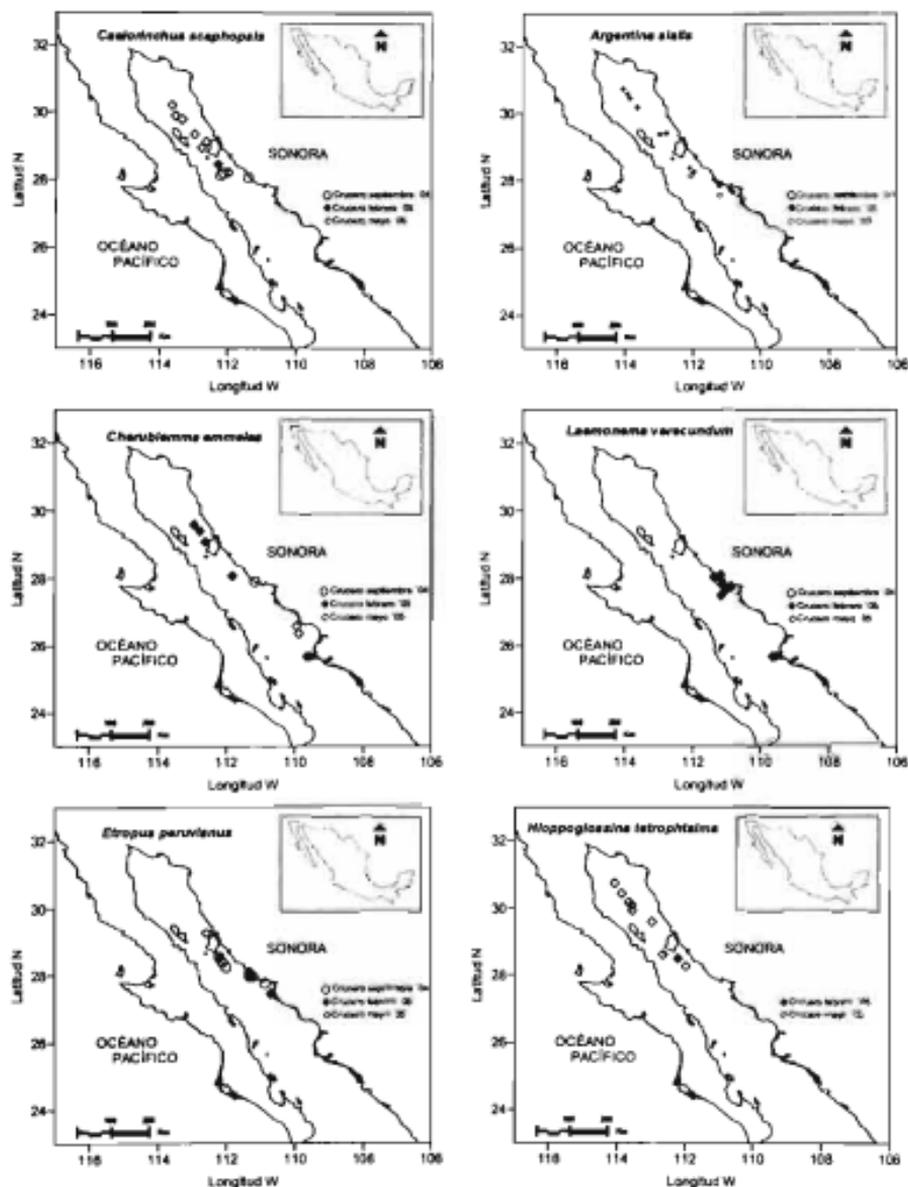


Figura 4.1 Diagramas de presencia de las especie de mayor Índice de Valor Biológico (IVB) encontradas en los cruceros realizados.

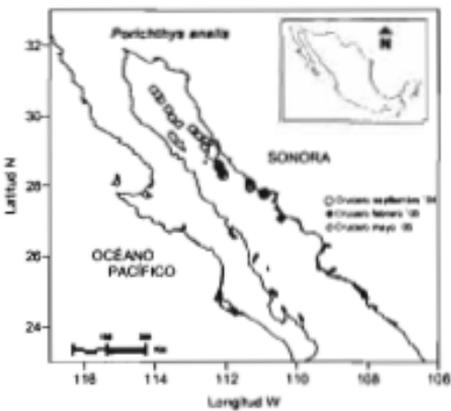
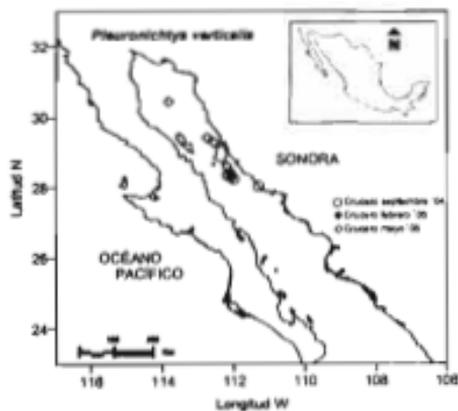
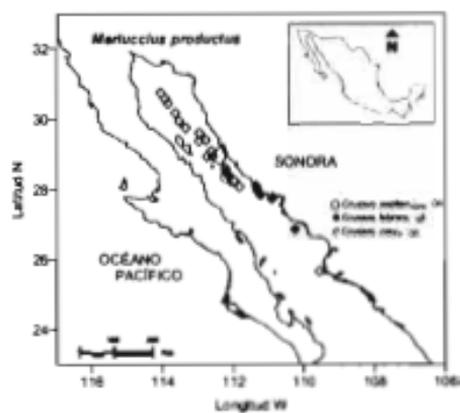
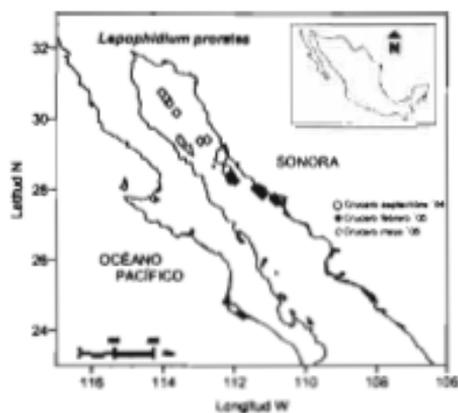


Figura 4.1 Diagramas de presencia de las especie de mayor Índice de Valor Biológico (IVB) encontradas en los cruceros realizados. (Continuación).

### **Análisis de agrupamiento**

Se realizaron los agrupamientos con las matrices de similitud. Esto con el fin de observar como se presentan las diferencias producidas por la abundancia.

Primeramente para el estrato de 90-180 metros de profundidad se observa la conformación de tres grupos a un valor de 0.8 de similitud, tanto para la presencia ausencia (índice de Sorensen) como para la matriz de abundancia numérica (chord distance). Se observa que los agrupamientos efectuados con la abundancia numérica son más complejos, lo que muestra que estas agrupaciones se dan debido a la importancia en abundancia que cada grupo representa (Fig. 4.2b).

Las especies que conforman las agrupaciones representan las posibles asociaciones biológicas como depredación y competencia, en este caso especies depredadoras como *Cynoscion reticulatus* y *Diplectrum pacificum* conforman un solo grupo, asociado a otro con especies de pequeño tamaño consumidores secundarios como *Pronotogrammus eos*, *Bellator gymnosteus* y *Etropus perivianus*. De esta manera se conforman grupos por asociaciones de tipo alimentario, en las cuales es posible establecer relaciones tróficas de primer y segundo nivel.

Para el estrato de 180-270 metros de profundidad encontramos que al mismo nivel de similitud de 0.8, se forman tres grupos tanto para

matriz de presencia ausencia como la de abundancia numérica (Fig. 4.3a y 4.3b). Dos grupos están formados por tres especies mientras que el tercero por 9 especies, lo que sugiere que estos grupos de especies pueden tener un recurso en común, el cual los agrupa.

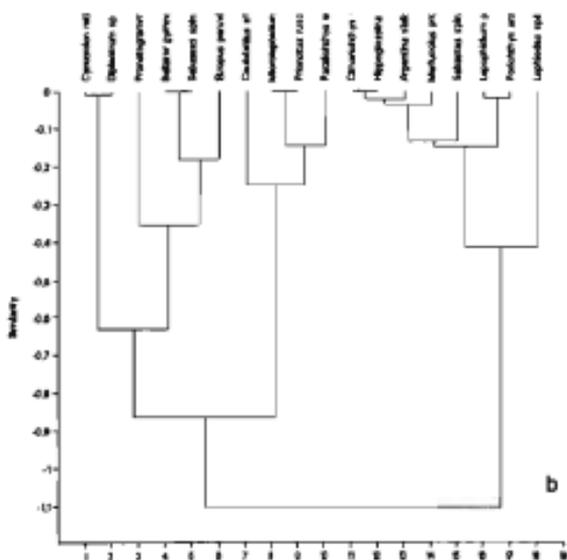
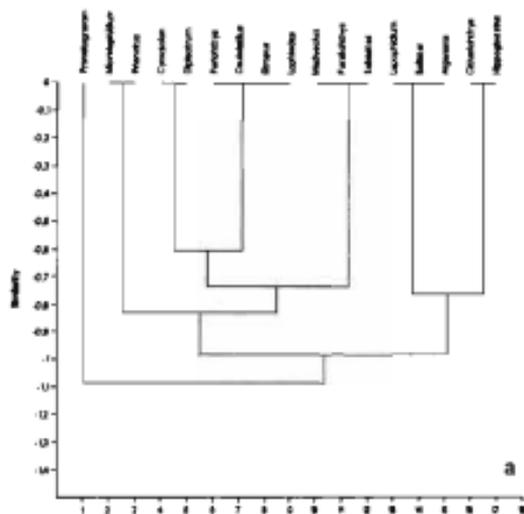


Figura 4.2 Agrupamiento para presencia-ausencia(a) y agrupamiento numérico (b) para el estrato 90-180 metros. Algoritmo para agrupado Índice de similitud de Sorensen y de chord distance.

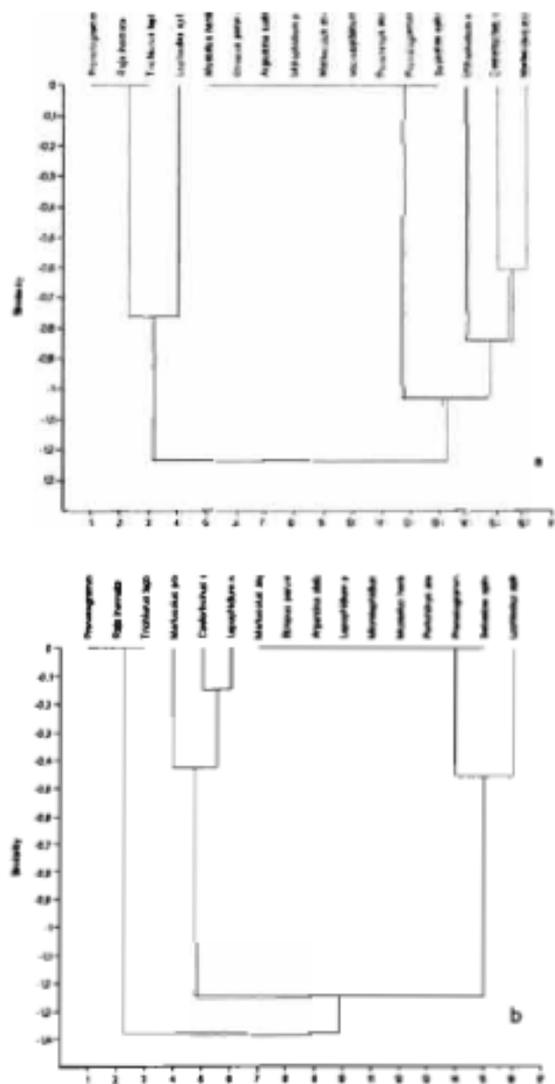


Figura 4.3. Agrupamiento para presencia-ausencia(a) y agrupamiento numérico (b) para el estrato 180-270 metros. Algoritmo para agrupado e índice de similitud chord.

Para los estratos de 360-450 y 450-540 metros se encuentra la particularidad del escaso número de especies que son representativas de estas profundidades, esto es, hay una disminución de la riqueza de especies. Para el primer estrato mencionado solo se tienen 7 especies importantes, las cuales forman cuatro grupos, para la matriz presencia ausencia y tres para la de abundancia numérica. Para el estrato de 450-540 metros solo se forman dos grupos iguales para los dos tipos de matrices. Lo que resulta relevante es que estas agrupaciones están formadas por especies netamente depredadoras como *Merluccius productus*, *Lophiodes spirulus*, *Sebastes spinorbis*, y especies de tamaño pequeño que son detritívoros como *Caelorinchus scaphopsis*, *Microlephidium verecundum*, *Cherublemma emmelas* como especies principales de estos estratos. Se encontró que las agrupaciones se hacen más sencillas conforme aumenta la profundidad.

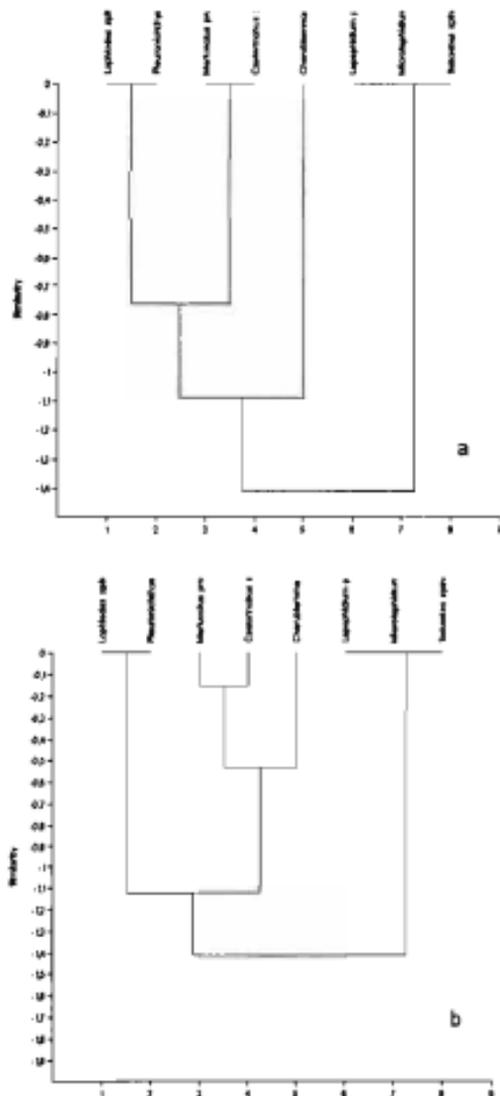


Figura 4.4. Agrupamiento para presencia-ausencia(a) y agrupamiento numérico (b) para el estrato 270- 360 metros.

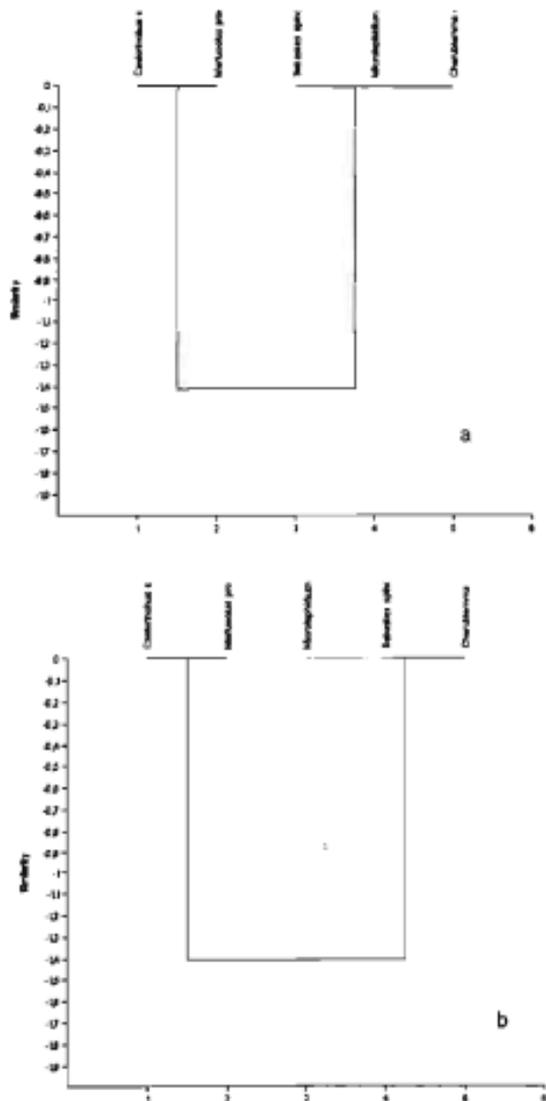


Figura 4.5. Agrupamiento para presencia-ausencia(a) y agrupamiento numérico (b) para el estrato 450- 540 metros. Algoritmo para agrupado e índice de similitud chord.

### **Componentes principales**

De los resultados anteriores se desprende la Tabla IV.1 que muestra los perfiles tanto de especies encontradas por estrato como las variables ambientales.

El análisis de correlación lineal entre el número de especies y oxígeno disuelto dio una correlación positiva de  $r^2=0.91$ , mientras que para la temperatura dio de  $r^2=0.98$ . Lo que muestra que estos parámetros son de gran importancia como limitantes en el número de especies referentes a este estudio.

**Tabla IV.1. Relación de número de especies por estrato de profundidad.**

ESTRATO (m)	Número de especies	Oxígeno disuelto	Temperatura
90-180 (1)	47	6.5 ± 0.17	14 ± 0.5
180-270 (2)	37	2.5 ± 0.39	13 ± 0.5
270-360 (3)	21	1 ± 0.01	11 ± 0.39
360-450 (4)	0	0.5 ± 0.001	9 ± 0.02
450-540 (5)	5	0.1 ± 0.003	7.5 ± 0.002

El análisis de componentes principales aplicado a estos datos mostró que el estrato de 90-180 metros (COMO ESTRATO 1), se diferencia completamente de los demás estratos debido a que en dicho estrato

encontramos valores altos para cada parámetro y una riqueza específica alta (Fig. 4.6). Este resultado sugiere la presencia de una comunidad demersal marcadamente diferente, misma que esta influenciada por una mayor riqueza específica y por las características ambientales. Este fenómeno es documentado por Powell *et al.* (2003), quienes mencionan la existencia de un ecotono entre la plataforma continental y el talud continental, el cual esta influenciado por las características ambientales. Este ecotono, en este caso se presentó entre los 180 y 270 m de profundidad.

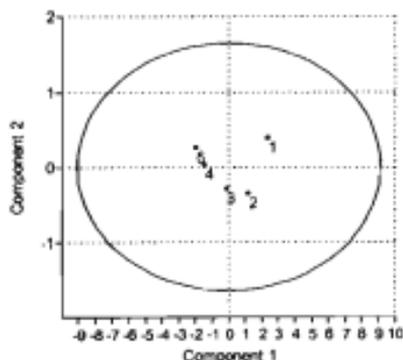


Figura 4.6 Componentes principales 1 y 2 para la matriz de estratos de profundidad, oxígeno y temperatura.

Igualmente para el número de especies, oxígeno disuelto y temperatura se observa que los tres parámetros se encuentran separados a la misma distancia cada uno de ellos (Fig. 4.7).

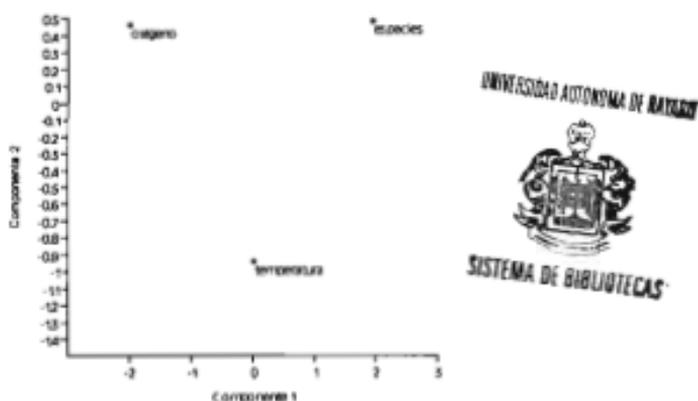


Figura 4.7. Componentes principales para la matriz de número de especies por estratos de profundidad contra oxígeno y temperatura.

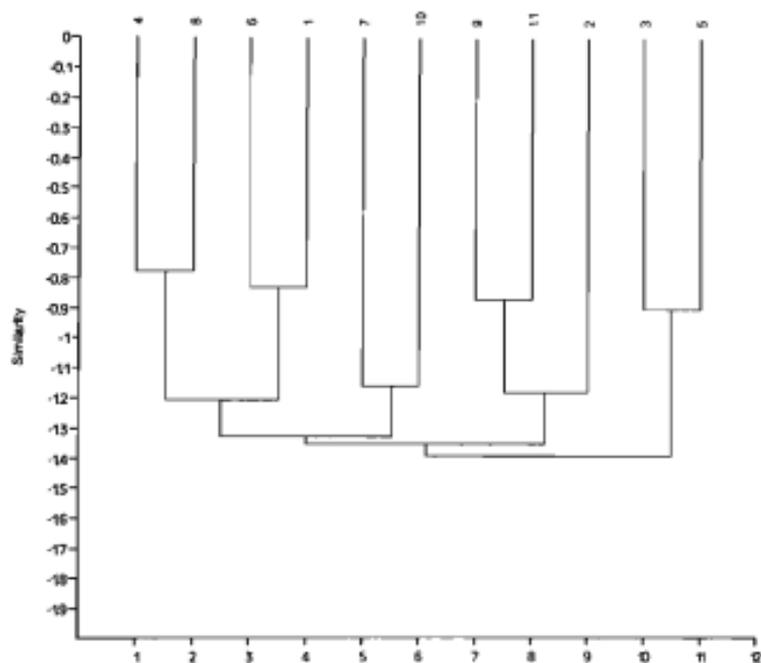
Tabla IV.2 Valor score para los CP.

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Especies	1.961	0.48223	-3.0531E-16
Oxígeno	-1.9917	0.46028	-2.7756E-16
Temperatura	0.030681	-0.94251	6.1062E-16

Según los valores score las especies aportan la mayor variabilidad (el mayor valor). Los estratos de 90-180 y 180-270 metros de

profundidad, además de presentar el mayor número de especies, presentaron solamente especies de distribución costera (tanto de la plataforma continental, como del talud continental) (Powell *et al.*, 2003). La disminución en el número de especies conforme aumento la profundidad, se puede explicar por el hecho de que las condiciones ambientales cambian drásticamente a mayor profundidad (disminución de la temperatura y de la concentración de oxígeno disuelto), haciendo el ambiente más difícil para sostener la vida y por lo tanto solo se presentaron especies capaces de soportar las condiciones frías y casi anóxicas y se sabe que en el Golfo de California existe una capa de agua con concentración baja de oxígeno (0.2-0.6 ml/l), denominada "zona de mínimo oxígeno", misma que afecta la distribución y abundancia de los organismos (Richards, 1957; Hendrickx, 2001; Lluch-Cota *et al.*, 2007).

En cuanto a la conformación latitudinal de las especies colectadas, se realizó un análisis de cluster para cada crucero con el fin de identificar las diferencias en las estaciones de los lances de acuerdo a su composición y abundancia. Para el crucero de septiembre del 2004 (Fig. 4.8), se muestra la conformación de al menos cuatro grupos, con valores altos de similitud, lo que indica que estas estaciones conforman un solo bloque o región según las especies y las abundancias que se encontraron durante este mes.



**Figura 4.8. Dendrograma de similitud de las estaciones de lances para el mes de septiembre con base en la composición y abundancia numérica de los lances.**

Para el crucero de febrero se observó que si existe conformación de al menos tres grupos. Las estaciones de los lances relacionados se presentan agrupados en relación a la posición en donde se realizó el lance. Las estaciones de lances pertenecientes a la región sur del Golfo de California son 3, 6 y 7, se muestran en la figura 4.9a. Se encontró que las estaciones 18, 19, 21, 22, 24 y 27 se agrupan y son

representativas de la región central del GC (Fig. 4.9a); mientras que el resto de las estaciones es una zona de transición en donde encontramos composición de las dos regiones.

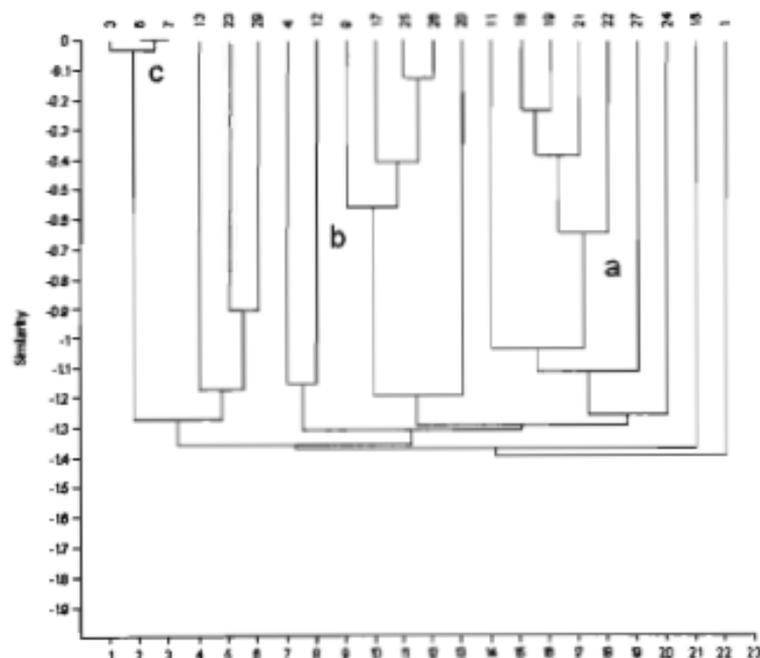


Figura 4.9. Dendrograma de similitud de las estaciones de lances para el mes de febrero con base en la composición y abundancia numérica de los lances; a (región norte), b (zona de transición) y c (región sur)

Por último, en el dendrograma del crucero de mayo se observa mayor complejidad en la conformación de los grupos, encontrando un grupo (Fig. 4.10a) de los lances 5, 6, 16 y 20 los cuales corresponden a la

región norte del GC, mientras que la agrupación de los lances 8, 14, 17, 18 y 24 son una zona de transición entre la región norte y central. Asimismo se aprecia que las estaciones 27 y 31 se agrupan en conjunto con otras y las primeras pertenecen a la región sur del GC (Fig. 4.10).

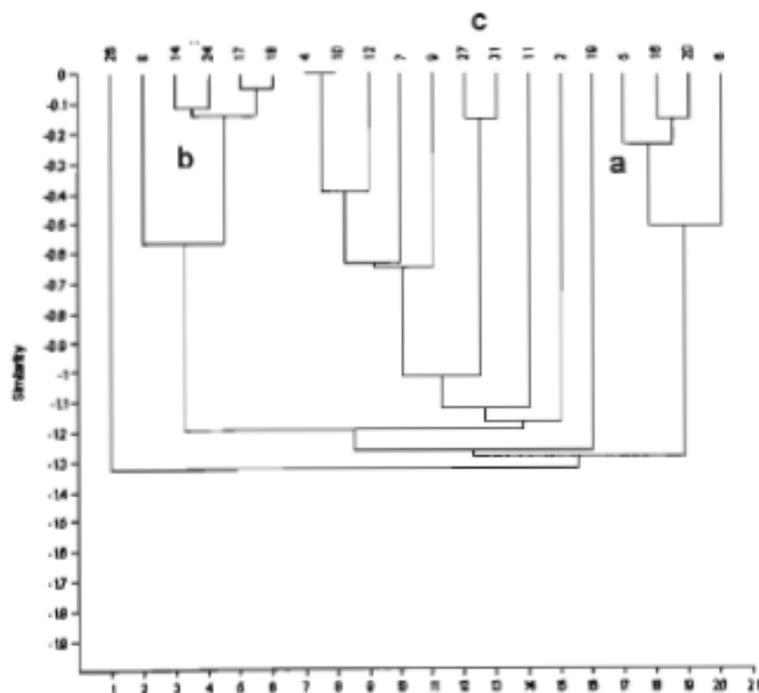


Figura 4.10. Dendrograma de similitud de las estaciones de lances para el mes de mayo con base en la composición y abundancia numérica de los lances. a (norte), b (zona de transición) y c (zona sur).

Las figuras 4.8, 4.9 y 4.10 presentan diferentes agrupamientos que demuestran asociaciones de peces que conforman parches a lo largo del Golfo de California, se formaron conjuntos faunísticos para la región norte, centro y sur, situación que ha sido documentada para especies costeras (Thompson *et al.*, 1978), sin embargo, es el primer caso para especies del talud continental a más de los 90 m de profundidad. Powell *et al.* (2003) identificó conjuntos faunísticos de profundidad en el Atlántico y planteó la presencia de traslape de especies como ecotonos entre zonas; D'Onghia *et al.* (2003) plantearon la existencia de distintas asociaciones faunísticas de especies de aguas profundas, las cuales fueron influenciadas principalmente por la profundidad entre los 50 y 400 m.

## CAPITULO 5

### ECOLOGIA DE COMUNIDADES ASOCIADAS AL CAMARON DE PROFUNDIDAD

#### *Parámetros ecológicos*

El término "peces de aguas profundas" se aplica a aquellas especies de peces que pasan todo su ciclo de vida por debajo de la zona fótica del océano. Se sabe que los ecosistemas y los recursos pesqueros de profundidad son altamente vulnerables a la explotación, debido a que poseen alta longevidad, crecimiento lento, madurez sexual tardía, baja fecundidad (son estrategias K), una baja resiliencia y pueden ser altamente vulnerables a la sobrepesca (Koslow *et al.*, 2000).

A nivel mundial, algunas comunidades de peces demersales de aguas profundas son objeto de pesca comercial (Koslow *et al.*, 2001; Gordon *et al.*, 2003) y en muchos casos el conocimiento científico sobre ellas es escaso, requiriéndose información a nivel de ecosistema y biología poblacional, con la finalidad de llegar a un manejo sustentable de estos recursos (Koslow *et al.*, 2001; Gordon *et al.*, 2003; Fossen *et al.*, 2008).

Los estudios sobre peces de profundidad son escasos y dentro de ellos es posible encontrar mayor cantidad de estudios para el Atlántico (Large *et al.*, 2003; Gordon *et al.*, 2003; Powell *et al.*, 2003).

Son pocos los trabajos sobre la estructura comunitaria de los peces de profundidad en el Pacífico Oriental (Arana *et al.*, 2002; Reyes, 2007) y para el Golfo de California son aun mas escasos. En particular en el Golfo de California, existe información de síntesis del conocimiento de los peces de aguas profundas, principalmente de especies bentopelágicas y pelágicas (Castro-Aguirre y Balart, 1996), sin embargo, se desconoce la estructura de las comunidades a esas profundidades.

La idea de que los fondos marinos son zonas en donde las especies son escasas por las condiciones ambientales, no es del todo cierta (Koslow *et al.*, 2000; Kloser y Horne, 2003; Marrett y Haendrich, 2003). Existe controversia sobre el grado de diversidad en ambientes marinos profundos, habiéndose planteado por algunos autores una alta diversidad (Grassle, 1989; Castro-Aguirre y Balart, 1996; Grant, 2000) y sugiriéndose diversos mecanismos para explicar esa alta diversidad, tales como el efecto de la interacción de competencia y depredación (Grant, 2000) y la historia evolutiva de los propios ecosistemas (Castro-Aguirre y Balart, 1996). Así mismo, se ha planteado que la diversidad varía según los tipos de sedimentos, ya que de ello depende la disponibilidad de alimento que es determinante en la abundancia de las especies (Gage y Tyler, 1991).

Se ha planteado que existe una clara diferencia entre la fauna de la plataforma continental y del talud continental y que las variables que influyen en el cambio de las comunidades de peces de profundidad son difíciles de establecer (Powell *et al.*, 2003), aludiéndose a gradientes de factores como nivel de luz, sustrato y sedimentos, así como la temperatura, oxígeno disuelto y la salinidad (Fujita *et al.*, 1995).

Los trabajos que relacionan la composición de las especies en aguas profundas con variables ambientales y características del ambiente son sumamente escasos en México, por lo que el objetivo del presente capítulo es determinar la estructura funcional en base a la composición, abundancia diversidad y dominancia de las comunidades de peces en la porción oriental del Golfo de California desde Puerto Peñasco Sonora a Topolobampo Sinaloa.

#### **Abundancia por estrato de profundidad.**

El conjunto de las siguientes figuras muestra que las especies que presentan mayor incidencia tanto en la abundancia relativa como en la biomasa (peso húmedo), son básicamente las mismas. Asimismo, se observa que conforme aumenta la profundidad disminuye la dominancia de las especies, esto es, se encuentra un menor número de especies que representan la parte más importante en la abundancia y la biomasa.

### 90-18 metros de profundidad

En septiembre de las 23 especies presentes, 8 representaron el 80% en biomasa (esto es, el 30% de las especies explican la mayor parte de la biomasa) (Figura 5.1 a y b). Se observó que *Microlephidium verecundum* fue la especie que más aportó tanto en número como en biomasa.

Durante el crucero de febrero, de las 26 especies presentes 5 explicaron el 76% de la abundancia, sin embargo, en la biomasa 7 acumularon el 83%. Se observó que disminuyó el número de especies más frecuentes (Fig. 5.1 c y d), *Sebastes spinobris* y *Selar cromenophthalmus* fueron las especies más representativas tanto en número como en biomasa.

En el mes de mayo *Citarrichthys fragilis* es la especie que aportó un mayor número de organismos y biomasa. En biomasa destacan *Merluccius productus* ya que estos aporta mucha biomasa por su tamaño en comparación con las otras especies (Figura 5.1 e y f).

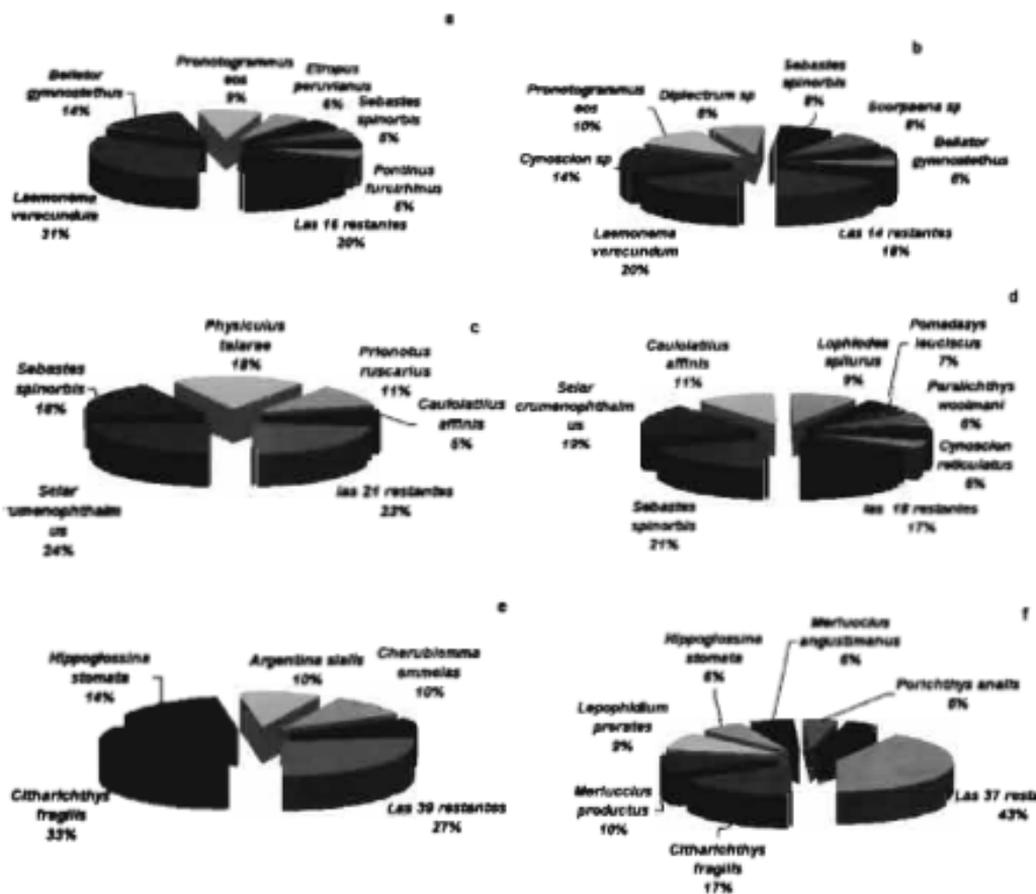


Figura 5.1. Porcentaje de las especies importantes en abundancia (a, c, e) y biomasa (b, d, f) colectadas en el crucero de septiembre, mayo y febrero respectivamente en el estrato de 90-180 metros.

180-270 metros de profundidad.

En este estrato de profundidad en septiembre se encontró que *Lophioides spirulus*, *Raja inornata* y *Trichurus lepturus* fueron

especies importantes tanto en número como en la biomasa (Fig. 5.2 a y b), sin embargo, se observó que 12 de las 20 especies acumulan 90% de la biomasa, es decir que la biomasa está soportada por muchas especies.

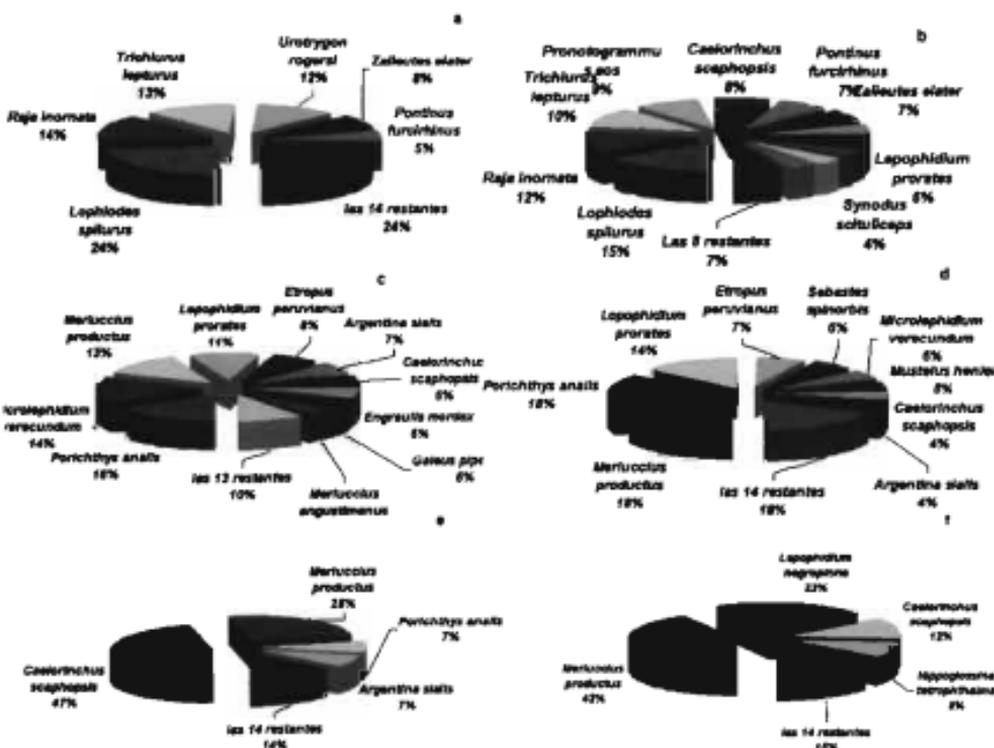


Figura 5.2. Porcentaje de las especies importantes en abundancia (a, c, e) y biomasa (b, f, d) colectadas en los cruceros de septiembre 2004 febrero y mayo de 2005 en el estrato de 180-270 metros.

Para febrero se encontró una situación similar que septiembre, ya que varias especies presentan altos valores de número como en biomasa, 10 y 7 especies respectivamente acumulan más del 80%, las especies que sobresalen son *Porichthys anallis*, *Microlephidium verecundum*, *Merluccius productus* entre otras (Fig. 5.2 c y d).

A diferencia de los meses anteriores, a la profundidad de entre los 180 y los 270 metros (Fig. 5.2 e y f), en mayo, *Caelorrinchus scaphopsis* es la especie más abundante en número con 47%, y en siguiente lugar *Merluccius productus* con 25%; para la biomasa *Merluccius productus* aportó 42% y *Lepophidium negropinna* el 23%.

#### *270-360 metros de profundidad.*

En el mes de septiembre a la profundidad de 270 a 360 metros se encontró que pocas especies aportan mayor cantidad tanto de número de organismos como en la biomasa. *Caelorrinchus scaphopsis*, *Porichthys anallis* y *Merluccius productus* aportaron más del 80% del número, mientras que *Merluccius productus*, *Caelorrinchus scaphopsis* y *Lophioides spirulus* en la biomasa (Fig. 5.3 a y b), aparentemente a esta profundidad la dominancia aumenta.

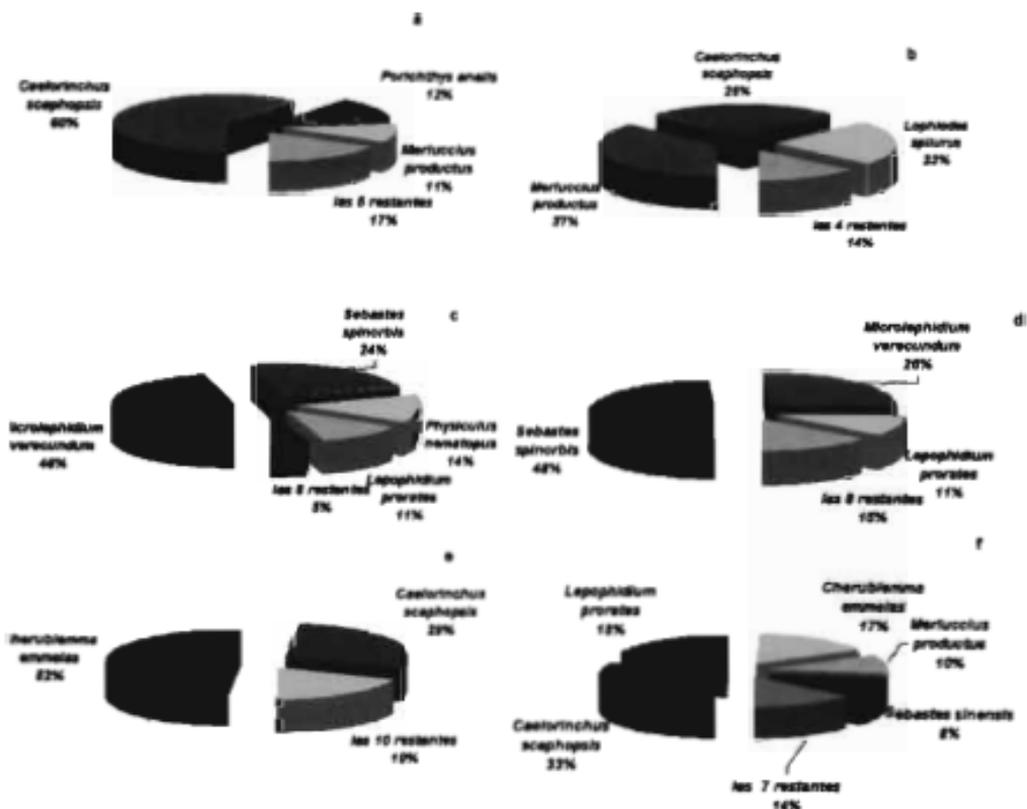


Figura 5.3. Porcentaje de las especies importantes en abundancia (a, c, e) y biomasa (b, d, f) colectadas en los cruceros de septiembre 2004, febrero y mayo de 2005 en el estrato de 270-360 metros.

De igual manera, en febrero y mayo se observaron menor número de especies, así como pocas especies aportaron un alto porcentaje tanto

en número como en biomasa. Para febrero *Microlephidium verecundum* y *Sebastes spinobris* son las especies más importantes tanto en número como en biomasa (Fig. 5.3 c y d). Para mayo *Cherublema emmelas* y *Caelorrinchus scaphopsis* aportan más del 70% del número de organismos, y para la biomasa *Caelorrinchus scaphopsis*, *Cherublema emmelas* y *Lepophidium porates* son las principales especies que aportan a la biomasa (Fig. 5.3 e y f).

#### *450-540 metros de profundidad.*

A la profundidad de entre 450 a los 540 metros se acentúa la disminución de la riqueza específica y se incrementa la dominancia. A estas profundidades solamente se realizaron arrastres en febrero y mayo del 2005. En febrero la especie que aportó más de 90% fue *Caelorrinchus scaphopsis*, tanto en número como en biomasa (Fig. 5.4), mientras que en mayo las únicas dos especies capturadas fueron *Caelorrinchus scaphopsis* con 97% y 88% de número y biomasa respectivamente y *Merluccius productus* con el resto.

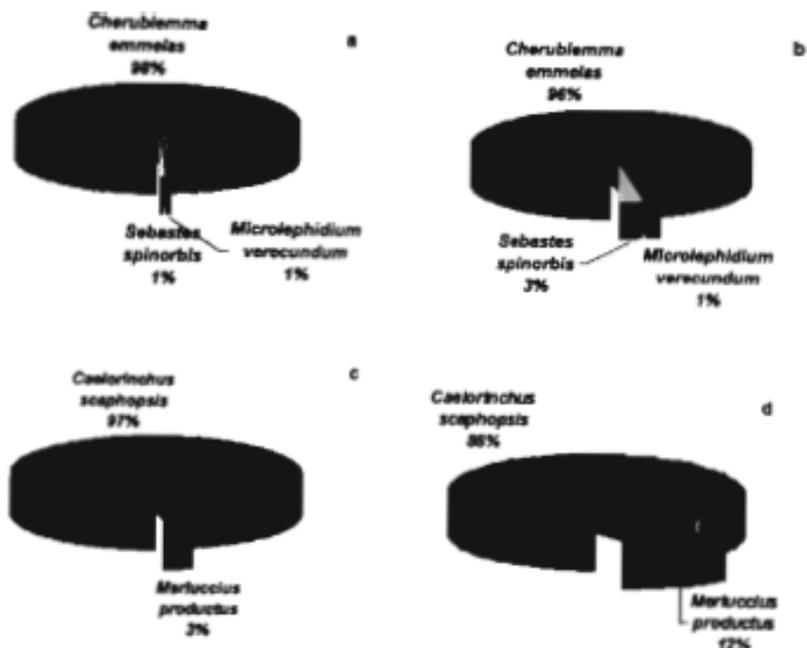


Figura 5.4. Porcentaje de las especies importantes en abundancia (a) y biomasa (b) colectadas en el crucero de febrero, (c) y (d) mayo 2005 en el estrato de 450-540 metros.

### ***Biodiversidad***

El número de especies (riqueza específica) registradas por estrato disminuye conforme aumenta la profundidad; el estrato de profundidad que aportó mayor número de especies fue el de 90-180 metros, en los tres cruceros, destacando el mes de mayo en donde se capturaron 44 para ese estrato; mientras que el estrato de 450-540 metros presentó el menor número de especies encontradas en los

cruceros de febrero y mayo (Fig. 5.5). No se presentaron lances positivos entre los 360 y los 450 metros.

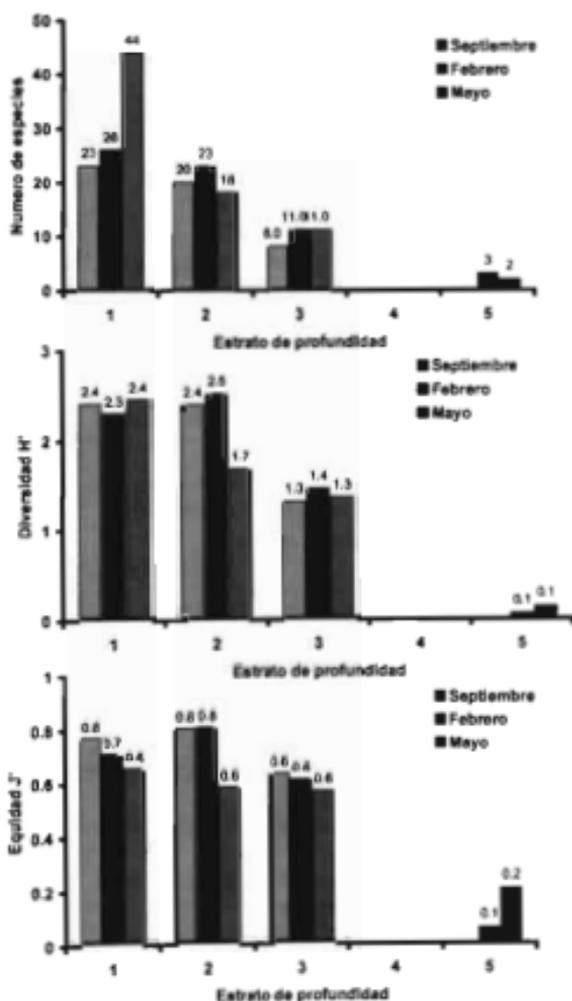


Figura 5.5. Numero de especies, Diversidad de Shannon y Equitabilidad por estrato de profundidad en el Golfo de California.

La diversidad de Shannon-Weaver mostro una tendencia a disminuir conforme aumento la profundidad. Los estratos de 50-100 y 100-150 los mostraron los mayores valores y cabe señalar que el estrato de 250-300 presentó menores valores (Fig. 5.5b), al igual que la equidad  $J'$  (Fig. 5.5c).

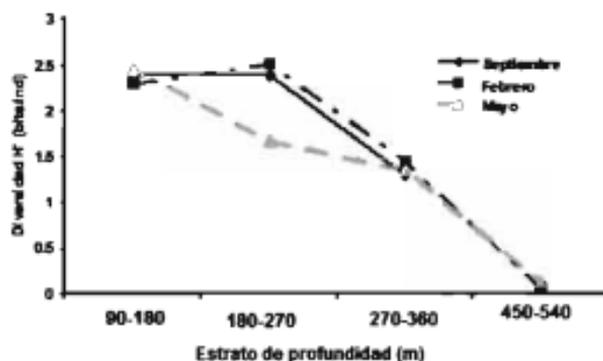


Figura 5.6. Valor de la diversidad por estrato de profundidad y temporada de muestreo

### **Dominancia de las especies**

De acuerdo con el Índice de Valor Biológico (IVB) de manera general las especies con mayor relevancia fueron *Etropus peruvianus*, *Pleuronichthys verticalis*, *Porichthys analis*, *Lepophidium proratees*, *Argentina sialis*, *Caelorinchus scaphopsis*, *Physiculus nematopus*, *Hippoglossina bollmani* y el índice de importancia relativa mostró

solamente a *Etropus peruvianus*, *Argentina sialis* y *Scorpaena guttata*, esta diferencia está dada por la frecuencia de ocurrencia.

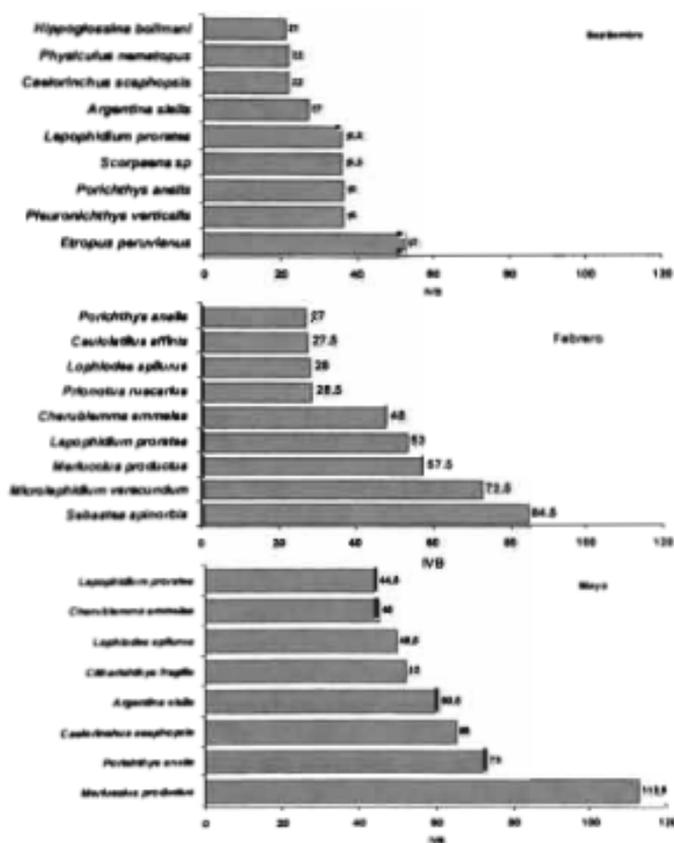


Figura 5.7. Índice de valor biológico (IVB) para las especies principales, para los cruceros de septiembre 2004, febrero y mayo del 2005 respectivamente.

Como se observa en la figura 5.7, los dos índices de dominancia discrepan en el número de especies relevantes, sin embargo, el IRR muestra gráficamente que tan importante es una especie en

comparación con las demás. Por lo que se considera que las especies relevantes para el crucero de febrero fueron: *Sebastes spinobris*, *Microlephidium verecundum*, *Merluccius productus* entre otras. Mientras que para el crucero de mayo se encontró que las especies dominantes de acuerdo al índice de importancia relativa fueron: *Synodus stuliceps*, *Argentina sialis*, *Sebastes sinensis* principalmente.

#### ***Índice de importancia relativa (IIR) por estratos de profundidad.***

La Tabla V.1 muestra aquellas especies que resultaron relevantes de acuerdo al índice de importancia relativa (IIR), en donde se aprecia que en las áreas con mayor profundidad hay pocas especies relevantes al contrario de las áreas más someras.

Por otro lado, es posible ver que algunas especies de tamaño pequeño aportan un gran número de organismos, y que especies de mayor talla como *Merluccius productus* aporta mayor biomasa, esto puede explicarse mediante la idea de la trama trófica, los organismos pequeños que aporta mayor número aunque sean consumidores secundarios como *Chaelorinchus scaphopsis*, por lo que es posible encontrarlos asociados en las capturas.

Tabla V.1. Resumen de las especies más importantes por estratos de profundidad y temporada de muestreo.

Profundidad(m)	Septiembre	Febrero	Mayo
90 -180	<i>Laemonema verecundum</i> <i>Bellator gymnostethus</i> <i>Pronotogrammus eos</i> <i>Cynoscion reticulatus</i> <i>Etropus peruvianus</i> <i>Sebastes spinorbis</i>	<i>Sebastes spinorbis</i> <i>Caulolatilus affinis</i> <i>Prionotus ruscarius</i> <i>Lophiodes spilurus</i> <i>Paralichthys woolmani</i>	<i>Citharichthys fragilis</i> <i>Merluccius productus</i> <i>Argentina sialis</i> <i>Hippoglossina stomata</i> <i>Lepophidium prorates</i> <i>Parichthys analis</i>
180-270	<i>Lophiodes spilurus</i> <i>Trichilurus lepturus</i> <i>Raja inornata</i> <i>Pronotogrammus eos</i> <i>Caelorinchus scaphopsis</i>	<i>Laemonema verecundum</i> <i>Parichthys analis</i> <i>Merluccius productus</i> <i>Sebastes spinorbis</i> <i>Lepophidium prorates</i> <i>Etropus peruvianus</i> <i>Merluccius angustimanus</i> <i>Mustelus henlei</i> <i>Argentina sialis</i>	<i>Caelorinchus scaphopsis</i> <i>Lepophidium neograpinna</i> <i>Merluccius productus</i>
270-360	<i>Caelorinchus scaphopsis</i> <i>Merluccius productus</i> <i>Pleuronichthys verticalis</i> <i>Lophiodes spilurus</i>	<i>Sebastes spinorbis</i> <i>Laemonema verecundum</i> <i>Lepophidium prorates</i>	<i>Cherublemma emmeias</i> <i>Caelorinchus scaphopsis</i> <i>Merluccius productus</i>
450-540		<i>Cherublemma emmeias</i> <i>Laemonema verecundum</i> <i>Sebastes spinorbis</i>	<i>Caelorinchus scaphopsis</i> <i>Merluccius productus</i>

Este trabajo proporciona los primeros datos de la comunidad de peces del talud continental de la costa Este del Golfo de California a profundidades más allá de los 90 m, de los cuales no se tiene referencia previa. De las familias encontradas, las familias *Paralichthyidae*, *Serranidae*, *Scorpaenidae*, *Scianidae* y *Triglidae*, aportaron mayor número de especies. Todas ellas son comúnmente

encontradas en la región costera de los mares del mundo, sin embargo, se han reportado como componentes de la fauna demersal de la parte externa de la plataforma continental (Castro-Aguirre y Balart, 1996). De las 71 especies registradas, las 19 que presentaron las mayores abundancias (Tabla V.1) son típicas habitantes de la zona profunda dentro del Golfo de California y sus registros son escasos. Los estratos de 90-180 y 180-270 metros de profundidad, además de presentar el mayor número de especies, presentaron solamente especies de distribución costera (tanto de la plataforma continental, como del talud continental) (Powell *et al.*, 2003). La disminución en el número de especies conforme aumento la profundidad, se puede explicar por el hecho de que las condiciones ambientales cambian drásticamente a mayor profundidad (disminución de la temperatura y de la concentración de oxígeno disuelto en el agua), haciendo el ambiente más difícil para sostener la vida y por lo tanto solo se presentaron especies capaces de soportar las condiciones frías y casi anóxicas y se sabe que en el Golfo de California existe una capa de agua con concentración baja de oxígeno (0.2-0.6 ml/l), denominada "zona de mínimo oxígeno", misma que afecta la distribución y abundancia de los organismos (Lluch-Cota *et al.*, 2007; Hendrickx, 2001).

Los valores de diversidad de Shannon-Wiener y Riqueza específica encontrados fueron valores medios, sobre todo en el estrato de 90-

180 m, hecho que coincide con lo reportado por Grassle (1989) y Grant (2000). La disminución de la diversidad con el aumento en la profundidad puede ser el reflejo de las condiciones estresantes de estos ambientes, haciendo que la dominancia de las especies adaptadas a condiciones anóxicas se incremente.

La ictiofauna costera es un componente importante de los ambientes marinos costeros e influye en gran medida en la alta diversidad de estos sistemas. De acuerdo al patrón estructural del presente estudio, en los estratos más someros se registraron especies más costeras y con una mayor diversidad. Una parte importante de especies de peces costeros que incursionan o realizan migraciones verticales sobre el talud continental, propician que la diversidad sea mayor en los estratos de entre 90 a 270 m de profundidad, constituyendo por lo tanto un ecotono, tal como lo documento Margaleff (1991), zona de transición natural entre dos ecosistemas distintos. Powell *et al.* (2003), mencionan que la diversidad varía dependiendo de la profundidad y que tanto la diversidad como la riqueza específica son mayores en la parte alta del talud continental y menores en la parte baja del talud. Fujita *et al.* (1995) encontró comunidades de peces en la parte superior del talud caracterizadas por una alta abundancia pero baja diversidad; sin embargo, Fossen *et al.*, (2008) mostraron valores de diversidad altos a profundidades de entre los 1000 y 2000 metros, situación que no se refleja en la

tendencia a disminuir de la diversidad en este estudio, tal vez porque los muestreos efectuados en este trabajo no llegaron mas allá de la zona de oxígeno mínimo, donde se sabe que se incrementan nuevamente los niveles de oxígeno (Lluch-Cota *et al.*, 2007; Hendrickx y Hastings, 2007).

Los resultados de diversidad y dominancia sugieren la presencia de dos comunidades diferentes, la primera formada por especies de ámbito costero y que esta bien adaptada a condiciones de temperatura y concentración de oxígeno bajas, la cual se ubica entre los 90 y 270 metros de profundidad que se considera la zona superior del talud continental, misma que se caracteriza por una alta diversidad y pocas especies dominantes; mientras que la segunda comunidad, se distribuye a mayor profundidad (zona media y profunda del talud continental) y cuya principal característica es la baja diversidad y la presencia de pocas especies dominantes con familias típicas de aguas profundas. Entre ellas dos existiría un ecotono compuesto por especies migratorias principalmente. Por lo anterior, se sugiere que los factores ambientales tienen un efecto importante en la distribución y composición estructural de estas especies, en especial la concentración de oxígeno disuelto en el agua.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

## CAPITULO 6

### MODELO CONCEPTUAL DE LA COMUNIDAD DE PECES, ASOCIADO A LA PESCA DE CAMARÓN DE PROFUNDIDAD DENTRO DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Una de las principales características de la ecología de ecosistemas es la de centrarse en la totalidad, analizarlos y comprenderlos como unidades funcionales organizadas (Bertalanfy, 1968).

#### *El modelo*

Se elaboró el modelo conceptual de la comunidad de peces de acuerdo a las agrupaciones obtenidas en los dendrogramas en los que destacaron la complejidad en la variedad (número de especies) en los primeros estratos. Se plantea un enfoque de parches de comunidades asociadas a través de los niveles tróficos encontrados, así como en los factores ambientales prevaletentes y que determinan la distribución de las especies.

La figura 6.1 muestra las relaciones existentes entre dos niveles principales que son los componentes faunístico costero y el demersal del talud continental, como resultado de los grupos formados en el análisis de agrupamiento. Se definieron los grupos G1, para aquellos

organismos principalmente detritófagos como crustáceos y pequeños peces como los miembros de la familia Moridae y Ophidiidae; al grupo G2 como a los consumidores de segundo orden en los que ya encontramos peces netamente carnívoros, como son *Lepophidium prorates*, *Sebastes sinensis*, *Porichthys annalis*. Para el grupo G3 se consideraron los depredadores tope en donde se incluyen a *Merluccius productus*, *Lophiodes spirulis* y *L. canicularis*, y a los tiburones *Mustelus californicus* y *M. henlei*. En este caso la principal fuente de energía proviene de los productores primarios y de la actividad alimenticia de la superficie, ya que son la principal fuente de materia orgánica a mayores profundidades, también conocida como nieve marina; son pequeñas partículas de materia orgánica que cae al fondo marino en altas concentraciones.

La nieve marina está formada por una gran variedad de organismos microscópicos, como bacterias y células de fitoplancton, además de restos de otros organismos, de restos fecales, partículas de arena muy fina, masas de materia orgánica, y plantas que se generan en la parte más cercana a la superficie del mar como pueden ser algas que al caer al fondo marino que sirven de alimento a los organismos que viven allí.

Durante su hundimiento una gran comunidad de microbios heterotróficos y de bacterias se adhieren a las partículas transformando la composición original (Snelgrove *et al.*, 1992). Constituye la parte más importante de la cadena de alimentación de muchos animales de la zona abisal que se alimentan de restos de organismos muertos que descienden entre las corrientes como "nieve marina" hasta llegar a las profundidades del océano (Silverberg *et al.* 2006).

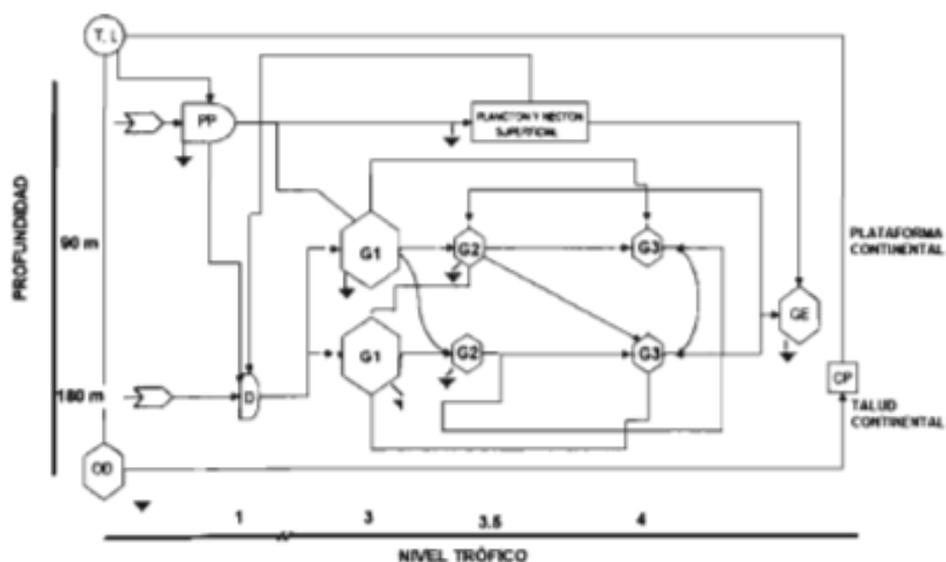


Figura 6.1 Modelo de flujo de materia de la comunidad de peces de la plataforma continental en el estrato de profundidad de 90-180 m. Los significados son: Temperatura y luz (T.L.), oxígeno disuelto (OD), productores primarios (PP), Detritus (D), Grupos ictiofaunísticos (G1,G2, y G3), Captura pesquera (CP), Otros depredadores (GE).

El modelo muestra que el aporte de materia orgánica en forma de detritus es determinante para el equilibrio del ecosistema. En los estratos más profundos, de este estudio, se presentó una estructura de un solo estrato en el sentido de la profundidad. En este estrato al igual que en los estratos superiores la energía proviene de la productividad de la superficie que llega por medio de la materia orgánica que cae conocida como "nieve marina", como se explicó antes (Silverberg *et al.* 2006), ésta se va depositando en los fondos marinos. En estos estratos el detritus, a diferencia de los superiores es la fuente más importante de energía, por lo que en la figura 6.2 se muestra en una caja de mayor tamaño.

A esta profundidad los factores ambientales limitan el número de especies (Fujita *et al.*, 1995), lo que simplifica la estructura del sistema. En este caso la concentración del oxígeno disuelto la profundidad y la temperatura conformaron el conjunto de elementos limitantes de las comunidades biológicas. Bergstad *et al.*, (2007), menciona que tanto el número de especies como la abundancia disminuye con la profundidad y que así mismo hay una disminución en el alimento disponible; lo que provoca una simplificación en el ecosistema.

La comunidad de peces de esta profundidad presenta grupos faunísticos que están en relación con el nivel trófico a que pertenece, estos están representados por los grupos G1, G2 y G3 los cuales están interrelacionados entre sí. Si bien, presenta un menor grado de complejidad que las zonas adyacentes superiores, podemos encontrar que el grupo faunístico G1 se encuentra conformado por especies que se alimentan principalmente de detritus y pequeños invertebrados (que incluye a las diferentes especies de camarones de profundidad), estas son: *Lepididium prorates*, *Phisiculus nematopus*, *Caelorinchus scaphopsis* y *Laemonema verecundum* los cuales presentan valores de nivel trófico de entre 3.2 a 3.7. Para el grupo G2 se encuentran las especies *Lophiodes spirulus* (4.0), *Porichthys analis* (4.1) y *Scorpena guttata* (3.8), que son especies carnívoras de segundo nivel. Para el grupo G3 encontramos a los depredadores más importantes como son *Isupristus remifer* (4.2), *Trichiurus nitens* (4.4) y *Synodus scituliceps* (4.5).

Los modelos antes mostrados muestran que existen tanto variables ambientales como biológicas que determinan la estructura de los ecosistemas, en el primer caso, el número de especies es mayor debido al factor profundidad, inclusive se aprecia la presencia de un ecotono vertical a lo largo del talud continental, entre dos comunidades bien reconocidas que son las especies de la plataforma

continental de la zona fótica y la de los peces de profundidad de la zona eufótica.

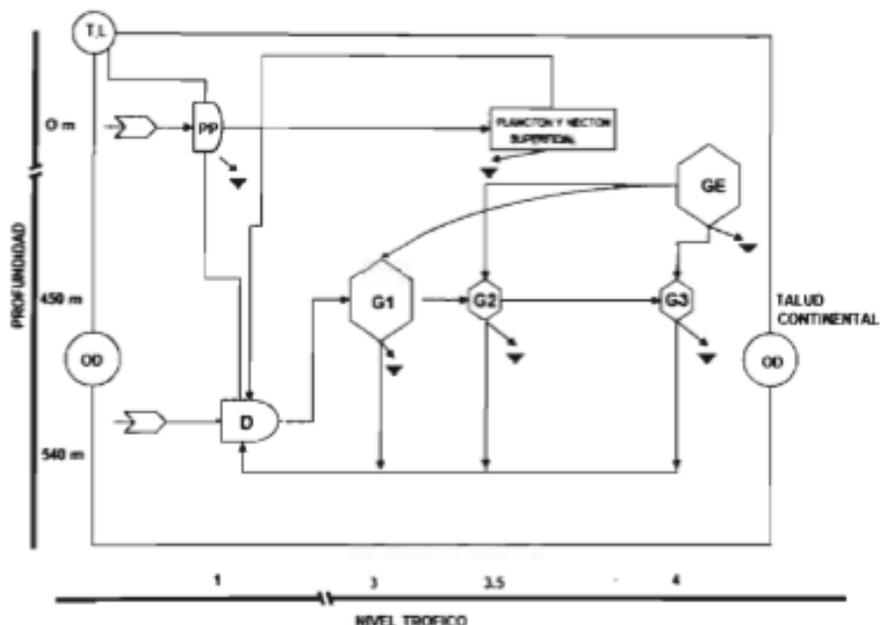


Figura 6.2 Modelo de flujo de materia de la comunidad de peces de la plataforma continental en el estrato de profundidad de 450-540 m. Los significados son: Temperatura y luz (T,L), Oxígeno disuelto (OD), productores primarios (PP), Detritus (D), Grupos Ictiofaunísticos (G1,G2, y G3), Captura pesquera (CP), Otros depredadores (GE).

El modelo de la figura 6.2 muestra un sistema más simple, que está conformado por variables que son determinantes en esos ambientes; primeramente la fuente de energía, la cual esta basada

principalmente por la cadena trófica del detritus además de la presencia de la capa de mínimo oxígeno disuelto. En donde se encontró que la abundancia y diversidad disminuyeron, contrario a lo descrito por Koslow *et al.* (2000), Kloser y Horne (2003); Marrett y Haendrich (2003) quienes aseguran que conforme aumenta la profundidad aumenta la diversidad.

Otros autores expresan que existe controversia sobre el grado de diversidad en ambientes marinos profundos, habiéndose planteado por algunos autores una alta diversidad (Grassle, 1989; Castro-Aguirre y Balart, 1996; Grant, 2000) y sugiriéndose diversos mecanismos para explicar esa alta diversidad, tales como el efecto de la interacción de competencia y depredación (Grant, 2000) y la historia evolutiva de los propios ecosistemas (Castro-Aguirre y Balart, 1996). Sin embargo en este estudio no se llegó a profundidades mayores a los 650 m, por lo que no fue posible determinar el aumento de la diversidad a mayores profundidades como lo afirman los autores mencionados.

Finalmente se recomienda que la exploración de los fondos marinos como una fuente de recursos alimenticios se realice bajo el enfoque de sistemas, que permitirá realizar un manejo sensible a todos los elementos que lo conforman.

## CONCLUSIONES

Las comunidades icticas del golfo de California entre los 90- 540 m de profundidad están fuertemente influenciadas por las variables temperatura y oxígeno disuelto. Los perfiles mostraron una drástica disminución en las dos variables, especialmente en la concentración de oxígeno a partir de los 200 m de profundidad formando una zona anóxica que limita la concentración de las especies.

Se encontró que la ictiofauna de la costa oriental del Golfo de California esta compuesta por dos comunidades de peces asociados al talud continental. La primera ubicada entre los 90-180 m, la cual esta formada principalmente por especies de ámbito costero. La segunda ubicada entre los 270- 540 m, la cual esta conformada por especies pertenecientes a familias típicas de peces de aguas profundas. Entre estas dos comunidades encontramos un ecotono.

La fauna ictica del Golfo de California a profundidades entre los 90-540 m se encuentra conformada por grupos de especies de afinidades templadas, tropicales y de transición templado-cálido, de acuerdo a las divisiones que caracterizan al Golfo de California (norte, centro y región sur).

Las especies mas abundantes según el índice de abundancia relativa fueron: *Etropus peruvianus*, *Argentina sialis*, *Pronotogrammus eos*, *Microlephidium verecundum*, *Caelorinchus scaphopsis*, *Physiculus nematopus*, *Pleuronichthys verticalis*, *Porichthys analis*, *Sebastes spinorbis*, *Cherublemma emmelas*, *Merluccius productus*, *Lepophidium prorates*, *Selar crumenophthalmus* y *Citharichthys fragilis*. Todas estas especies pertenecen a familias de peces típicos de aguas profundas.

La diversidad de la comunidad de peces del talud continental de la costa oriental del Golfo de California muestra la tendencia a disminuir conforme aumenta la profundidad. En la parte alta del talud la diversidad es alta debido a la influencia de las especies costeras entre los 90-270 m, por debajo de esta profundidad, se presenta un ecotono con un ligero aumento en el valor de diversidad (270 m), y finalmente un drástico descenso hasta los 540 m, en donde el número de especies es escaso y con altas dominancias.

La comunidad de peces de la parte alta del talud continental esta conformada por asociaciones fáusticas que se relacionan con los niveles tróficos a los que pertenecen, así como a dos ámbitos ambientales (zona fótica y zona afótica), lo que la hace mas compleja y de mayor diversidad. Esta comunidad no presenta

limitantes en las condiciones ambientales. Por otra parte la región adyacente más profunda mostró la presencia de una comunidad ictica con características diferentes a la superior. La diversidad disminuyo drásticamente y el número de especies es escaso, simplificando las interacciones de los grupos tróficos. A esta profundidad las condiciones del ambiente se hacen limitantes especialmente en la concentración de oxígeno disuelto variable que se considera modeladora de la comunidad a esta profundidad.

Es importante mencionar que la exploración de los mares profundos debe ser un tema de investigación prioritario para el conocimiento y por ende el buen manejo de estos recursos de interés económico y ecológico, todo ello a través de un enfoque sistémico.

## BIBLIOGRAFIA

1. Abitía, C. L., R. J. Rodríguez, M. F. Galván, A. J. De la Cruz. y R. H. Chávez. 1994. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Cien. Mar.* 20(2):159-181.
2. Alvarez-Borrego, S. 1983. Ecosystems of the world: Estuaries and enclosed seas. (Ed). Ketchum, B.H. Elsevier N.Y. 427-449 pp.
3. Allen, M. J. 2006. Continental shelf and upper slope. *En*: L.G. Allen., D. J. Pondella & M.H. Horn (eds.). The ecology of marine Cfishes: California and adjacent waters. University of California Press, Berkeley, CA. p. 167-202.
4. Amezcua-Linares, F.1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México. 34-94 p. *En*: A. Yañez-Arancibia (comp.). Recursos potenciales de México: la pesca acompañante del camarón. Programa Universitario de Alimentos, Instituto del Mar y Limnología, Instituto Nacional de la Pesca, UNAM, México. 39-94 pp.
5. Arana P..E. y M. Ahumada. 2006. Camarón navaja (*Campylonotus semistriatus*), crustáceo de aguas profundas frente a la costa central de Chile(Crustacea, Decapoda, Campylonotidae). *Invest. Mar Valparaíso.* 34(1):3-14.

6. Arana, P.E., M. Barrios, J. Moraga, A. Mujica y R. Alarcón. 2002. Evaluación directa del camarón nailon entre la II y VIII regiones, 1999. *Informe Final. FIP. 99-08 Universidad Católica del Norte, Coquimbo 208 pp.*
7. Balart, E.F., J.L. Castro-Aguirre, D. Aurióles-Gamboa, F. García-Rodríguez y C. Villavicencio-Garayzar. 1995. Adiciones a la ictiofauna de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica*, 5 (1-2): 79-85.
8. Bergstad, O.A., G. Menezes y A.S. Hoinés. 2008. Demersal fish on a mid-ocean ridge: Distribution patterns and structuring factors. *Deep-Sea Research II*. 55: 185-202.
9. Bertalanfy, L. 1968. *General system theory: Foundations, Development, Applications.* New York: George Braziller, revised edition 1976.
10. Boschi, E. E. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. *Rev. Inv. y Des. Pesq.* 13:7-136.
11. Brewer, G.D., 1973. Midwater fishes from the Gulf of California and the adjacent Tropical Pacific. Los Angeles County Natural History Museum, *Contrib. Sci.*, 242:1-47.
12. Briggs, J.C. 1974. *Marine zoogeography.* New York: McGraw-Hill.
13. Briggs, J.C. 1995. *Global biogeography.* Amsterdam: Elsevier.

14. Brower, J.E. y H.J. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. W.C. Brown Co. Pub. Dubuque, Iowa, 194 pp.
15. Castro-Aguirre J.L. y E.F. Balart. 1996. Contribución al conocimiento del origen y las relaciones de la ictiofauna de aguas profundas del Golfo de California, México. *Hidrobiológica* 6(1-2):67-76.
16. Castro-Aguirre, J. L. y H. Espinosa Pérez. 1996. Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). Instituto de Biología, UNAM. México, D.F. 75 p.
17. Castro-Aguirre, J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Dep. pesca, Inst. Nal. Pes., Ser. Cient., 19: xi + 298.
18. Castro-Aguirre, J.L., 1991. Nuevos registros de peces mesopelágicos y bentónicos en el Golfo de California, México. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol. Méx.*, 35: 71-89.
19. Castro-Aguirre. J.L., E. F. Balart y J. Arvizu -Martinez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiológica*, 5(1-2): 57-78 p.
20. Compagno L.J.V. 1984. Species Catalogue. Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of sharks species

known to date. *Part. 2. Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop., 4 (125): 251-655.*

21. Curran, H.W. 1942. A systematic revision of the gerreid fishes referred to the genus *Eucinostomus*, with a discussion of their distribution and speciation. Ph.D. thesis University of Michigan, USA.
22. Chavez, H. y J. Arvizu-Martínez. 1972. Estudio de los recursos pesqueros demersales del Golfo de California, 1968-1969. III. Fauna de acompañamiento de camarón (peces finos y basura). *En: Carranza J, (Ed) Mem. VI Congr. Nal. Oceanogr. México, 17-19, Nov. 1969: 361-378.*
23. Chavéz, H. 1986. Bibliografía de los peces del Golfo de California. *Inv. Mar. CICIMAR, num. Esp. 1:1-267.*
24. D'Onghia G., F. Mastrototaro y A. Matarrese. 2003. Biodiversity of the upper slope demersal community in the Eastern Mediterranean: Preliminary comparison between two areas with and without trael fishing. *J. Northw. Atl. Fish. Sci. Vol. 31: 263-273.*
25. De La Cruz-Agüero, J. y F. Galván-Magaña. 1992. Peces mesopelágicos capturados en la costa occidental de Baja California Sur y Golfo de California: Cruceros Puma 1982-1988. *An. Inst. Cie. Mar y Lim. UNAM. 19: 25-31.*
26. De La Cruz-Agüero, J., F. M. Galván, A. C. Abitia, J. R. Rodríguez. y F. J. Gutiérrez. 1994. Lista sistemática de los

- peces marinos de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Cien. Mar.* 20: 17-31.
27. De La Cruz-Agüero, J., M. Arellano-Martínez. y V. M. Cota-Gómez. 1996. Lista sistemática de los peces marinos de las Lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, B.C.S. y B.C., México. *Cien. Mar.* 22: 111-128.
28. De la Lanza Espino, G. 1999. Oceanografía de los mares mexicanos. AGT editores, México 415 p.
29. Eschmeyer, W. N., E. S. Herald. y H. Hamman. 1983. A field guide to the Pacific coast fishes of North America. Houghton Mifflin, Boston. 336 p.
30. Espinosa Pérez, H., J. L. Castro-Aguirre. y L. Huidobro Campos. 2004. Listados faunísticos de México. IX. Catálogo sistemático de tiburones (Elasmobranchii: Selachimorpha). Instituto de Biología UNAM. México, D.F. 134 p.
31. Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E. y Niem V.H. (Eds.) 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. FAO. Roma. (Vol- II-III): 648-1652 pp.
32. Fossen I., C.F. Cotton, O.A. Bergstad y J.E. Dyb. 2008. Species composition and distribution patterns of fishes captured by longlines on the mid-Atlantic ridge. *Deep sea Research II* 55 (2008):203-217.

33. Fujita, T., T. Inada y Y. Ishito. 1995. Depth gradient structure of the demersal fish community on the continental shelf and upper slope off Sendai Bay, Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 118: 13-23.
34. Gage, J.D. y P.A. Tyler. 1991. Deep sea biology: A natural history of organisms at the deep sea floor. Cambridge University Press, Cambridge; 504 pp.
35. Galván-Magaña, F., L.A. Ábitia-Cárdenas, J. Rodríguez-Romero, H. Pérez-España y H. Chávez-Ramos. 1996. Lista sistemática de los peces de isla Cerralvo, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 22(3):295-311 p.
36. Galván-Magaña, F., S. F. J. Gutiérrez, C. L. A. Abitia. y J. R. Rodríguez. 2000. The distribution and affinities of the shore fishes of the Baja California Sur Lagoons. En: *Aquatic Ecosystems of México: Status & Scoop*. Munawar *et al.* (Eds). *Ecovision world monograph series*. Backhuns Publisher. Holanda. 383-398.
37. García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Kopen para la Republica Mexicana. *Inst. Geofís.UNAM* 246 p.
38. García, S.M., y I. de Leiva-Moreno. 2001. Gloval overview of marine fisheries. Conferencia: "Hacia una ordenación pesquera basada en el ecosistema" Reljavik, Islandia.
39. Garman, S. 1899. The fishes. Reports on an exploration off the west coast of Mexico, Central America, South America, and off

- the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross," during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. Pt. 26. Mem. Mus. Comparative Zool. 24:1-421.
40. Ginsburg, I. 1958. Flounders of the genus *Paralichthys* and related genera in American waters. U.S. Fish. and Wildl. Serv. Fish. Bull. 52(71):267-351.
  41. Goode, G. B., y T. H. Bean. 1895a. Oceanic ichthyology: deep-sea and pelagic fishes of the world. Smithson. Inst. Spec. Bull. (2 vol.), 553 p., 123 pl.
  42. Gordon J.D.M., A.O. Bergstad, I. Figueiredo y G. Menezes. 2003. Deep water fisheries of the Northeast Atlantic: I. Description and current Trends. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, Vol. 31: 137-150.
  43. Granados-Barba, A., V. Sois-Weiss, y R. Bernal-Ramírez. 2000. Métodos de muestreo en la investigación oceanográfica. Instituto de ciencias del Mar y limnología. UNAM., México. 448 pp.
  44. Grant, A. 2000. Deep sea diversity: Overlooked messages from shallow waters sediments. *Marine Ecology*. Vol. 21(2): 97-112 p.
  45. Grassle, J. F. 1989. Species diversity in deep-sea communities. *Trend in ecology & evolution*. Vol 4 (1): 12-15 p.

46. Grey, M., 1956. The distribution of fishes found below a deep of 2000 meters. *Fieldiana: Zoology*, 36(2): 75-337.
47. Gutiérrez-García. 2004. Informe final de cruceros de pesca comerciable camarón de profundidad (*Heterocarpus affinis*) en el Pacífico nicaragüense. Managua, Nicaragua: Administración Nacional de Pesca (ADPESCA).
48. Hastings, P.A. 2000. Biogeography of the tropical eastern Pacific: distribution and phylogeny of chaenopsid fishes. *Zool. J. Lin. Soc.* 128:319-335.
49. Hendrickx, M.E. 2001. Occurrence of a continental slope deep-water decapod crustacean community along the edge of the minimum oxygen zone in the southeastern Gulf of California, México. *Belgian Journal of Zoology* 131: 71-86.
50. Horn, M.H., L. G. Allen. y R. N. Lea. 2006. Biogeography. En: L.G. Allen., D. J. Pondella, y M.H. Horn (eds.). *The ecology of marine fishes: California and adjacent waters*. University of California Press, Berkeley, CA, p. 3-25
51. Jordan, D.S. y B. W. Evermann. 1896-1900. The fishes of North and Middle America. *Bull. Natl. Mus.*, (47): 1-3313
52. Kloser, R.J. y J.K. Horne. 2003. Characterizing uncertainty in target-strength measurement of a deepwater fish: orange roughy (*Hoplostetetus atlanticus*). *ICES Journal of Marine Science* 60: 516-523.

53. Koslow, J.A., G.W. Boehlert, J.M.D. Gordon, R.L. Haendrich, P. Lorance y N. Parin. 2000. Continental slope and deep-sea fisheries: implications for a fragile ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 548-557.
54. Koslow, J.A., K. Gowlett-Holmes, J.K. Lowry, T. O'Hara, G.C.B. Poore y A. Williams. 2001. Seamount benthic macrofauna off southern Tasmania: community structure and impacts of trawling. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 213: 111-125.
55. Krebs, C.J. 1985. Ecología; Estudio de la distribución y la abundancia. Harla Ed. México. 413p.
56. Large, P.A., C. Hammer, A.O. Bergstad, J.M.-D. Gordon y P. Lorance. 2003. Deep-water fisheries in the Northeast Atlantic: II Assessment and Management Approaches. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* Vol. 31 151-163.
57. Lavin, M.F., E. Beber y A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escala estacional e interanual. EN: *Contribuciones a la oceanografía Física en México. Monografía N° 3. UNION GEOFISICA MEXICANA*, 141-171 pp.
58. López Martínez, J. 2000. Dinámica de la pesquería de camarón café (*Penaeus californiensis*) en el litoral sonorensé y su relación con algunos parámetros océano-atmosféricos. **Tesis de doctorado**. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México. 161 p.

59. J. López Martínez, S. Hernández Vázquez, C. Rábago Quiroz, E. Herrera Valdivia, R. Morales Azpeitia. 2007. Efectos ecológicos de la pesca de arrastre de camarón en el Golfo de California. Estado del arte del desarrollo tecnológico de las artes de pesca.13-47 pp. En: Santinelli J. (Ed.) La situación del sector pesquero en México. México, D.F., Impreso en Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria-CEDRSSA. Palacio Legislativo de San Lázaro.
60. López-Martínez J., Eloisa Herrera-Valdivia, Jesús Rodríguez-Romero y Sergio Hernández-Vázquez. 2010. Composición taxonómica de peces integrantes de la fauna de acompañamiento de la pesca industrial de camarón del Golfo de California, México. Biol. Trop. Vol. 58 (3): Septiembre 2010.
61. Love, M. S., C. W. Mecklenburg, T. A. Mecklenburg. y L. K. Thorsteinson. 2005. Resource Inventory of Marine and Estuarine Fishes of the West Coast and Alaska: A Checklist of North Pacific and Arctic Ocean Species from Baja California to the Alaska-Yukon Border. U. S. Department of the Interior, U. S. Geological Survey, Biological Resources Division, Seattle, Washington, 98104, OCS Study MMS 2005-030 and USGS/NBII 2005-001.
62. Loya-Salinas D.H. y A. Escofet. 1990. Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). Ciencias Marinas, 16(2): 97-115.

63. Lluch-Cota S.E., E.A. Aragón-Noriega, F. Arreguín-Sánchez, D. Aurióles-Gamboa, J.J. Bautista-Romero, R.C. Brusca, R. Cervantes-Duarte, R. Cortés-Altamirano, P. Del-Monte-Luna, A. Esquivel-Herrera, G. Fernández, M.E. Hendrickx, S. Hernández-Vázquez, H. Herrera-Cervantes, M. Karu, M. Lavin, D. Lluch-Belda, D. B. Lluch-Cota, J. López-Martínez, S.G. Marinone, M.O. Nevárez-Martínez, S. Ortega-García, E. Palacios-Castro, A. Parés-Sierra, G. Ponce-Díaz, M. Ramírez-Rodríguez, C.A. Salinas-Zavala, R.A. Schwartzlose y A.P. Sierra-Beltrán. 2007. The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography* 73: 1-26.
64. Madrid-Vera, J., E. Visauta-Girau, H. Aguirre-Villaseñor. 2010. Composition of trawl catch fauna off the mouth of the rio Baluarte, southeastern Gulf of California. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 403:145-153.
65. Margaleff, D.R. 1991. *Ecología (1a. ed)*. Omega, Barcelona, España. 951p
66. Marrett, N.R. y R. L. Haendrich. 1997. Deep-sea demersal fish and fisheries. *Chapman & Hall, London, 282pp*.
67. McPhail, J. D. 1958. Key to the croakers (Sciaenidae) of the eastern Pacific. *Univ. Brit. Columbia, Inst. Fish., Mus. Contrib.* 2:1-20.

68. Meek, S.E. y S.F. Hildebrand. 1923-1928. The marine fishes of Panama. Publ. Field. Mus. Nat. Hist., Zool. Ser. 15 (1-4): 1-1045.
69. Miller, D.J. y R.N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. *Calif. Dep. Fish and Game. Fish Bull. No 154*, 249 pp.
70. Moncayo-Estrada, R., J. Castro-Aguirre, y J. De La Cruz-Agüero. 2006. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de Banderas, México. *Rev. Mex. Biol.* 77: 67-80.
71. Monreal-Gómez M.A., Molina-Cruz A. y D.A. Salas-de León. 2001. Hydrography and cyclonic circulation in Bay of La Paz, Gulf of California, during 1998. *J. Mar. Syst.*, 30:305-315.
72. Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the world*. Fourth edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
73. Nelson, J. S., E. J. Crossman, H. Espinosa-Pérez, L. T. Findley, C. R. Gilbert, R. N. Lea, y J. D. Williams. 2004. Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico. 6th. ed. Maryland: American Fisheries Society, Special Publication 29: + 386.
74. Norman, J.R., 1934. A systematic monograph of the Flatfishes (Heterostomata). Vol. I Psettodidae, Bothidae, Trutidae. *Brith. Mus. (Nat. Hist.) London* , 7: 459 p.
75. Orr, J. W., M. A. Brown, y D. C. Baker. 2000. Guide to rockfishes (Scorpaenidae) of the genera *Sebastes*,

- Sebastolobus, and Adelosebastes of the Northeast Pacific Ocean, Second Edition. NOAA Tech. Mem. NMFS-AFSC-117, 47 p.
76. Pérez-España, H., F. Galván-Magaña y A. Abitia-Cárdenas. 1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del suroeste del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*. 22(3):273-294.
77. Pérez-Mellado, J. y L.T. Findley. 1985. Evaluación de la fauna acompañante del camarón comercial capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa. 85- 200, *En: Yañez-Arancibia (ed) Recursos Pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón. Programa Universitario de Alimentos, Instituto del Mar y Limnología, Instituto Nacional de la Pesca, UNAM, México.* 201-254 pp.
78. Pielou, E.C. 1977. *Mathematical ecology.* John Wiley & sons. N.Y. 385 pp.
79. Pinkas, L., M. Oilphant y I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. *Calif. Fish Game*, 152:1-105.
80. Powell, S.M., R.L. Haendrich y J.D. McEachran. 2003. The deep demersal fish fauna of the Northern Gulf of Mexico. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* Vol. 31: 19-33.

81. Reyes, P.R. 2007. Peces abisales de la "Triple Unión", lugar de contacto de las placas Antártica, Sudamericana y Nazca (archipiélago patagónico noroccidental). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(1):37-47.
82. Richards, F.A. 1957. Oxigen in the ocean. In: Hedpeth, J.W: (Ed.), *Treatise on marine Ecology and paleoecology*, Vol. 1, Waverly Press, Baltimore, pp. 185-238.
83. Robertson, D.R. y G.R. Allen. 2002. *Shore fishes of the Tropical Eastern Pacific: an Information System*. CD-ROM. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama.
84. Robertson, D.R., J.S. Grove. y J.S. McCosker. 2004. Tropical transpacific shore fishes. *Pac. Sci.* 58:507-565.
85. Roden, G.I. 1954. Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: *Marine geology of the Gulf of California*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3: 20-38.
86. Roden, G.I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California, *Marine geology of the Gulf of California: A symposium*. Memories American Aassociation of petrology Geological, 3, 30-58 p.
87. Rodríguez-Romero J, Abitia-Cárdenas LA, Galván-Magaña F y Chávez-Ramos H. 1994. Composición, abundancia y riqueza específica de la ictiofauna de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*. 20 (3): 321-350

88. Rodríguez-Romero J. 1992. Composición, abundancia y riqueza específica de peces de fondos blandos en Bahía Concepción, Baja California Sur, México durante el período Febrero-Septiembre de 1989. CICIMAR-IPN. Tesis de Maestría. 43 pp.
89. Rodríguez-Romero, J., L.A. Abitia-Cárdenas, F. Galván-Magaña, F.J. Gutierrez-Sanchez, B. Aguilar-Palomino y J. Arvizu-Martínez. 1998. Ecology of fish communities from the soft bottoms of bahia Concepción, México. *Arch.Fish.Mar.Res.* 46 (1):61-76pp.
90. Rodríguez-Romero, J., L.A. Abitia-Cárdenas, F. Galván-Magaña, F.J. Gutierrez-Sanchez, B. Aguilar-Palomino y J. Arvizu-Martínez. 1998. Ecology of fish communities from the soft bottoms of bahia Concepción, México. *Arch. Fish. Mar. Res.* 46 (1):61-76pp.
91. Rodríguez-Romero J., S. Hernández Vázquez y J. López Martínez. 2009. Desarrollo potencial de peces desaprovechados. *Ciencia y Desarrollo* 35: 45-51; *In: Diversidad Marina. Rev. Cien. y Des.-CONACYT.* 70 p.
92. Rosenblatt, R.H. y G.D. Johnson. 1974. Two new species of sea basses of the genus *Diplectrum*, with a key to the Pacific species. *Cal. Fish and Game* 60(4):178-191.

93. Schwartzlose, R., D. Álvarez-Millán y P. Breggeman. 1992. Golfo de California: Biografía de ciencias marinas. Instituto de investigaciones Oceanológicas, Ensenada., B.C., México, 425 p.
94. SAGARPA. 2005. Anuario estadístico de acuicultura y pesca. México, 2230pp.
95. SAGARPA. 2006. Anuario estadístico de acuicultura y pesca. México, 219pp.
96. SAGARPA. 2007. Anuario estadístico de acuicultura y pesca. México, 220pp.
97. Silverberg, N., F. Aguirre, S. Aguiñiga y N. Romero. 2006. Flujo vertical de materia particulada en la cuenca Alfonso, Bahía de la Paz, durante 2002. *Ciencias Marinas* 32(1A): 73-82.
98. Snelgrove, P.V.R., J.F. Grassle y R.F. Petrecca. 1992. The role of food patches in maintaining high deep-sea diversity: Field experimets with hydrodynamically unbiased colonization trys. *Limnol. Oceanogr.*, 37(7):1543-1550.
99. Sparre, P. y S.C. Venema. 1997, Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. FAO. Docuemnto técnico de pesca. Roma.
100. Thomson, D.A. y N. Mckibbin. 1978. Peces del Golfo de California. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Sonora México. 74 pp.
101. Thomson, D.A., L.T. Findley y A. Kerstitch. 1979. Reef fishes of the Sea of Cortez. John Wiley and Sons, New York 302 pp.

102. Van Der Heiden, A., 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. Pp 149-200. *En*: Yañez-Arancibia A. (ed). Recursos Pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón. Programa Universitario de Alimentos, Instituto del Mar y Limnología, Instituto Nacional de la Pesca, UNAM, México. 149-200 pp.
103. Walker, B. W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. Symposium: The Biogeography of Baja California and adjacent Seas. Syst. Zool. 9(3): 123-133
104. Walter, H.J. y R.H. Rosenblatt. 1988. Pacific toadfishes of the genus *Porichthys* (Batrachoididae) with description of three new species. Copeia (4):887-904.
105. Zahuarance, J.B. 1967. The gerreid fishes of *Eucinostomus* in the eastern Pacific. M. Sc. Thesis, Scripps, Institution of Oceanography. Univ. Cal. San Diego. 74 pp.