



Posgrado en
Ciencias del Mar
y Limnología

Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

Universidad Nacional Autónoma de México
Unidad Académica Mazatlán



Distribución de la familia Macrouridae Gilbert y Hubbs, 1916 en el centro-sur del golfo de California.

T E S I S

que para obtener el grado académico de

Maestro en Ciencias
(Biología Marina)

p r e s e n t a

Biól. Pesq. Daniel de Jesús Moreno Flores.

Director de tesis: Dr. Hugo Aguirre Villaseñor.

Comité tutorial: Dr. Michel E. Hendrickx Reners.
Dr. Juan Madrid Vera.
Dra. Maité Mascaro Miquelajauregui.
Dr. Felipe Amezcua Martínez.

Mazatlán, Sinaloa.
Mayo 2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Dedicatoria.

A mis padres:

Este trabajo está dedicado a las personas más importantes de mi vida, ya que siempre han creído en mí y que me han apoyado en los momentos más difíciles y en los más importantes pero no solo durante mis estudios sino a lo largo de mi vida. A esas personas que aunque hemos estado un tiempo separados siempre estaremos unidos por que hemos construido muchas cosas juntos aún con las adversidades, les agradezco por haberme dado esta oportunidad y las herramientas necesarias para llegar hacer cosas inimaginables que me ayudaron a convertirme en la persona que ahora soy...

A mis hermanos:

A esos amigos que a través del tiempo nos hemos unido mucho más y que forman parte de lo más importante de mi vida, mi familia. Gracias por todos esos momentos maravillosos, Víctor por tu gran esmero y tu gran fortaleza ante todo, Lupita por el brillo de tu alegría y simpatía, a mi Fris tan amorosa y llena de vida, y a los pequeños de la familia, Tito y Karina que llegaron a llenar de esperanzas nuestras vidas...

Y a todas aquellas personas que han estado durante mi vida apoyándome en las buenas y en las malas, conviviendo muchas experiencias y que han sido muy indispensables durante mi estancia en este puerto, gracias a todos...



Agradecimientos.

Al Dr. Hugo Aguirre Villaseñor, director de tesis por haberme dado la oportunidad de trabajar con usted, por haberme tenido paciencia y por la enseñanza para la realización de esta tesis.

Al Dr. Michel Hendrikx, Dr. Juan Madrid, Dra. Maité Mascaró y Dr. Felipe Amezcua, que formaron parte de mi comité tutorial y que gracias a sus comentarios y sus revisiones, ayudaron a sacar adelante este trabajo.

Al CONACyT por el apoyo otorgado para la realización de mis estudios.

Al CRIP de Mazatlán por haberme permitido utilizar las instalaciones durante la realización de este trabajo.

A Margarita Cordero por su facilidad, asistencia y orientación en lo administrativo, académico y burocrático.

A Ma. Clara Ramírez Jaúregui y Pedro Allende Rosales, por la amabilidad, apoyo y contribución en la búsqueda y adquisición bibliográfica que fue indispensable para realización de este trabajo.

A Germán Ramírez y Carlos Suárez, que siempre apoyaron en la asistencia técnica computacional.

A toda la tripulación del B/O "El Puma", que nos apoyaron durante los muestreos de campo y a los compañeros de las campañas TALUD IX, X y XI por su gran compañía durante los viajes.

A todos los compañeros y amigos del laboratorio de Ictiología y Pesquerías, que compartimos muchas experiencias y a los compañeros que estuvieron durante mis estudios.

Agradezco también al grandioso equipo de béisbol que me brindaron su amistad y que compartimos tanto victorias como derrotas pero siempre con mucha alegría.

Y sobre todo a la Universidad Nacional Autónoma de México, al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios y en especial a todos los que conforman la Unidad Académica Mazatlán.



ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABLAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
1. Introducción	1
2. Antecedentes y justificación	4
3. Hipótesis	9
4. Objetivo	9
4.1. Objetivo general.....	9
4.2. Objetivos particulares.....	9
5. Área de estudio	10
6. Material y métodos	12
6.1. Determinación de las especies	13
6.2. Análisis morfométrico y merístico	17
6.3. Factores ambientales	18
6.4. Zoogeografía	18
7. Resultados	20
7.1. Determinación de las especies	20
7.2. Análisis morfométrico y merístico	27
7.3. Factores ambientales	32
7.4. Distribución latitudinal y longitudinal	37
7.5. Zoogeografía	39
8. Discusión	41
8.1. Determinación de especies	41
8.2. Análisis morfométrico y merístico	42
8.3. Factores Ambientales	45
8.4. Zoogeografía	49



9.	Conclusiones	53
10.	Recomendaciones	55
11.	Bibliografía	56
12.	Anexos	64



LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Vista ventrolateral del número de radios branquióstegos.....	3
Figura 2. Área de muestreo de los cruceros III-IX del proyecto TALUD en el centro-sur del golfo de California.	10
Figura 3. Trineo bentónico utilizado para recolectar las muestras de profundidad.	12
Figura 4. Botellas Niskin utilizadas para la obtención de muestras de agua en cada una de las estaciones de los cruceros III-IX del proyecto TALUD en el centro-sur del golfo de California.	13
Figura 5. Esquemas de las medidas morfométricas utilizadas para la determinación de las especies de la familia Macrouridae.	14
Figura 6. Mapa con las delimitaciones de las regiones administrativas utilizadas por FAO a lo largo de la costa del Pacífico Este.....	19
Figura 7. Vista lateral de un ejemplar de <i>Nezumia liolepis</i> (Gilbert, 1890).....	21
Figura 8. <i>Nezumia liolepis</i> (Gilbert, 1890). Vista de la boca, vista lateral del hocico y vista dorsal de la escama.	21
Figura 9. Vista lateral de un ejemplar de <i>Nezumia convergens</i> (Garman, 1899).....	22
Figura 10. <i>Nezumia convergens</i> (Garman, 1899). Vista del hocico y área desnuda, vista lateral de la 2da espina de la 1D, vista de la boca y vista dorsal de la escama.....	23
Figura 11. Vista lateral de un ejemplar de <i>Coryphaenoides anguliceps</i> (Garman, 1899).....	24
Figura 12. <i>Coryphaenoides anguliceps</i> (Garman, 1899). Vista lateral de la premaxila, vista lateral del área del hocico, borde de las orbitas y vista dorsal de la escama.	25
Figura 13. Vista lateral de un ejemplar de <i>Coryphaenoides capito</i> (Garman, 1899).....	26
Figura 14. <i>Coryphaenoides capito</i> (Garman 1899). Vista lateral de la premaxila, vista lateral del área del hocico y vista dorsal de la escama.....	27
Figura 15. Representación gráfica de los componentes principales de las morfometrías pertenecientes a <i>Coryphaenoides anguliceps</i> , <i>C. capito</i> , <i>Nezumia convergens</i> y <i>N. liolepis</i>	29
Figura 16. Distribución batimétrica de las cuatro especies de la familia Macrouridae a lo largo del gradiente de profundidad muestreado (m) observados en los muestreos realizados en el centro-sur del golfo de California.....	32



- Figura 17.** Elección de profundidad determinada a partir del Índice de Elección de Ivlev (E) para las tres especies de macrúridos más comunes capturados en el sur del golfo de California.33
- Figura 18.** Abundancia de las cuatro especies de la familia Macrouridae a lo largo del intervalo de concentración de O_2 (ml/l) observados en los muestreos realizados en el centro-sur del golfo de California.34
- Figura 19.** Elección de O_2 disuelto determinado a partir del Índice de Elección de Ivlev (E) para las tres especies de macrúridos más comunes capturados en el sur del golfo de California.35
- Figura 20.** Distribución de las cuatro especies de la familia Macrouridae en relación con los valores de temperatura ($^{\circ}C$) observados en los muestreos realizados en el centro-sur del golfo de California.....35
- Figura 21.** Elección de temperatura ($^{\circ}C$) determinado a partir del Índice de Elección de Ivlev (E) para las tres especies de macrúridos más comunes capturados en el sur del golfo de California.36
- Figura 22.** Distribución de: (A) *Coryphaenoides anguliceps*, (B) *C. capito*, (C) *Nezumia convergens* y (D) *N. liolepis*, en el centro-sur del golfo de California.38
- Figura 23.** Comparación global regional por porcentaje de la frecuencia de ocurrencia de las especies de la familia Macrouridae, indicando la frecuencia de las especies comunes a la región del golfo de California. NEP, Pacífico noreste; EPC, Pacífico Central este; SEP, Pacífico sureste; PM, Pacífico mexicano; GC, golfo de California.....39



LISTA DE TABLAS

Página

- Tabla 1.** Número de lances realizados por crucero en el proyecto TALUD, número de lances positivos con peces y con macrúridos, realizados en el sureste del golfo de California.....**20**
- Tabla 2.** Valores propios y varianza por componente principal para los datos centrados y estandarizados de las medidas morfométricas de los organismos de la familia Macrouridae.....**28**
- Tabla 3.** Valores de los primeros tres vectores propio (PC1, PC2 y PC3), resultantes del análisis de componentes principales (PCA). Los valores absolutos mayores de cada vector propio se marcan en negritas.....**30**
- Tabla 4.** Número de organismos y estaciones donde se capturó cada especie. Se indican los intervalos de distribución de profundidad (m), oxígeno disuelto (O₂) y temperatura (°C) para cada especie.....**32**
- Tabla 5.** Posición, abundancia y número de organismos para las estaciones de muestreo, donde se capturaron especímenes de la familia Macrouridae, durante los cruceros Talud III-IX.**37**
- Tabla 6.** Comparación regional de los números de especies y de géneros de macrúridos, con la región del golfo de California y los géneros dominantes encontrados.**39**



RESUMEN

Se analizaron 148 organismos de la familia Macrouridae para determinar su distribución batimétrica, espacial y su relación con los factores abióticos, profundidad, temperatura y oxígeno disuelto. Los especímenes fueron capturados en el talud continental del centro-sur del golfo de California, en 78 lances durante las campañas oceanográficas TALUD III-IX (1991-2005) realizadas por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, a bordo del B/O El Puma. A través de las variaciones merísticas y morfométricas y a partir de un análisis multivariado de componentes principales (PCA) se determinaron 4 especies *Nezumia liolepis* con 99 organismos, presente en 18 estaciones. *Coryphaenoides capito* 40 organismos en 12 estaciones. *C. anguliceps* 7 organismos en 4 estaciones, y *N. convergens* 2 organismos en 2 estaciones. Se observó que *N. liolepis* y *C. capito* presentaron una mayor abundancia en el intervalo de 900 y 1200 m, y *N. convergens* y *C. anguliceps* en el intervalo de 1200 y 1600 m. Las 4 especies habitan intervalos térmicos similares entre 2.8 a 6.2 °C, presentando una mayor abundancia entre 3° y 6°C. *N. liolepis* y *C. capito* habitan ambientes en condiciones de hipoxia, más del 60% se capturaron en concentraciones de O₂ menor a 0.3 ml/l, *N. convergens* y *C. anguliceps* se presentaron en valores mayores a 0.3 ml/l. El intervalo de distribución batimétrica de *C. capito* se incrementó de 1000 m hasta 1800 m, y el intervalo de la longitud total para *N. liolepis* fue mayor (6.93-33.5 cm) a lo registrado en trabajos anteriores (11.4-30 cm). La especie más abundantes fueron *N. liolepis* y *C. capito*, ambas presentaron una amplia distribución latitudinal y batimétrica en el golfo de California. Las cuatro especies registradas en el presente trabajo se presentan dentro de la distribución registrada a lo largo del Pacífico americano. El PCA resulto ser una herramienta útil como ayuda para la determinación de las especies.



ABSTRACT

They were determined 148 organisms of the Macrouridae family captured in the continental slope during the oceanographic campaigns TALUD III-IX (1991-2005) realised by the Instituto de Ciencias del Mar y Limnología of the UNAM, on board the B/O the Puma. Through the meristics and morfometrics variations and multivariate analysis of principal components (PCA) they were determined 4 species in 78 trawls; *Nezumia liolepis* presented 99 organisms in 18 stations. *Coryphaenoides capito* presented 40 organisms in 12 stations, *C. anguliceps* with 7 organisms in 4 stations, and *N. convergens* with 2 organisms in 2 stations. Examined the relationship between species and an abiotic factors, where *N. liolepis* and *C. capito* presented a greater abundance in the interval of 900 and 1200 m, whereas *N. convergens* and *C. anguliceps* presented an interval of greater depth. They live in a similar thermal interval of 2.8 to 6.2 °C, presenting a great abundance in the interval of 3 to 6 °C for all the species. *N. liolepis* and *C. capito* they live especially in ambient with conditions of hypoxic, more than 60% were captured in concentrations of O₂ smaller than 0.3 ml/l, whereas *N. convergens* and *C. anguliceps* appeared in high concentrations more than 0.3 ml/l. The four registered species of Macrouridae family in the present work show an ample distribution throughout the American Pacific, where the biogeographic relations of the Macrouridae family were throughout the gulf of California with the Mexican Province the limit of North distribution of *C. anguliceps*, *C. capito* y *N. convergens*. *N. liolepis* extends until the northeast of the Pacific. The interval of bathymetric distribution of *C. capito* was increased from 1000 m to 1800 m, and the interval of the total length for *N. liolepis* was higher (6.93-33.5 cm) than the registered in previous studies (11.4-30 cm).



1. Introducción

Los peces de aguas profundas, de acuerdo con Marshall (1954, 1963, 1971), son aquellos que normalmente se localizan por debajo del límite de la zona fótica del océano (alrededor de los 200 m de profundidad), independientemente del ambiente en el cual se desenvuelvan, es decir, si son pelágicos o bentónicos.

Dentro de los diferentes grupos de peces de profundidad, las especies de la familia Macrouridae son una de las más dominantes (Percy y Ambler, 1973). La familia Macrouridae es la familia mejor representada dentro de los Gadiformes y se conocen más de 300 especies, clasificadas en 34 géneros pertenecientes a 4 subfamilias (Cohen *et al.*, 1990). La mayoría de estas especies son bentopelágicas, están presentes en todos los océanos desde las regiones Árticas a las Antárticas, donde contribuyen considerablemente a la biomasa de los ecosistemas (Haedrich *et al.*, 1980; Merret y Marshall, 1980; Stefanescu *et al.*, 1992^a) El 90% de las especies habitan el talud continental entre los 200 y los 2000 m de profundidad (Cohen *et al.*, 1990).

La familia Macrouridae (del griego *makros* = grande y *oura* = cola) se distingue por tener una cabeza grande, hocico proyectado y cuerpo esbelto, el cual se va afilando hasta terminar en una cola en forma de látigo; generalmente presenta dos aletas dorsales, la primera alta, la segunda baja y ocupa la mayor parte del dorso; la aleta anal es alargada, usualmente con más de 80 radios; la aleta anal y la segunda aleta dorsal confluyen con la caudal, la aleta caudal no está definida. Primera aleta dorsal no presenta espinas, los dos radios espinosos de la primera aleta dorsal son morfológicamente radios blandos endurecidos, excepto en *Trachyrhynchus* y algunos macrúridos jóvenes (Marshall, 1965), sin embargo, para la descripción de las especies estas estructuras suelen designarse como espinas (Iwamoto, 1970). De estas, la primera espina es rudimentaria y la segunda puede presentar dientes en la superficie del borde anterior. Generalmente presentan una barbilla en el mentón. Algunas especies presentan un órgano luminiscente subcutáneo localizado a lo largo de la línea media del abdomen, con una fosa justo por delante del ano. Presenta de 5 a 8 radios branquióstegos. Cuentan con 10 a 16 vértebras abdominales (Nelson, 1994; Cohen *et al.*, 1990).



De acuerdo con Nelson (1994) la posición taxonómica de la familia Macrouridae es:

Reino:	Animalia
Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata (Craniata)
Superclase:	Gnathostomata (Teleostomi, "Pisces")
Clase:	Osteichthyes
Subclase:	Actinopterygii
Infraclase:	Neopterygii
División:	Halecostomi
Subdivisión:	Teleostei
Infradivision:	Euteleostei
Superorden:	Paracanthopterygii
Orden:	Gadiformes
Familia:	Macrouridae

La familia Macrouridae está representada por cuatro subfamilias. La subfamilia Macrouroidinae se caracteriza por presentar una aleta dorsal continua, su porción anterior no está elevada; aletas pélvicas ausentes o pequeñas, con cinco radios branquióstegos; cabeza redonda, generalmente inflada. La subfamilia Trachyrincinae presenta un hocico largo, puntiagudo; boca inferior; escamas del cuerpo espinuladas (con ornamentaciones), con una hilera de escudetes con forma de quilla a lo largo de las aletas dorsal y anal; fosa post-temporal presente. La subfamilia Bathygadinae presenta un hocico redondeado; boca terminal; escamas del cuerpo espinuladas. La subfamilia Macrourinae presenta dos aletas dorsales, con un espacio evidente entre ellas; La primera dorsal presenta dos espinas, la primera rudimentaria; la aleta anal es mucho más elevada que la segunda dorsal; las branquiespinas son tuberculares; el primer arco branquial externo está restringido por pliegues de piel; el barbillón puede ser largo, reducido o ausente; 6-7 radios branquióstegos, raramente ocho; escamas con espínulas en algunas especies.

La subfamilia Macrourinae se divide en dos grupos, tomando en cuenta el conteo (Figura 1 a) de los radios branquióstegos (Iwamoto, 1979). En este grupo son los que presentan seis radios (Figura 1 b) y se encuentran los géneros: *Albatrossia*, *Coelorinchus*, *Coryphaenoides*, *Cynomacrurus*, *Hyomacrurus*, *Lepidorynchus*, *Macrourus* y *Odontomacrurus*. Y con siete u ocho radios branquióstegos (Figura 1 c): *Trachonurus*, *Mataeocephalus*, *Mesobius*, *Echinomacrurus*, *Cetonurus*, *Sphagemacrurus*, *Macrosmia*, *Paracetonurus*, *Asthenomacrurus*, *Haplomacrurus*, *Kumba*, *Malacocephalus*, *Ventrifossa*,



Parakumba, *Nezumia* y un género monotípico (*Pseudonezumia*) formando el segundo grupo.

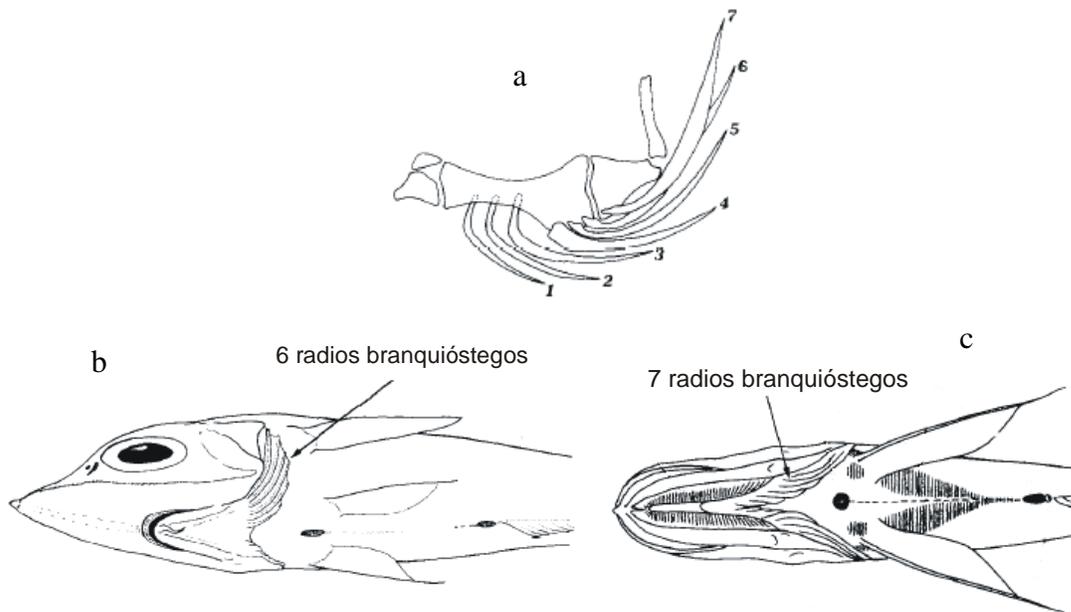


Figura 1 Vista ventrolateral del número de radios branquiostegos. (a) Conteo de los radios; (b) organismo con 6 radios; (c) organismo con 7 radios. Tomado de **Cohen et al., 1990**.

Los géneros mejor representados de la familia Macrouridae son *Coelorhynchus* (Girona, 1810) con más de 76 especies, *Coryphaenoides* (Grunnerus, 1765), con 61 especies y *Nezumia* (Jordan, 1904) con 46 especies, estos tres géneros contiene la mitad de las especies registradas (Cohen et al, 1990). La mayoría de las 300 especies de peces de profundidad de la familia Macrouridae son bentopelágicos en su vida adulta (Hubbs y Iwamoto, 1977).



2. Antecedentes y justificación

Una cuestión importante que ha sido objeto de discusión, prácticamente desde los inicios de la ictiología de aguas profundas, es la referente a la riqueza específica que existe en el océano. Sin duda, la expedición del buque británico “Challenger” proporcionó la primera idea al respecto (Castro-Aguirre y Balart, 1996), pero los estudios sobre peces de profundidad en la actualidad son muy pocos. La poca información sobre los peces de profundidad se puede atribuir a las dificultades del muestreo, ya que las labores de captura de las especies de aguas profundas no es fácil, debido a que se requiere de embarcaciones y artes de pesca especiales (Castro-Aguirre y Balart, 1996).

El conocimiento de los peces macrúridos se ha incrementando a partir de los estudios de las expediciones del Challenger 1873-1876, donde Günther (1887) reporta 47 especies de la familia Macrouridae (Iwamoto, 1970). Durante las décadas de 1870 y 1880, los buques de investigación de los Estados Unidos el “Albatross”, el “Blake” y el “Fish Hawk” trabajaron en aguas profundas en el noroeste del Atlántico, encontrándose 16 especies de macrúridos (Iwamoto, 1970). En el Pacífico, Garman (1899) estudió los peces de aguas profundas obtenidas por el “Albatross” del Pacífico Este Tropical, y describiendo 19 nuevas especies de macrúridos. Gilbert (1891, 1892, 1895, 1905) determinó 21 especies de macrúridos usando material recolectado en el noreste del Pacífico y en las cercanías de las islas Hawaiiianas.

Dentro del golfo de California, las primeras expediciones de gran alcance que se realizaron en el Pacífico oriental, fueron patrocinadas por parte de la antigua Comisión de Pesca de los Estados Unidos de Norteamérica, quien destinó a la fragata “Albatross”, entre 1885 y 1889, para realizar exploraciones faunísticas y pesqueras en las costas de este océano (Castro-Aguirre y Balart, 1996). Parte de estas investigaciones fueron incluidas por Jordan y Evermann (1896-1900) en su catálogo descriptivo de los peces del Norte y Centroamérica, así como en su lista ictiofaunística (Jordan *et al.*, 1930). Townsend y Nichols (1925), publicaron un trabajo importante sobre los peces de profundidad de Baja California, en donde se describieron especies nuevas. Castro-Aguirre y Balart (1996) proporcionan una lista la cual incluye 195 especies.



En el Pacífico americano, Iwamoto y Sazonov (1988) realizaron una revisión del género *Coryphaenoides*, donde presentan una lista de 14 especies y describen una nueva especie (*C. oreinos*) en aguas mexicanas. Este trabajo contiene una serie de evaluaciones de los macrúridos del Pacífico Este comenzando con Iwamoto y Stein (1974) una revisión de granaderos del Noreste del Pacífico, seguido de los artículos por Chirichigno e Iwamoto (1977), Hubbs e Iwamoto (1977) e Iwamoto (1978, 1979).

Stefanescu y Rucabado (1992) en profundidades de 1000 a 2250 m en el mar Catalán (oeste del Mediterráneo), registraron 31 especies pertenecientes a 19 familias, el 85% de todos los especímenes analizados fueron de las familias Chlorophthalmidae, Moridae y Macrouridae. Con la ayuda de un modelo cuantitativo describen la distribución batimétrica de las 13 especies más abundantes, las cuales están concentradas entre los 1000-2200 m de profundidad, donde una de las familias mejor representadas en término de número de especies fue la familia Macrouridae con cinco especies.

La zoogeografía para aguas someras ha sido estudiada ampliamente, sin embargo para las especies de aguas profundas han sido poco estudiadas, debido a la inaccesibilidad de los ambientes profundos y su alto costo de muestreo. Un problema en la utilización de las provincias o regiones zoogeográficas de aguas someras, es que las provincias de profundidad no coinciden con estas (Pequeño, 2000; Spalding *et al.*, 2007; Fariña *et al.*, 1997), lo cual frena un poco para la determinación de los conjuntos ictiofaunísticos de las aguas profundas. No obstante con el afán de analizar el origen y relación de la ictiofauna de aguas de profundidad del golfo de California, Castro-Aguirre y Balart (1996) utilizan las provincias zoogeográficas de aguas someras.

En el Pacífico chileno, Pequeño y Vera (2003), encuentran que la familia Macrouridae es una de las más numerosas en cuanto a especies, presentan el primer registro de *Coryphaenoides subserrulatus* Makushok, 1976, capturado en la costa central de Chile.

Excepto para cuatro especies, la importancia económica de algunos macrúridos en la actualidad es mínima, aunque algunas especies son capturadas incidentalmente por trampas de profundidad y son utilizadas como pescado fresco o procesado, para la producción de harina y pasta de pescado. En las pasadas dos décadas, las especies *Coryphaenoides rupestris* y *Macrourus berglax* han sido el recurso de una importante pesquería en el norte



del Atlántico, al igual que *M. carinatus* y *M. holotrachys* en el sur del Atlántico (Cohen *et al.*, 1990). El granadero gigante (*Albatrossia pectoralis*) del norte del Pacífico fue el recurso para una de las grandes pesquerías soviéticas en los mares de Okhotsk y Bering en los 60's. En California, el granadero del Pacífico (*C. acrolepis*) es pescado en pequeñas cantidades y es vendido como filetes fresco en el mercado. Kelly *et al.* (1996) reportan para la pesquería del mar del Norte capturas de *Coryphaenoides rupestris* un rendimiento máximo sostenible de 7000 a 9000 toneladas para las divisiones ICES VI y VII, y concluyen que este recurso podría constituirse en una alternativa real, y ser una posible alternativa a varias pesquerías tradicionales. Un estudio realizado por la Universidad de Concepción sobre la pesquería chilena del bacalao de profundidad, reporta que los macrúridos representaron el 34% de la fauna de acompañamiento. Estas observaciones coinciden con lo registrado por Oyarzún *et al.* (1990), en el sector de Talcahuano (puerto chileno) en faenas de pesca con espinel, para la extracción del congrio dorado *Genypterus blacodes* y el bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*). En este sector las capturas de especies de la familia Macrouridae llegaron a ser importantes tanto en número como en biomasa.

Por otra parte se sabe, que las propiedades físicas y químicas de la columna de agua, en las capas superficiales del océano muestran una variabilidad considerable, pero en la profundidad el ambiente es aparentemente homogéneo y muy estable en el tiempo (Koslow, 1993; Robison, 2004). En el sur del golfo de California Hendrickx (2001) reportó valores de temperatura alrededor de 10° C entre 400 y 500 m de profundidad, pero al aumentar la profundidad hasta 2000 m, la temperatura desciende de los 10° C hasta <4° C. Las concentraciones de oxígeno disuelto se consideran un factor limitante para las especies bentónicas y demersales, detectándose concentraciones críticas de hipoxia (0.5-1.0 ml/l) y, en ocasiones incluso niveles cercanos a la anoxia en profundidades entre los 300 y 800 m, aunque a partir de los 800 m de profundidad estos valores aumentan paulatinamente hasta casi los 2.5 ml/l en 2,000-2,300 m.

En el aspecto vertical, la temperatura media del agua decrece rápidamente con la profundidad. En general, a los 1000 m la temperatura se reduce hasta alcanzar 14° C en los 150 m de profundidad (Robinson, 1973). A profundidades entre 2500 y 3000 m, la temperatura alcanza 1.85° C, de 3000 m hacia el fondo se incrementa la temperatura 1° C



por cada 1000 m debido al efecto de presión adiabática (Alvarez-Borrego, 1979; Roden y Emilson, 1980).

Se ha reportado que la distribución geográfica y batimétrica de algunas especies de aguas profundas se ve influenciada principalmente por la presencia de las zonas de mínimo oxígeno. La respuesta inicial es a menudo un aumento de la respiración o la actividad, seguida de la migración fuera de la zona afectada. Los organismos bentónicos, son incapaces de dejar el área afectada, puede mostrar una gama de respuestas. Estos incluyen la disminución en la actividad no relacionada con la respiración (Rogers, 2000). Las zonas de mínimo oxígeno han presentado en muchas ocasiones para los organismos de los márgenes continentales, islas oceánicas y montañas marinas, una barrera entre las poblaciones.

Para la familia Macrouridae, se ha observado que diferentes especies del género *Coryphaenoides* presentan diferentes adaptaciones a las bajas concentraciones de oxígeno y de temperatura, algunas especies han desarrollado mecanismos sumamente eficientes para extraer el oxígeno agotado del agua, lo cual les permite permanecer en la zona de mínimo oxígeno, mientras que otras especies que no presentan estos mecanismos, simplemente se desplazan a otros sitios en donde las concentraciones no son tan bajas (Levin, 2002). Los factores fisicoquímicos pueden llegar a afectar la distribución de algunas especies tanto en aguas someras como en aguas profundas (Rogers, 2000). Otras especies presentan adaptaciones a grandes presiones de profundidad, Morita (1999) supone que este hecho ha producido especiación entre especies abisales y no abisales.

En el golfo de California se han realizado estudios de la distribución de invertebrados bentónicos de profundidad (crustáceos decápodos) que se distribuyen a profundidades entre los 600 a 2250 m, en concentraciones de oxígeno desde los 0.13 a 2.5 ml/l y a temperaturas $<6^{\circ}$ C (Hendrickx, 2003). De igual manera las variables ambientales responsables en la distribución para poliquetos (Méndez, 2007) y para moluscos de profundidad (Zamorano *et al.*, 2007) fueron la profundidad, el oxígeno disuelto y la temperatura. Donde los poliquetos y los moluscos se distribuyen a profundidades entre los 700 a 2200 m, de 0 a 2.4 ml/l de oxígeno disuelto y temperaturas de 2° a 6.5° C.



No obstante las altas diversidad y abundancia del ensamble de peces de aguas profundas, virtualmente no se conoce nada acerca de su composición, distribución batimétrica y zonación en el centro-sur del golfo de California, entre los 200 y 2000 m de profundidad.

Los análisis de morfometría, particularmente en teleósteos, han sido la fuente primaria de información para estudios taxonómicos y evolutivos (Strauss y Bond, 1990). Pero como las especies de la familia Macrouridae presentan algunos problemas en su determinación taxonómica (Cohen *et al.*, 1990), se utilizaron los métodos de acuerdo a lo establecido por Gilbert y Hubbs (1916) y Hubbs y Lagler (1958).

En el presente trabajo se analizó la composición de las especies realizando un estudio morfométrico y merístico mediante un análisis multivariado (Análisis de Componentes Principales), también se analizó la distribución tanto batimétrica como zoogeográfica de la familia Macrouridae, ya que dicha familia fue una de las más abundantes dentro de los peces capturados en las muestras del proyecto TALUD en las campañas III a IX, a bordo del B/O El Puma del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.



3. Hipótesis

Suponiendo que en las aguas profundas >600 m, en el centro y sur del golfo de California, los valores de los factores abióticos disminuyen con la profundidad, se espera que la distribución de las especies de la familia Macrouridae presente diferencias batimétricas, espaciales y en relación a los factores abióticos.

4. Objetivo

4.1. Objetivo general

Determinar taxonómicamente la composición de los especímenes de la familia Macrouridae mediante un análisis morfométrico y merístico, incluyendo la relación con algunos parámetros abióticos (profundidad, temperatura y oxígeno disuelto), a partir de los muestreos realizados en el centro-sur del golfo de California, en las campañas oceanográficas TALUD III-IX (1991-2005) realizadas por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, a bordo del B/O El Puma.

4.2. Objetivos particulares

- Determinar las especies de la familia Macrouridae del centro-sur del golfo de California, e incluir el material dentro del acervo de la colección de peces de la unidad Académica Mazatlán, ICML, UNAM.
- Determinar las variaciones merísticas y morfométricas de la familia Macrouridae.
- Evaluar las diferencias morfométricas entre especies a partir de un análisis multivariado de componentes principales (PCA).
- Describir la ubicación espacio temporal de las especies de la familia Macrouridae (profundidad, latitud y longitud).
- Examinar la relación de la familia Macrouridae y los factores abióticos registrados en el área de estudio.
- Analizar las relaciones biogeográficas de la familia Macrouridae en el océano Pacífico americano.



5. Área de estudio

El golfo de California es un mar cálido subtropical del océano Pacífico Oriental, el cual se extiende desde la desembocadura del río Colorado hacia el sur y se encuentra limitado al Oeste por la península montañosa de Baja California, y al Este por los desiertos áridos de Sonora, Sinaloa y Nayarit (Parker, 1964). Se extiende en dirección nor-noroeste en una longitud de 1,203 km, con una anchura variable de 92 a 222 km. Sus latitudes extremas son los 23° y los 31° 40' N, y sus longitudes extremos, 107° y los 115° W.

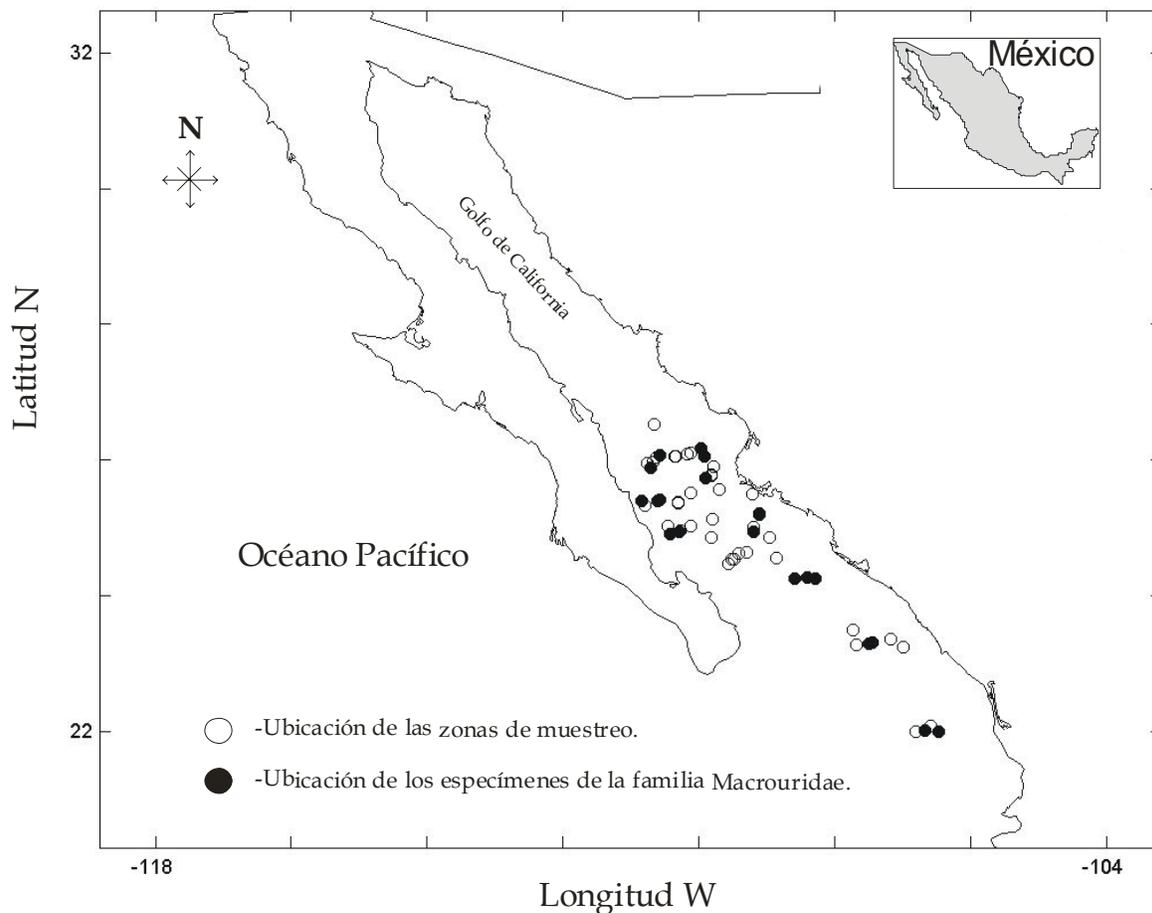


Figura 2 Área de muestreo de los cruceros III-IX del proyecto TALUD en el centro-sur del golfo de California. Las marcas indican las estaciones donde se capturaron especímenes de la familia Macrouridae.



El canal conocido como canal de Ballenas presenta una profundidad mayor a los 1500 m y divide al golfo de California en dos regiones. En el norte del golfo de California la profundidad no excede de los 450 m, con una superficie de casi 7200 km² (Nelson *et al.*, 1980). El enriquecimiento de nutrientes es conducido principalmente por la mezcla de la marea (Zeitschel, 1969), dando por resultado una alta productividad a través del año (Lluch-Cota y Arias-Arechiga, 2000). El sur de golfo de California se abre hacia el Pacífico, con profundidades mayores de 3000 m en la entrada (Parker, 1964; Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979). La parte de la plataforma continental del SE del golfo de California se caracterizan por una amplia y profunda capa de mínimo oxígeno, entre los 100-150 m y 600-800 m de profundidad, donde se presentan severas condiciones de hipoxia. Esto afecta adversamente a las comunidades bentónicas y pelágicas, y se considera como el principal factor limitante para la distribución de la macrofauna (Díaz y Rosenberg, 1995; Hendrickx, 2001).

Para el área de estudio se tomó como referencia las zonas donde las profundidades son mayores a los 600 m. Los puntos extremos del área de muestreo se encuentran entre los 22°00' N y 26°06.5' N y entre los 106°28.1' W y 110°50.1' W, con profundidades que varían desde los 600 a los 2400 m.



6. Material y métodos

Las muestras fueron recolectadas durante los cruceros de investigación III-IX del proyecto TALUD (Figura 2), realizados por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Las muestras se obtuvieron a una profundidad mayor de 600 m, en el centro-sur del golfo de California, a partir de los cruceros de investigación (TALUD III agosto de 1991 con 11 lances; TALUD IV agosto de 2000 con 8 lances; TALUD V diciembre de 2000 con 8 lances; TALUD VI marzo de 2001 con 7 lances; TALUD VII junio de 2001 con 14 lances; TALUD VIII abril de 2005 con 13 lances; TALUD IX noviembre de 2005 con 14 lances) realizadas a bordo del buque oceanográfico “El Puma” de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Las muestras de peces se capturaron con un trineo bentónico de 2.35 m de ancho, 0.90 de alto y de unos 250 kg de peso, equipada con una red de 5.5 cm de abertura de malla (Figura 3), operada a profundidades de entre 600 a 2250 m en el centro-sur del golfo de California. Cada arrastre duró alrededor de 30 minutos, anotándose la posición geográfica, la batimétrica, la fecha, la hora y el tiempo de arrastre.



Figura 3 Trineo bentónico utilizado para recolectar las muestras de profundidad.

Una vez recuperado el arte de pesca, el material fue separado, congelado o fijado en solución de formaldehído al 10% y etiquetado con datos de cada estación para su posterior análisis en el laboratorio.



La profundidad del muestreo fue estimada con un ecosonda analógico EDO WESTERN. Las coordenadas de los puntos de muestreo se registró mediante un sistema posicionador GPS que contiene la embarcación, las cuales se registraron en grados, décimas y centésimas de minuto. Para determinar los perfiles en la columna de agua (profundidad, temperatura, salinidad, y concentración de O₂), se utilizó el CTD-O₂ Seabird. Además se utilizaron cinco botellas Niskin para obtener muestras de agua a lo largo de la columna y determinar la concentración de O₂ disuelto por el método de Winkler (Figura 4). En ambos, los parámetros abióticos de la zona epibéntica se midió alrededor de 10 m por encima del fondo oceánico.

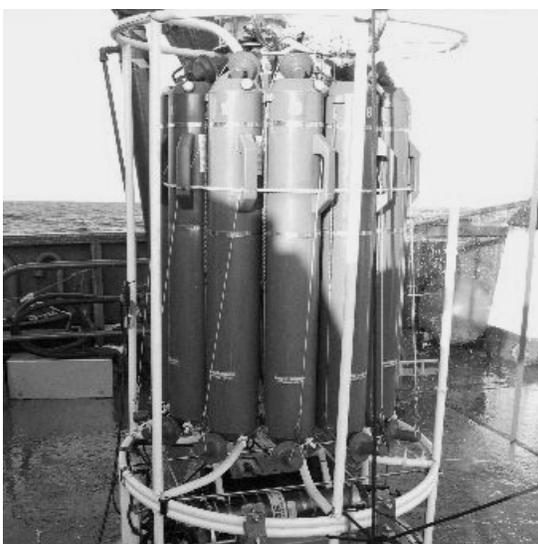


Figura 4 Botellas Niskin utilizadas para la obtención de muestras de agua en cada una de las estaciones de los cruceros III-IX del proyecto TALUD en el centro-sur del golfo de California.

6.1. Determinación de las especies

Los organismos se procesaron (merística y morfológicamente) en las instalaciones del Instituto Nacional de la Pesca, en el CRIP-Mazatlán, y el Laboratorio de Ictiología de la Unidad Académica del ICML-Mazatlán. Los métodos para la obtención de medidas y conteos generalmente seguida de Gilbert y Hubbs (1916) y Hubbs y Lagler (1958), con la ayuda de un vernier digital y un examen directo del ejemplar bajo la lupa microestereoscópica. Pero como los macrúridos difieren en algunos aspectos generales del cuerpo de los teleósteos, se han hecho ciertas modificaciones en los métodos estándar para la identificación de las especies (Iwamoto, 1970; Iwamoto y Williams, 1999), las medidas morfométricas y los conteos merísticos que se utilizaron para el procesamiento de las muestras se describen cada una de sus siglas y algunas ilustraciones (Figura 5).



Medidas morfométricas

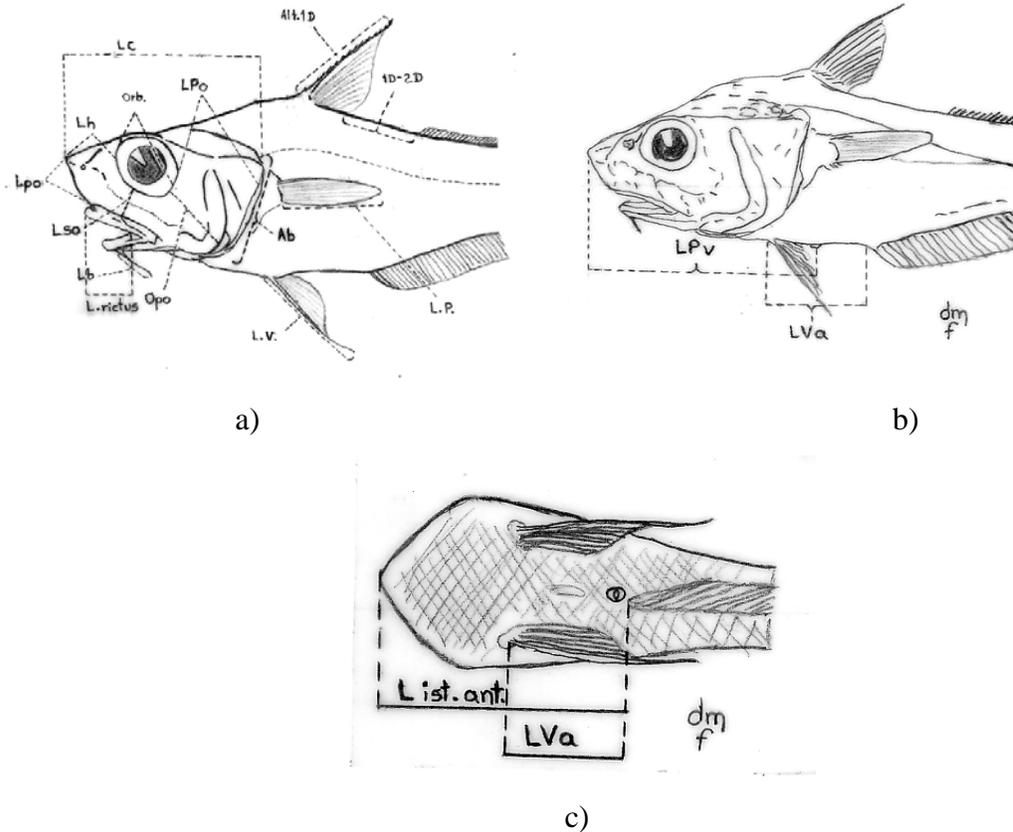


Figura 5 Esquemas de las medidas morfométricas utilizadas para la determinación de las especies de la familia Macrouridae (Adaptado de Iwamoto (1970) e Iwamoto y Williams (1999)). a), b) Vista lateral de las medidas de la cabeza y del medio cuerpo. c) vista ventral de las medidas del istmo al origen de la aleta anal.

Todas las especies se registraron fotográficamente para elaborar una colección de referencia. En el laboratorio se determinó hasta el nivel taxonómico de especie, las muestras ícticas obtenidas en los diferentes cruceros, utilizando las claves de Cohen *et al.* (1990), Fischer *et al.* (1995) e Iwamoto y Williams (1999). La validez del nombre de la especie y sus sinonimias se revisaron en la versión en línea del catálogo de peces de Eschmeyer (2003).



Las abreviaturas de las siguientes medidas morfométricas y conteos merísticos se tomaron de los trabajos de Iwamoto (1970) e Iwamoto y Williams (1999):

- 1) Lt---longitud total; longitud del inicio del **hocico** hasta la parte posterior del organismo.
- 2) Lc---longitud cefálica; tomada de la extremidad del **hocico** al ángulo posterior superior del **opérculo**.
- 3) Ac---ancho de la cabeza; la medida transversal más grande, generalmente a través de los **opérculos** e incluyendo los escudos óseos del canto suborbital.
- 4) Lh---longitud del hocico; longitud de la extremidad del **hocico** al margen anterior de la **órbita**.
- 5) Lpreo---longitud preoral; longitud ventral media del extremo del **hocico** al margen superior de los **labios**.
- 6) Lin.---longitud internasal; distancia media entre las **fosas nasales**.
- 7) Lio.---longitud interorbital; distancia media entre las **orbitas**.
- 8) Lorbital. ---longitud orbital; medida del diámetro de la **órbita**.
- 9) Lso---longitud suborbital; anchura media del espacio **suborbital**.
- 10) Lpost---longitud postorbital; distancia del margen posterior de la **órbita** al ángulo posterior superior del **opérculo**.
- 11) Orb preop---orbita preopercular; medida oblicua desde el margen posteroventral de la **órbita** al margen posteroventral del **preopérculo**.
- 12) Lms---longitud de la mandíbula superior; longitud del extremo anterior del **premaxilar** al final posterior del **maxilar**.
- 13) Pmx---Premaxilar; medida de la altura de la extremidad dorsal del proceso ascendente anterior al margen anteroventral del hueso, no incluyendo los dientes; medida de la longitud más grande de la extremidad anterior al extremo posterior; medida de la abertura entre las bandas dentales de cada premaxilar.
- 14) Lb---longitud barbilla; longitud de la porción libre de la **barbilla**, de la inserción posterior a la extremidad distante
- 15) Ab---Abertura branquial; la medida más grande de la abertura branquial exterior.
- 16) LPreA---longitud pre-anal; distancia entre la extremidad del **hocico** al origen de la **aleta anal**.
- 17) LPrevent---longitud pre-ventral; distancia entre la extremidad del **hocico** a la **abertura anal**.
- 18) LVa---longitud ventral anterior; distancia entre la base de la **espina pélvica** externa al origen de la **aleta anal**.
- 19) L ist. A.--- distancia entre el extremo anterior del **istmo** al origen de la **aleta anal**.
- 20) Prof. cuerpo.--- La profundidad más grande del cuerpo, generalmente debajo del origen de la primera **aleta dorsal**.
- 21) Prof. anal.---La profundidad más grande del cuerpo, desde el origen de la **aleta anal**.
- 22) 1D.-2D.---Limite entre la distancia posterior de la **1ra aleta dorsal** y el origen de la **2da aleta dorsal**.
- 23) Altura 1D.---Altura de la primera **aleta dorsal**.
- 24) Long. 1D.---Longitud de la base de la **primera dorsal**.
- 25) Long. P.--- longitud de la **aleta pectoral**.
- 26) Long. V.--- longitud de la **aleta pélvica**.
- 27) Post. nost.---El diámetro más grande del **nostrilo posterior**.



- 28) Long. rictus.---Longitud de la abertura lateral de la boca mide de la extremidad anterior del **premaxilar** al ángulo posterior de la **boca**.

Conteos merísticos

1D y 2D.--- Conteos de las **primera y segunda aletas dorsals**; el número romano "II" se refiere a las dos espinas radiales de la primera aleta dorsal.

P --- Conteos de los radios de la **aleta pectoral**, la "i" minúscula refiere al primer radio no ramificado.

V --- Conteo de los radios de la **aleta pélvica**.

A --- Conteo de los radios de la **aleta anal**.

B-ost --- Conteo de los radios **branquiostegos**.

B-esp --- Conteo de las **branquiespinas** en la cara interna del primer arco branquial.

Caeca --- Conteo del número de **ciegos pilóricos**.



6.2. Análisis morfométrico y merístico

Análisis de Componentes Principales (PCA)

Previo al análisis de componentes principales (PCA), se determinó la distribución normal de cada una de las variables, la distribución esperada se calculó a partir del valor de la mediana y la desviación estándar (ver Anexo II).

Para el PCA, los datos de los individuos para cada una de las variables se estandarizaron de acuerdo con la ecuación:

$$Z_i = \frac{\bar{L} - L_i}{\sigma}$$

donde Z_i es el valor estandarizado de cada uno de los individuos i para cada variable, \bar{L} el valor promedio de la variable, σ es la desviación estándar de la variable y L_i es valor de cada individuo para la variable analizada, de esta manera todas las escalas de medida se llevan a una escala común de media 0 y desviación estándar 1 (Sokal y Rohlf, 1981). El análisis de componentes principales (PCA) está basado en el cálculo de vectores propios o principales independientes de la matriz de correlación, cuando se normalizan estos vectores propios, se encuentran los componentes principales. Con esta técnica, se puede resumir en algunas dimensiones el gran número de datos y permite conocer la cantidad de la varianza explicada por los ejes. Este método multivariante tiene el objetivo de convertir la información estadística muy compleja resultante de los datos, en otra casi equivalentes pero más manejables (pocas nuevas variables) sin pérdida significativa de información (León *et al.* 2008). Por esto las técnicas del análisis de datos multivariados permiten estudiar la información de la variación morfológica entre las especies de la familia Macrouridae e identificar las medidas que nos ayudó a establecer y determinar la formación de grupos dentro del espacio multivariado (Crisci y López-Amengol, 1993; Cadrin y Friedland, 1999; Burr *et al.*, 2001; Gonzáles-Díaz *et al.*, 2005). Para la obtención de los valores de cada uno de los componentes principales, los datos se analizaron mediante el paquete estadístico STATISTICA 6.0, y después los valores de cada componente principal fueron graficados para poder interpretarlos. La importancia de las variables individuales en la descripción de la varianza de cada componente principal PC, se determinó a partir de los valores absolutos del vector propio (Manley, 1986).



6.3. Factores ambientales

Se utilizó el índice de Elección (E) de Ivlev (1961) para investigar la afinidad de las especies a cada uno de los factores ambientales (profundidad, $[O_2]$ y temperatura):

$$E = r_i - p_i / r_i + p_i,$$

donde r_i es la proporción de muestras en que las especies fueron capturados en su hábitat i , y p_i es la proporción del hábitat i en todas las muestras. El intervalo de valores de E va de -1 (aversión total) a 1 (afinidad total), con un valor de cero que indica no elección.

6.4. Zoogeografía

La distribución de las especies de la familia Macrouridae se comparó con los datos existentes en la bibliografía para el Pacífico americano (Castro-Aguirre *et al.*, 2007; Cohen *et al.*, 1973, 1990; De la Cruz-Agüero y Galván-Magaña, 1992; Endo *et al.*, 1994; Endo y Okamura, 1992; Geistdoerfer, 1990; Gilbert, 1980; Hart, 1973; Iwamoto, 1989, 1990, 1997; Iwamoto y Anderson, 1994; Iwamoto y McCosker, 2001; Iwamoto y Sazonov, 1988, 1994; Iwamoto y Schneider, 1995; Iwamoto y Williams, 1999; Kailola, 1987; Masuda *et al.*, 1984; Nakamura *et al.*, 1986; Pastón *et al.*, 1989; Quast y May, 1972; Sazonov, 1994; Sazonov e Iwamoto, 1992; Shcherbachev e Iwamoto, 1995; Wilson, 2001).

Para analizar las relaciones biogeográficas de la familia Macrouridae en el océano Pacífico americano, se utilizaron las regiones administrativas que utilizan la FAO; Pacífico Noreste (Lat 40°00'N y Lon 175°00'W), Pacífico Central (Lat 40°00'N – 25°00'S y Lon 175°00'W - 120°00'W) y el Pacífico sureste (Lat 5°00'S – 60°00'S y Lon 120°00'W – 67°00'W) (Figura 6) y las provincias de acuerdo a lo propuesto por Briggs (1974), Provincia mexicana (Lat 23°00'N – 16°00'N) y golfo de California (23°00'N – 32°00'N 109°00'W – 115°00'W) dentro de la Provincia Californiana.

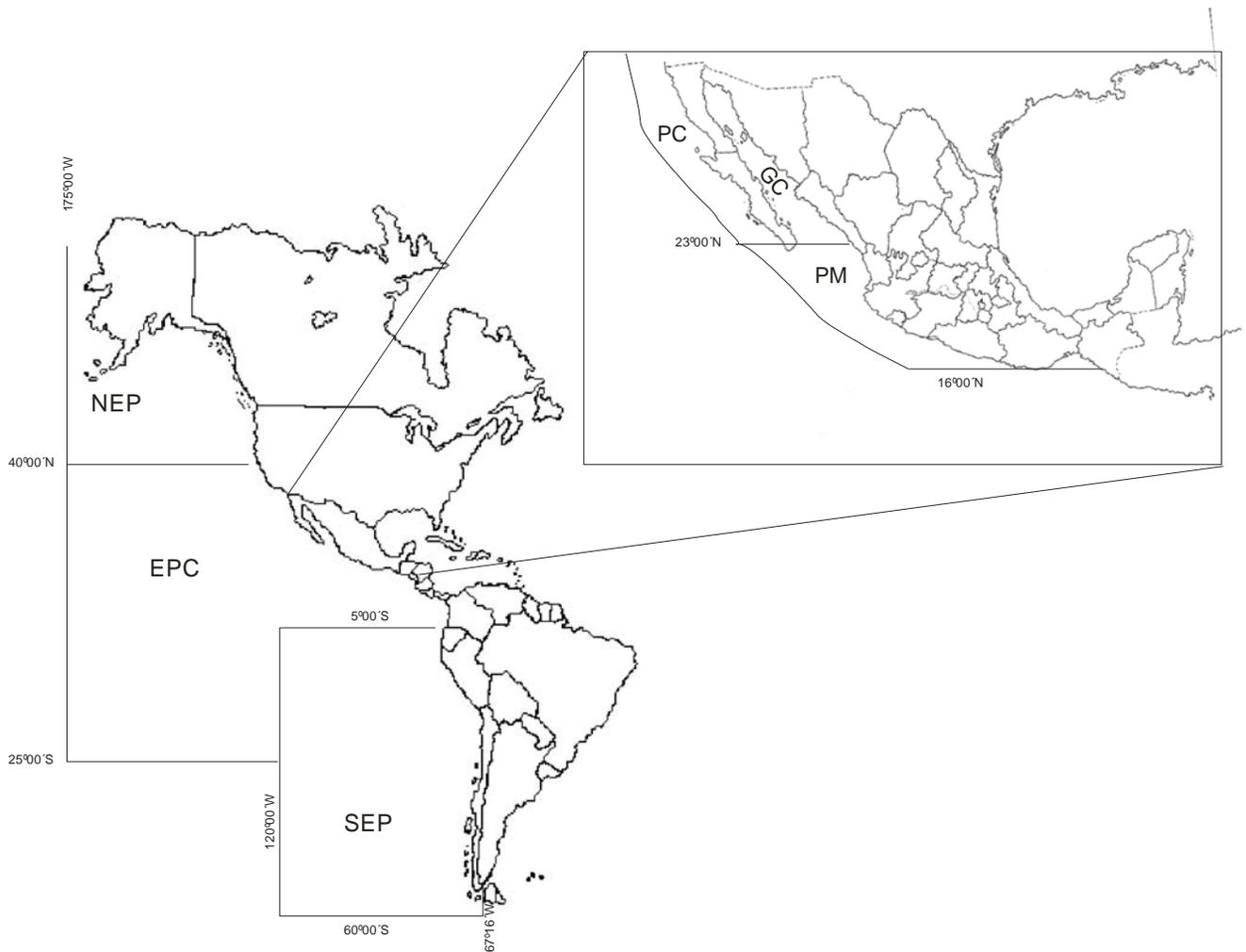


Figura 6. Mapa con las delimitaciones de las regiones administrativas utilizadas por FAO a lo largo de la costa del Pacífico Este. Pacífico noreste (NEP), Pacífico central este (EPC), Pacífico sureste (SEP). Provincias según Briggs (1974) provincia mexicana (PM), provincia Californiana (PC) y provincia de Cortés: golfo de California (GC).



7. Resultados

En las 7 campañas analizadas se realizaron 78 lances. En 62 se capturaron peces (79% del total de lances) y de estos, en 24 (30% del total de lances) se capturaron organismos de la familia Macrouridae (Tabla 1).

Tabla 1. Número de lances realizados por crucero en el proyecto TALUD, número de lances positivos con peces y con macrúridos, realizados en el sureste del golfo de California.

Crucero	Fecha	Lances	Con peces	Con macrúridos
TALUD III	agosto de 1991	11	10	1
TALUD IV	agosto de 2000	8	7	3
TALUD V	diciembre de 2000	8	6	4
TALUD VI	marzo de 2001	7	6	4
TALUD VII	junio de 2001	14	14	5
TALUD VIII	abril de 2005	13	10	3
TALUD IX	noviembre de 2005	17	9	4
Total		78	62	24

7.1. Determinación de las especies

El total de macrúridos analizados (148) pertenecen a dos géneros y cuatro especies. La especie más abundante fue *Nezumia liolepis* con 99 organismos, seguida por *Coryphaenoides capito* con 40 organismos, *C. anguliceps* con siete organismos y *N. convergens* con solamente dos organismos.

Nezumia liolepis (Gilbert, 1890)

Macrurus (Lionurus) liolepis. Gilbert, 1890: 117 (descripción original, alejado de las costas del sureste de California, ALBATROSS sta. 2980, a 1,103 m).

Macrurus liolepis. Garman, 1899:199-200 (descripción; registro de ALBATROS sta. 3418, 3424, 3436).

Macrurus barbiger. Garman, 1899:197, pl. 45, figs. 2-2b (descripción original; fuera de las Islas Tres Marías, México, Albatross sta. 3424, 676 fm [1,236 m]).

Lionurus (Lionurus) barbiger. Gilbert y Hubbs, 1916:146 (listado)

Lionurus (Lionurus) liolepis. Gilbert y Hubbs, 1916:146 (listado)

Nezumia liolepis. Fitch y Lavenberg, 1968:654 (listado); Iwamoto, 1979:157.

Ventrifossa barbiger. Marshall, 1973:654.



Figura 7. Vista lateral de un ejemplar de *Nezumia liolepis* (Gilbert, 1890). *Lt* 19.7 cm.

Material examinado.- 99 organismos (Centro-sur del golfo de California; 26° 04.7'N, 106° 28.1'W).

Talla máxima.- 33.5 cm (*Lt*).

Características morfológicas.- Una hilera de dientes en las mandíbulas superior e inferior; hocico desnudo, sin escamas; 10 u 11 radios en la aleta pélvica; escamas con pequeñas espínulas levemente reclinadas o ausentes; arco branquial de 10 a 12 branquiespinas; 10 escamas entre el origen de la primera aleta dorsal y la línea lateral; 32 caecas pilóricas (Figura 7 y 8).

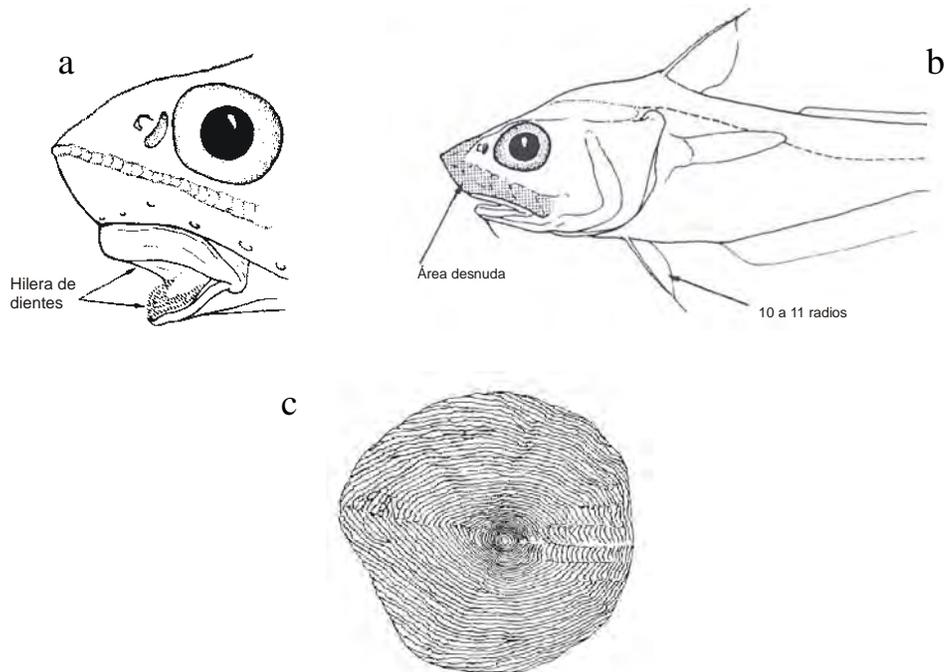


Figura 8. *Nezumia liolepis* (Gilbert, 1890). Vista de la boca (a), vista lateral del hocico (b) y vista dorsal de la escama (c). Tomado de Cohen *et al.* (1990).



Características generales.- La presencia de siete radios branquióstegos, el ano separado del origen de la aleta anal, la cabeza comprimida lateralmente, el hocico de pequeño a largo, los dientes pequeños en la mandíbula inferior en dos pequeñas hileras o en forma de bandas, la extensión de la boca hasta menos del nivel del tercio posterior de la órbita y más de 30 ciegos pilóricos, condujeron a la distinción genérica. El número de radios de la aleta pélvica (entre 9 y 11 radios), así como el número de escamas entre el centro de la base de la primera aleta dorsal y la línea lateral (menos de 10), el número de branquiespinas interiores del primer arco branquial (entre 9 y 12), el sector inferior de la cabeza prácticamente desnudo y el espacio interorbital entre 24 y 27% de la longitud de la cabeza, fueron las principales características que llevaron a su determinación específica. Además, fue determinante la longitud del radio más largo de las aletas pélvicas, que se extiende generalmente a la base de la aleta anal.

***Nezumia convergens* (Garman, 1899)**

Macrurus convergens. Garman, 1899. Albatross sta. 3353, 3357, 3393, 695-1020 fm (6°35'-7°15'N, 79°36'-81°44'W).

Macrurus cuspidatus. Garman, 1899:209. Albatross sta. 3436, 905 fm (27°34'N, 110°53'40"W).

Macrurus trichiurus. Garman, 1899:215, 6°30'N, 81°44'W, Albatross sta. 3358, 555 fm.

Lionurus (Nezumia) convergens. Gilbert y Hubbs, 1916:146 (listado).

Lionurus (Nezumia) trichiurus. Gilbert y Hubbs, 1916:146 (listado).

Nezumia convergens. Makushok, 1967:tabla 18; Iwamoto 1979:171.

Nezumia cuspidata. Makushok, 1967:tabla 18.

Nezumia trichiura. Makushok, 1967:tabla 18.

Sphagemacrurus trichiurus. Marshall, 1973:623



Figura 9. Vista lateral de un ejemplar de *Nezumia convergens* (Garman, 1899). *Lt* 27.2 cm.



Material examinado.- 2 organismos. (Sur del golfo de California; 24° 14.8'N, 106° 39.9'W)

Talla máxima.- 27.2 cm (Lt).

Características morfológicas.- El hocico moderadamente puntiagudo, parte lateral y terminal del hocico con escudetes; arco branquial con siete branquiespinas (7-9); primera aleta dorsal con 2 radios espinosos y 9 o 10 radios, el margen anterior de la segunda espina de la primera aleta dorsal aserrado; aleta pélvica con 10 u 11 radios; ciegos pilóricos 31. Con 7 radios branquióstegos, ano separado del origen de la aleta anal, la forma comprimida de la cabeza, el hocico moderadamente puntiagudo, parte lateral y terminal del hocico con escudetes; dientes pequeños en la mandíbula inferior en dos hileras o bandas y más de 30 ciegos pilóricos, condujeron a la distinción específica. Además las características morfológicas, morfométricas y merísticas de estos ejemplares, permiten ratificar su determinación taxonómica (Figura 9 y 10).

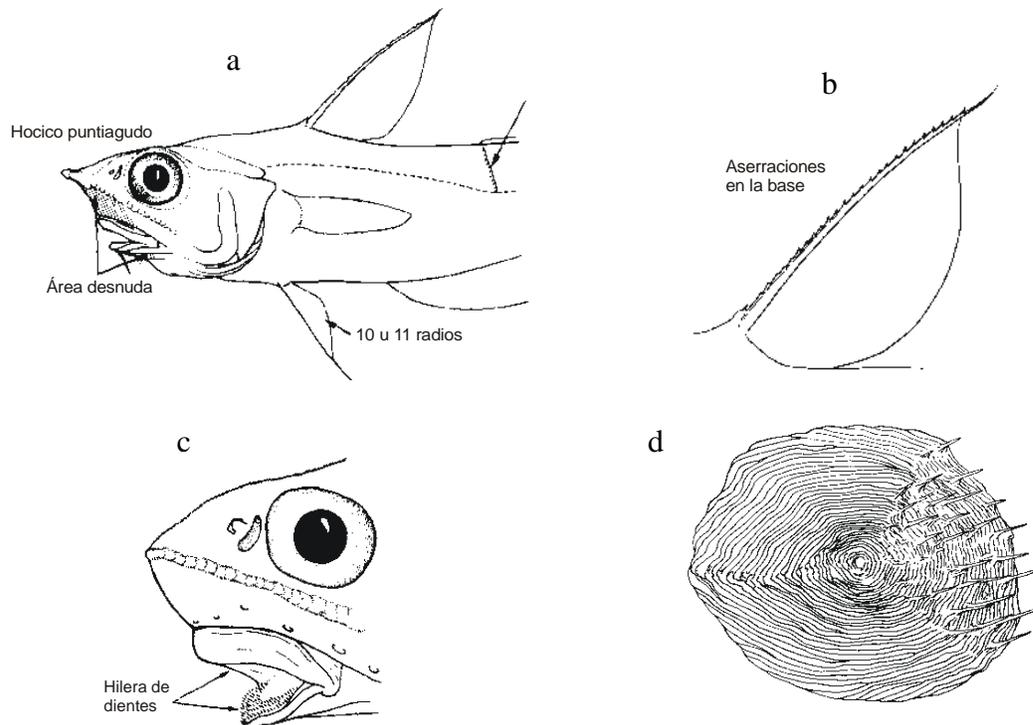


Figura 10 *Nezumia convergens* (Garman, 1899). Vista del hocico y área desnuda (a), vista lateral de la 2da espina de la 1D (b), vista de la boca (c) y vista dorsal de la escama (d). Tomado de Cohen *et al.* (1990).



Dentro del género *Nezumia* se encontró que el número de radios branquióstegos, el número de radios en la aleta pélvica, la presencia de dientes en las mandíbulas superior e inferior en una delgada banda y el número de branquiespinas presentan cierta similitud entre las dos especies, además, la longitud de la órbita y de la mandíbula superior con respecto a la longitud de la cabeza nos permitieron llevar a la determinación de este género.

***Coryphaenoides anguliceps* (Garman, 1899)**

Macrurus anguliceps. Garman, 1899. Albatross sta. 3362, 1175 fm [2,143m] (5°56'N, 85°10'30"W).

Coryphaenoides anguliceps. Hilbert y Hubbs, 1916:144 (listado); Parin y Makushok, 1973:180; Iwamoto y Sazonov, 1988:45.

Macrurus liraticeps. Garman, 1899. Albatross sta. 3407, 885 fm [1,618 m] (0°04'N, 90°24'30"W).

Coryphaenoides liraticeps. Hilbert y Hubbs, 1916:144 (listado).

Macrurus latinasutus. Garman, 1899. 23°59'N, 108°40'W, Albatross sta. 3431, 995 fm [1,820 m].

Coryphaenoides latinasutus. Hilbert y Hubbs, 1916:144 (listado).

Lionurus latinasutus. Marshall, 1973:596 (listado).



Figura 11. Vista lateral de un ejemplar de *Coryphaenoides anguliceps* (Garman, 1899). *Lt* 23.6 cm.

Material examinado.- 7 organismos. (Sur del golfo de California; 24° 51.7'N, 107° 29.85' W).

Talla máxima.- 41.8 cm (Lt).

Características morfológicas.- La mandíbula superior alcanza 1/3 la parte anterior de la órbita; longitud de la segunda espina de la primera dorsal usualmente 1.2 o menos de la longitud de la cabeza; superficie ventral del hocico y espacio suborbital desnudos o sin escamas; hocico puntiagudo; mandíbula superior de moderada a corta, de 24 a 35 % respecto a la longitud de la cabeza; diámetro de la órbita de 21 a 36 % respecto a la longitud de la cabeza.



Presentan en el borde anterior del segundo radio de la primera aleta dorsal totalmente aserrado; radios de la aleta pélvica 8; branquiespinas en el primer arco branquial 8. Escamas del cuerpo fuertemente espinuladas y poco adherentes; seis escamas entre la parte media de la base de la primera aleta dorsal y la línea lateral; ciegos pilóricos largos 11 (Figura 11 y 12).

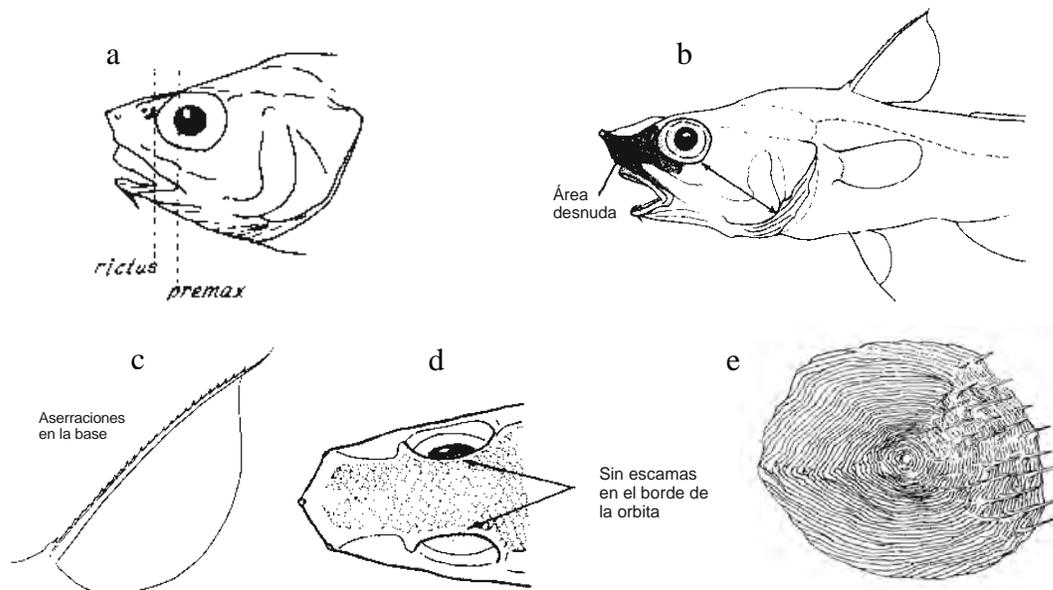


Figura 12. *Coryphaenoides anguliceps* (Garman, 1899). Vista lateral de la premaxila (a), vista lateral del área del hocico (b), vista de la 2da espina de la 1D (c), borde de las orbitas (d) y vista dorsal de la escama (e). Tomado de Iwamoto y Sazonov (1988:fig. 6) y de Cohen *et al.* (1990).

Características generales.- Con seis radios branquiostegos, barbillón presente, dientes moderadamente pequeños en 2 o más hileras en la mandíbula superior, segundo radio espinoso de la primera dorsal usualmente aserrado, borde espinoso en el suborbital, hocico redondeado a moderadamente puntiagudo condujeron a su distinción genérica. Mandíbula superior que alcanza el nivel del tercio anterior de la órbita, radio de la segunda espina de la primera dorsal usualmente 1.2 o menos de la longitud de la cabeza, barbillón relativamente corto usualmente el 11% de la longitud de la cabeza, escamas del cuerpo moderadamente espinuladas y adherentes, superficie ventral del hocico y espacio suborbital desnudos o sin escamas, arco branquial con 7 a 10 branquiespinas, ciegos pilóricos de 9 a 14, hocico bajo y puntiagudo, aleta pélvica con 8 radios (raramente 7 o 9), escamas espacialmente espinuladas, sin escamas a lo largo del borde dorsal de las orbitas nos permiten llegar a su identificación taxonómica.



***Coryphaenoides capito* (Garman, 1899)**

Macrurus capito. Garman, 1899:200-201. Albatross sta. 3384, 458 fm (7°31'30"N, 79°14'W)

Macrurus leucophaeus. Garman, 1899:201-202. Albatross sta. 3354, 322 fm (7°09'45"N, 80°50'W,)

Macrurus vagrans. Garman, 1899:201 (nuevo sinónimo).

Coryphaenoides capito. Iwamoto y Sazonov, 1988:45.



Figura 13. Vista lateral de un ejemplar de *Coryphaenoides capito* (Garman, 1899). Lt 20.4 cm.

Material examinado.- 40 organismos. (Centro-sur del golfo de California; 26° 03.0'N, 107° 26.9'W).

Talla máxima.- 27 cm (Lt).

Características morfológicas.- Longitud de la segunda espina de la primera dorsal usualmente 1.2 veces o menos de la longitud de la cabeza; la mandíbula superior alcanza 1/3 la parte anterior de la órbita; la superficie ventral del hocico y el espacio suborbital desnudos o sin escamas; el hocico puntiagudo con un escama tubercular distintiva en la punta del hocico; la mandíbula superior de moderada a corta 24% a 35% de la longitud de la cabeza; diámetro de la órbita de 21% a 36% de la longitud de la cabeza. La relación de la longitud del hocico con respecto a la longitud de la cabeza es del 20 al 27%, longitud de la órbita es de 21 a 36%. 8 radios de la aleta pélvica. Branquiespinas en el primer arco branquial 11 a 14. Escamas con espínulas en el cuerpo y moderadamente adherentes; borde suborbital moderadamente desnudas o con pequeñas escamas en 1 o 2 hileras. Ciegos pilóricos cortos de 6-8 (Figura 13 y 14).

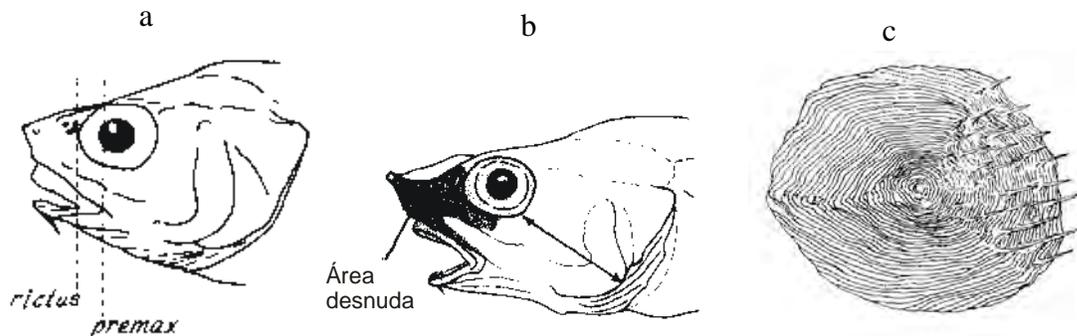


Figura 14 *Coryphaenoides capito* (Garman 1899). Vista lateral de la premaxila (a), vista lateral del área del hocico (b) y vista dorsal de la escama (c). Tomado de Iwamoto y Sazonov (1988:fig. 19) y de Cohen *et al.* (1990).

Características generales.- Con 6 radios branquióstegos, barbillón presente, dientes moderadamente pequeños en 2 o más hileras en la mandíbula superior, segundo radio espinoso de la primera dorsal usualmente aserrado, borde espinoso en el suborbital, hocico redondeado a moderadamente puntiagudo condujeron a su distinción genérica. Mandíbula superior que alcanza el nivel del tercio anterior de la órbita, radio de la segunda espina de la primera dorsal usualmente 1.2 o menos de la longitud de la cabeza, superficie ventral del hocico y espacio suborbital desnudos o sin escamas, hocico puntiagudo con una escama tubercular distintiva en la punta del hocico. Mandíbula superior de moderada a corta 24 a 35 % de la longitud de la cabeza, diámetro de la órbita de 21 a 36 %. 7 a 9 radios en la aleta pélvica, 7 a 14 branquiespinas en el interior del primer arco branquial. Además escamas del cuerpo fuertemente espinuladas y moderadamente adherentes, hocico redondeado no muy pronunciado y de 6 a 8 ciegos pilóricos nos llevaron a la determinación taxonómica.

7.2. Análisis morfométrico y merístico

Se revisaron 148 organismos, a los cuales se les tomaron 28 medidas morfométricas (ver Anexo III). A partir de estos datos, fueron comparados con la literatura especializada (Iwamoto, 1979; Cohen *et al.*, 1990; Sazonov e Iwamoto, 1992), que sumado al análisis de las proporciones corporales (PCA), permitieron identificar a cada una de las especies.

El valor propio del primer componente principal (PC1) explica una varianza del 80.69%, el segundo (PC2) una varianza de 6.83% y el tercero (PC3) una varianza de 4.12%. En conjunto estos tres componentes explican una varianza del 91.64% (Tabla 2).



Tabla 2 Valores propios y varianza por componente principal para los datos centrados y estandarizados de las medidas morfométricas de los organismos de la familia Macrouridae.

Componente	Valor propio	Valor propio Acumulado %	Total varianza %	Varianza acumulada %
1	22.59	22.59	80.69	80.69
2	1.91	24.51	6.83	87.52
3	1.15	25.66	4.12	91.64
4	0.55	26.21	1.97	93.61
5	0.24	26.45	0.86	94.48
6	0.22	26.67	0.79	95.27
7	0.19	26.86	0.68	95.94
8	0.16	27.02	0.56	96.50
9	0.12	27.14	0.43	96.93
10	0.11	27.25	0.40	97.33
11	0.11	27.36	0.38	97.71
12	0.09	27.45	0.32	98.03
13	0.07	27.52	0.27	98.30
14	0.06	27.59	0.23	98.52
15	0.05	27.64	0.20	98.72
16	0.05	27.69	0.19	98.91
17	0.05	27.74	0.17	99.08
18	0.04	27.78	0.14	99.22
19	0.04	27.82	0.14	99.36
20	0.03	27.85	0.12	99.47
21	0.03	27.88	0.11	99.58
22	0.03	27.91	0.11	99.69
23	0.03	27.94	0.09	99.79
24	0.02	27.96	0.07	99.85
25	0.02	27.98	0.06	99.91
26	0.01	27.99	0.04	99.95
27	0.01	27.99	0.03	99.98
28	0.01	28.00	0.02	100.00

La representación gráfica de los primeros dos componentes principales PC1 vs. PC2 explica una varianza acumulada del 87.52% (Figura 15A). En la representación bidimensional se observa la separación de los cuatro grupos, correspondientes a las cuatro especies analizadas. A lo largo del eje PC1 se separa el grupo de *C. anguliceps* con el de *N. convergens*, observándose un traslape con los grupos de las otras dos especies. A lo largo del PC2 se observa una separación de tres grupos, el primero situado en la parte superior del eje *N. convergens*, el segundo se sitúa casi sobre el intervalo central del eje corresponde a *N. liolepis* y *C. anguliceps* y el tercer grupo se ubica en los valores negativos del eje y corresponde a *C. capito*. La representación bidimensional de PC1 vs. PC3 explica el 84.8% de la varianza, se observa una separación de *C. anguliceps* respecto al resto de las tres especies restantes, cuyos espacios se traslapan (Figura 15B).



En la representación bidimensional de PC2 vs. PC3, se observa una separación clara de las cuatro especies, sin embargo, solo se explica el 10.95% de la varianza (Figura 15C).

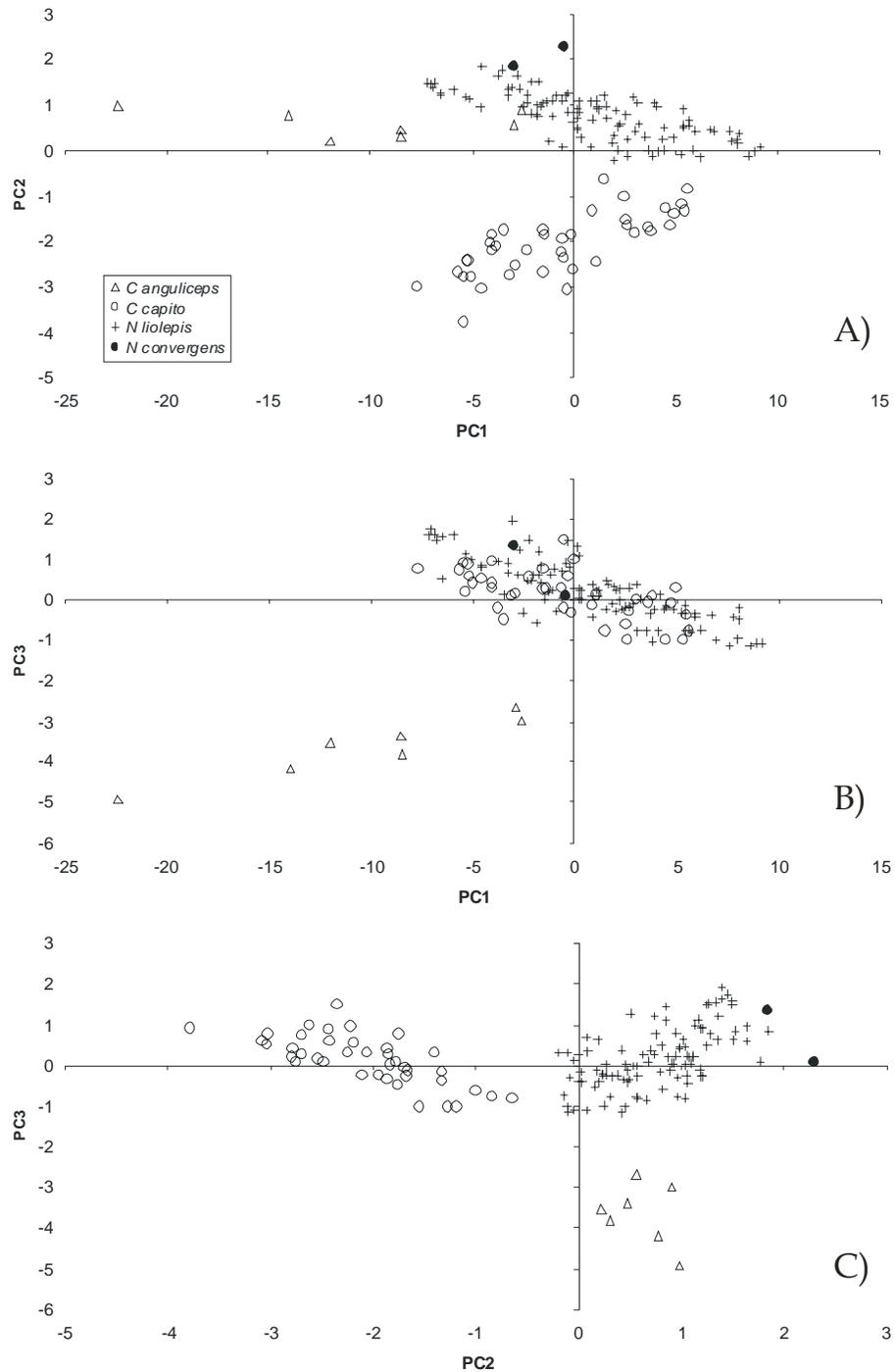


Figura 15 Representación gráfica de los componentes principales, para los datos centrados y estandarizados de las morfometrías de los organismos pertenecientes a *Coryphaenoides anguliceps*, *C. capito*, *Nezumia convergens* y *N. liolepis*. A) CP1 vs CP2, B) CP1 vs CP3 y C) CP2 VS CP3.



En el primer componente, la longitud cefálica (*Lc*), longitud total (*Lt*), orbita preopercular (*Opo*), longitud pre-anal (*Lpa*) y la altura del cuerpo (*Prof. cuerpo*) presentaron las medidas con los valores absolutos más altos, lo que indica que estas son las variables más importantes para el PC1 ya que explica el 80.69% de la varianza (Tabla 3). En la región negativa se ubicaron parte de los organismos de *N. convergens* y *C. anguliceps*, que se caracterizan por la longitud cefálica, la longitud pre-anal mayores así como la menor altura del cuerpo. Mientras que *N. liolepis* y *C. capito* se distribuyen a lo largo del eje registrando valores intermedios entre las medidas mencionadas anteriormente (Figura 15B).

Tabla 3. Valores de los primeros tres vectores propio (PC1, PC2 y PC3), resultantes del análisis de componentes principales (PCA). Los valores absolutos mayores de cada vector propio se marcan en negritas.

Características morfométricas	PC1	PC2	PC3
Longitud total (Lt)	-0.205	0.012	-0.053
Longitud cefálica (Lc)	-0.206	-0.088	-0.033
Ancho de la cabeza (Ac)	-0.202	-0.004	0.023
Longitud del hocico (LH)	-0.198	0.001	-0.218
Longitud preoral (Lpo)	-0.168	0.387	-0.072
Longitud internasal (Lin)	-0.178	0.336	-0.091
Longitud interorbital (Lio)	-0.183	0.291	0.063
Longitud orbital (Lorbital)	-0.194	-0.182	0.168
Longitud suborbital (Lso)	-0.159	0.318	-0.048
Longitud postorbital (Lpo)	-0.205	-0.040	0.009
Orbita preopercular (Opo)	-0.202	0.096	-0.163
Longitud de la mandíbula superior (Lms)	-0.190	0.067	-0.009
Premaxilar (Pmx)	-0.187	-0.273	-0.047
Longitud barbilla (Lb)	-0.125	0.311	0.561
Abertura branquial (Ab)	-0.200	-0.089	-0.090
Longitud pre-anal (Lpa)	-0.204	-0.113	-0.125
Longitud pre-ventral (LPv)	-0.196	-0.185	-0.198
Longitud ventral anterior (Lva)	-0.198	-0.132	-0.031
Longitud istmo - origen aleta anal (L ist. Ant)	-0.195	-0.199	-0.105
Altura del cuerpo (Prof. cuerpo)	-0.204	-0.134	0.033
Altura del cuerpo en el origen de la aleta anal (Prof. Anal)	-0.200	-0.136	0.036
Longitud Inter. Dorsal (1D.-2D)	-0.141	-0.155	0.564
Altura 1D (A1D).	-0.181	0.195	-0.181
Longitud base 1D (L1D)	-0.200	-0.090	-0.066
Longitud pectoral (Long. P)	-0.188	-0.235	0.148
Longitud pélvica (Long. V)	-0.196	0.128	0.073
Diámetro nostrilo posterior (Post. Nost)	-0.179	-0.012	0.298
Longitud del rictus (Long. Rictus)	-0.180	0.186	-0.084



El segundo componente explicó el 6.83% de la varianza y las medidas más importantes fueron la longitud preoral (**Lpo**), longitud internasal (**Lin**) y longitud suborbital (**Lso**) presentaron las medidas con los valores absolutos más altos, lo que indica que estas son las variables más importantes para el PC2. En la región positiva se ubicaron los organismos de *N. liolepis*, *N. convergens* y *C. anguliceps*, diferenciados por presentar una mayor longitud preoral, internasal y suborbital mientras que *C. capito* tiende a ubicarse en la región negativa caracterizado por presentar valores menores a las medidas mencionadas anteriormente (Figura 15A).

El tercer componente explicó el 4.12% de la varianza y las medidas que fueron más importantes para este componente fueron la longitud barbilla (**Lb**) y la longitud del hocico (**Lh**) que presentaron los valores absolutos más altos; ubicando a los organismos de *C. anguliceps* en la región negativa caracterizado por presentar la mayor longitud del hocico y del barbillón que los organismos de *N. liolepis*, *N. convergens* y *C. capito* que se ubicaron en la región positiva por presentar valores menores a las medidas mencionadas anteriormente (Figura 15C).



7.3. Factores ambientales

De las 24 estaciones donde se capturaron organismos de la familia Macrouridae, *N. liolepis* se registró en 18 lances, *C. capito* en 12, *C. anguliceps* en 4 y *N. convergens* solamente en 2 estaciones (Tabla 4).

Tabla 4 Número de organismos y estaciones donde se capturó cada especie. Se indican los intervalos de distribución de profundidad (m), oxígeno disuelto (O₂) y temperatura (°C) para cada especie.

Especie	Organismos	Prof. (m)	[O ₂]	°C	Estaciones
<i>Coryphaenoides anguliceps</i>	7	1000 - 1800	0.38 - 1.46	2.8 - 4	4
<i>C. capito</i>	40	759 - 1800	0.1 - 1.4	2.8 - 5.9	12
<i>Nezumia convergens</i>	2	1350 - 1600	1.15 - 1.28	3	2
<i>N. liolepis</i>	99	759 - 1400	0.1 - 1.4	3.5 - 6.2	18

El número de organismos de las especies de la familia Macrouridae se encuentran en mayor proporción a profundidades entre los 800 m y los 1200 m, pero también aparecen hasta los 1750 m, solo que en menor cantidad. El mayor número de organismos fue de 28 a una profundidad media de 1097 m. Dentro del total de los datos de profundidad de todas las estaciones, los datos de las diferentes especies formaron agrupaciones a diferentes profundidades: *N. liolepis* en su mayoría se encuentra entre los 750 y 1400 m; *C. anguliceps* se presentó entre los 1000 y 1800 m; *C. capito* se distribuyó entre los 750 y 1800 m. En el caso de *N. convergens* solamente se registraron dos organismos en dos estaciones a las profundidades de 1300 y 1600 m (Figura 16).

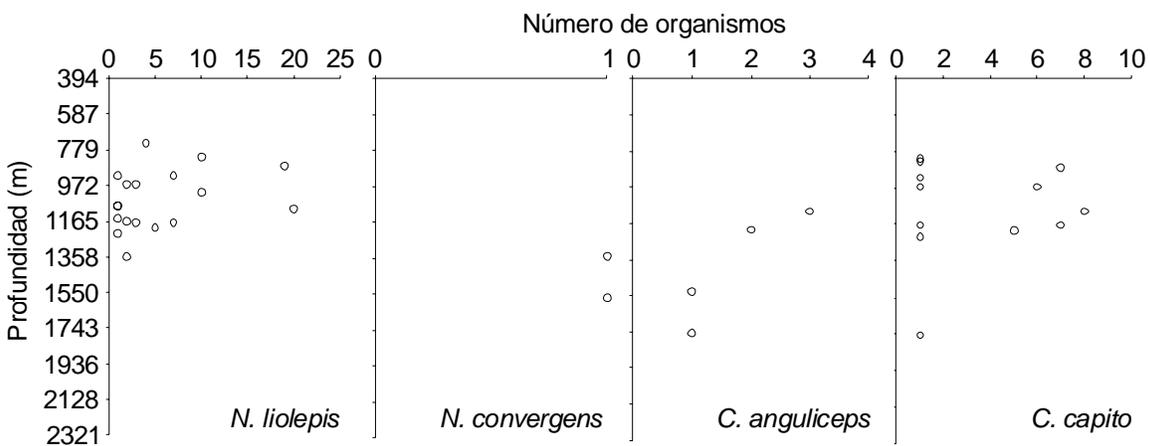


Figura 16. Distribución batimétrica de las cuatro especies de la familia Macrouridae a lo largo del gradiente de profundidad muestreado (m) observados en los muestreos realizados en el centro-sur del golfo de California. Intervalo de profundidad durante los muestreos de las campañas TALUD III-IX donde se capturaron peces (394- 2321 m). Abundancia por muestreo ○.



Las preferencias ambientales fueron analizadas para *N. liolepis*, *C. capito* y *C. anguliceps*. Los patrones de elección (*E*) de profundidad varían entre las tres especies más frecuentes (Figura 17). *N. liolepis* exhibe una asociación con la profundidad a partir de los 600 m y disminuye a partir de los 1400 m en donde no existe alguna asociación a mayor profundidad. Algo similar ocurre con *C. capito* que también presenta una asociación con la profundidad a partir de los 600 m pero empieza a disminuir a los 1200 m, hasta los 1350 y a partir de esta profundidad aumenta a profundidades >1600 m. El intervalo del 50% de las capturas para ambas especies está entre los 900 y 1200 m. *C. anguliceps* no presenta cierta asociación a profundidades <1000 m ya que las muestras se capturaron a partir de los 1000 m, pero la presenta a partir de los 1350 m y a mayor profundidad. El 50% de las capturas para esta especie se presenta entre los 1200 y 1600 m de profundidad.

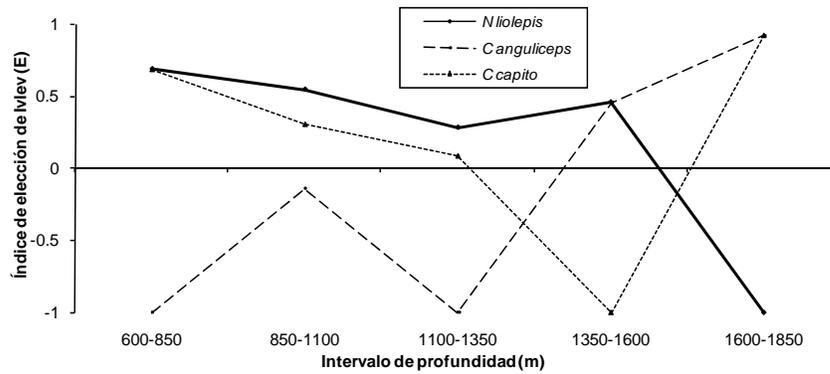


Figura 17. Elección de profundidad determinada a partir del Índice de Elección de Ivlev (*E*) para *Coryphaenoides anguliceps* (- - -), *C. capito* (.....), y *Nezumia liolepis* (—), las tres especies de macrúridos más comunes capturados en el sur del golfo de California.

Para los resultados de la concentración de oxígeno se encontró que la mayor cantidad de organismos apareció a concentraciones entre 0.08 y 0.1 ml/l, pero también se encuentran a concentraciones de 1.4 ml/l en menor número de organismos dentro del intervalo total de todas las estaciones de muestreo (Figura 18). El mayor número fue de 28 organismos en 0.1 ml/l y el menor fue de un organismo entre 0.1 y 1.4 ml/l. Dos de las especies más frecuentes, *N. liolepis* y *C. capito*, se encontraron prácticamente en el intervalo de 0.1 a 1.4 pero para *C. anguliceps* el intervalo de concentración fue de 0.38 a 1.46 ml/l mientras que para *N. convergens* un organismo se encontró en 1.16 ml/l y la otra en 1.29 ml/l.

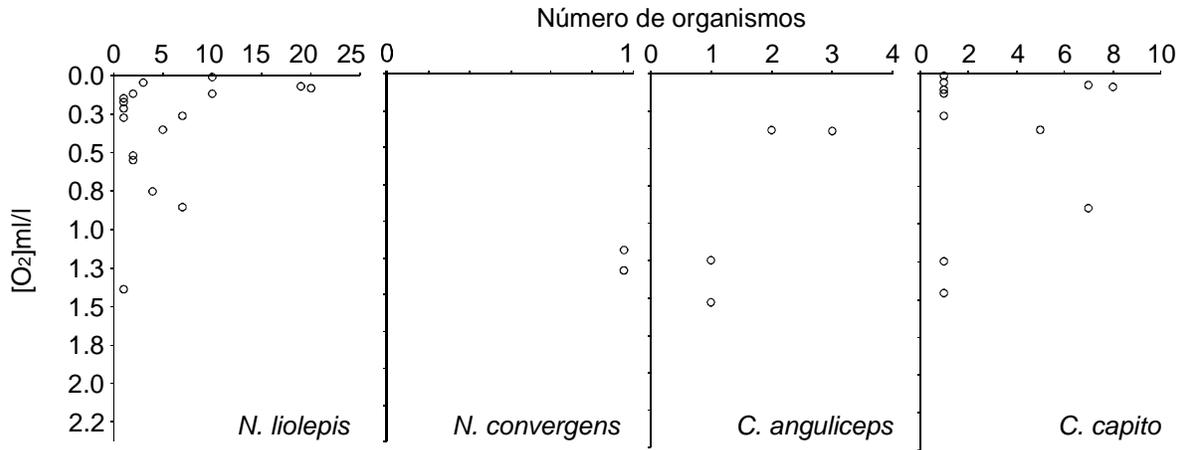


Figura 18. Abundancia de las cuatro especies de la familia Macrouridae a lo largo del intervalo de concentración de O₂ (ml/l) observados en los muestreos realizados en el centro-sur del golfo de California. Intervalo de concentración de O₂ durante los muestreos de las campañas TALUD III-IX donde se capturaron peces (0.01- 2.2 ml/l). Abundancia por muestreo ○.

El intervalo de concentración de oxígeno que se encontró durante el muestreo fue de 0 a 1.6 ml/l con capturas de macrúridos a concentraciones de 0.1 a 1.46 ml/l. Los patrones del índice de elección (*E*) de la concentración de oxígeno varían para una de las tres especies más frecuentes mientras que las otras dos presentan cierta similitud (Figura 19). *N. liolepis* exhibe poca asociación a concentraciones bajas de O₂, sin embargo a medida que la concentración aumenta la asociación de los organismos aumenta entre los 0.8 y 1.2 ml/l, esto puede significar que esta especie no se ve afectada en ambientes con concentraciones bajas en oxígeno.

Para el 50% de las capturas de esta especie se presenta entre los 0.3 0.9 ml/l. Las especies *C. anguliceps* y *C. capito* también no presentan mucha asociación a estas concentraciones lo cual se puede suponer lo mismo que la especie *N. liolepis*, no les afecta las bajas concentraciones. La asociación entre los 0.4 y 0.8 ml/l para *C. anguliceps* y *C. capito* parecen tener una baja asociación de oxígeno pero esto talvez se debe a que al número de la muestra es muy pequeña en estas concentraciones. El 50% de las capturas para estas dos especies ocurren entre 0.2 y 1.3 ml/l.

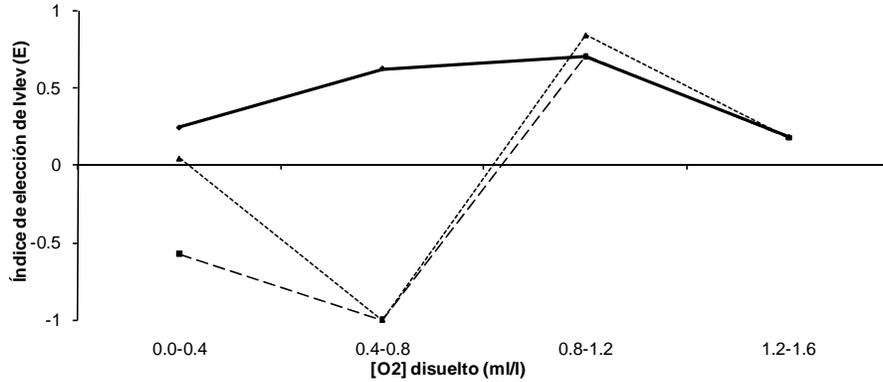


Figura 19. Elección de [O₂] disuelto determinado a partir del Índice de Elección de Ivlev (*E*) para *Coryphaenoides anguliceps* (---), *C. capito* (.....), y *Nezumia liolepis* (—), las tres especies de macrúridos más comunes capturados en el sur del golfo de California.

Las especies de la familia Macrouridae estuvieron presentes a temperaturas relativamente bajas, el intervalo que se encontró en las estaciones de las campañas fue entre los 2° y 6.5° C y dentro de este intervalo estuvieron presentes los organismos de las diferentes especies (Figura 20). Para las especies *C. capito* y *N. liolepis* presentaron el mayor número de organismos (de ocho a veinte organismos) entre los 2.8° y 5.9° C y entre 3.5° y 6.2°. Para las otras especies el número de organismos fue menor tanto para *C. anguliceps* con siete organismos como para *N. convergens* que solamente presentó dos organismos.

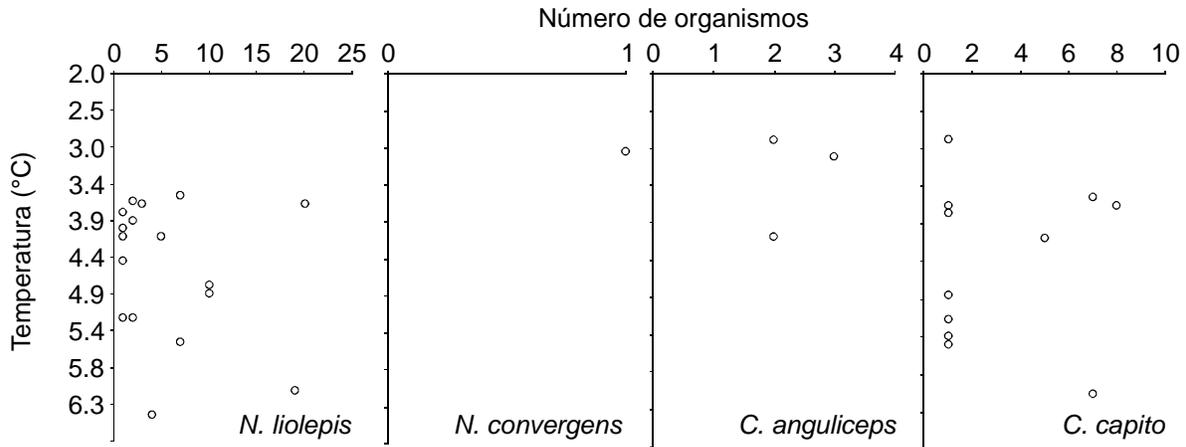


Figura 20. Distribución de las cuatro especies de la familia Macrouridae en relación con los valores de temperatura (°C) observados en los muestreos realizados en el centro-sur del golfo de California. Rango de temperatura durante los muestreos de las campañas TALUD III-IX donde se capturaron peces (2.0- 6.3 °C). Abundancia por muestreo ○.

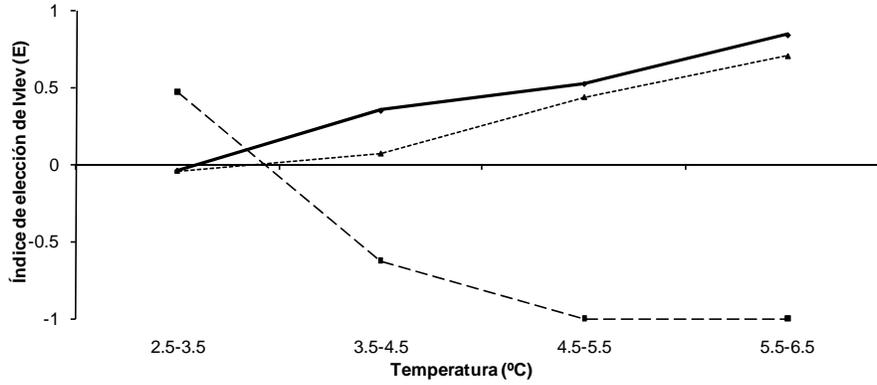


Figura 21. Elección de temperatura (°C) determinado a partir del Índice de Elección de Ivlev (E) para *Coryphaenoides anguliceps* (---), *C. capito* (.....), y *Nezumia liolepis* (—), las tres especies de macrúridos más comunes capturados en el sur del golfo de California.

El intervalo de temperatura encontrado durante el muestreo fue de 2.5° a 6.5° C con capturas de macrúridos en temperaturas de 2.8° a 6.2° C. Los patrones del índice de elección (E) de temperatura varían entre las 3 especies más frecuentes (Figura 21). *N. liolepis* y *C. capito* exhiben una similitud en los patrones de temperatura donde no presentan una asociación a bajas temperaturas <3.5° C y aparentemente se distribuyen a temperaturas >3.5° C, lo cual nos muestra que estas dos especies no les afecta los ambientes de bajas temperaturas. Con el intervalo de las temperaturas para el 50% de las capturas ocurren entre 3.5° a 5.2° C. Pero *C. anguliceps* exhibe un patrón diferente ya que esta especie presenta una asociación en temperaturas <3.5° y en ambientes con temperaturas >4.5° C esta especie no presenta alguna relación. En el 50% del intervalo de temperatura para las capturas de esta especie ocurre entre los 3° y 4° C.



7.4. Distribución latitudinal y longitudinal

La mayoría de los organismos fueron recolectados entre 24° 51.7' N a 26° 03' N y 108° 57.9' W a 110° 41.9' W en donde el mayor número fueron 28 organismos. Se recolectaron peces de la familia Macrouridae en una estación del Talud III, tres en el Talud IV, cuatro en el Talud V, cuatro en el Talud VI, cinco en el Talud VII, tres en el Talud VIII y cuatro en el Talud IX (Tabla 5).

Tabla 5 Posición, abundancia y número de organismos para las estaciones de muestreo, donde se capturaron especímenes de la familia Macrouridae, durante los cruceros Talud III-IX.

Crucero	Estación	Latitud N	Longitud W	No organismos
Talud III	20-A	25° 12.6'	109° 06.0'	9
Talud IV	13	23° 17.51'	107° 29.85'	1
	29	24° 16.4'	108° 24.3'	12
	20	24° 14.8'	108° 35.26'	2
Talud V	5	22° 00.7'	106° 39.9'	1
	12	23° 18.6'	107° 26.9'	2
	18	24° 15.0'	108° 17.1'	3
	25	24° 51.7'	108° 57.9'	1
Talud VI	18	24° 15.0'	108° 17.1'	8
	20	24° 14.8'	108° 35.2'	1
	26	24° 56.3'	109° 11.8'	2
	34	25° 43.8'	109° 54.0'	14
Talud VII	3	22° 00.2'	106° 28.1'	4
	12	23° 18.6'	107° 26.9'	1
	19	24° 16.4'	108° 24.3'	4
	25	24° 51.7'	108° 57.9'	11
	32-B	26° 03.0'	109° 55.4'	26
Talud VIII	3	24° 32.6'	109° 30.5'	3
	11	24° 54.4'	110° 25.6'	1
	20	25° 56.9'	110° 45.0'	1
Talud IX	10	24° 56.4'	110° 16.7'	28
	16	25° 23.8'	110° 36.7'	10
	19	25° 53.15'	110° 41.9'	1
	21-B	26° 04.7'	110° 34.8'	2

C. anguliceps se presentó en la boca del golfo de California en cuatro estaciones entre los 1000-1800 m de profundidad, dos de las estaciones se localizan en la costa oriental y uno en la costa occidental del golfo, donde el mayor número de organismos (3) se presentó frente a la bahía de La Paz (Figura 22A).



C. capito se presentó a lo largo del gradiente latitudinal muestreado, de la boca hasta el centro del golfo de California. Se presentó en 12 estaciones entre los 759-1800 m de profundidad, ocho de las estaciones se localizan en la costa oriental y una en la costa occidental del golfo, donde el mayor número de organismos (5) se presentó frente a la bahía de La Paz, Topolobampo y San Blas (Figura 22B).

N. convergens se presentó en la boca del golfo de California en dos estaciones entre los 1350-1600 m de profundidad, las dos estaciones se localizan en la costa oriental del golfo, frente a la Bahía de Altata y San Blas, en cada una de ellas se capturó un ejemplar (Figura 22C).

N. liolepis se presentó a lo largo del gradiente latitudinal muestreado, de la boca hasta el centro del golfo de California. Se presentó en 18 estaciones entre los 759-1400 m de profundidad, nueve de las estaciones se localizan en la costa oriental y seis en la costa occidental del golfo, donde el mayor número de organismos (10) se presentó en el centro del golfo (Figura 22D).

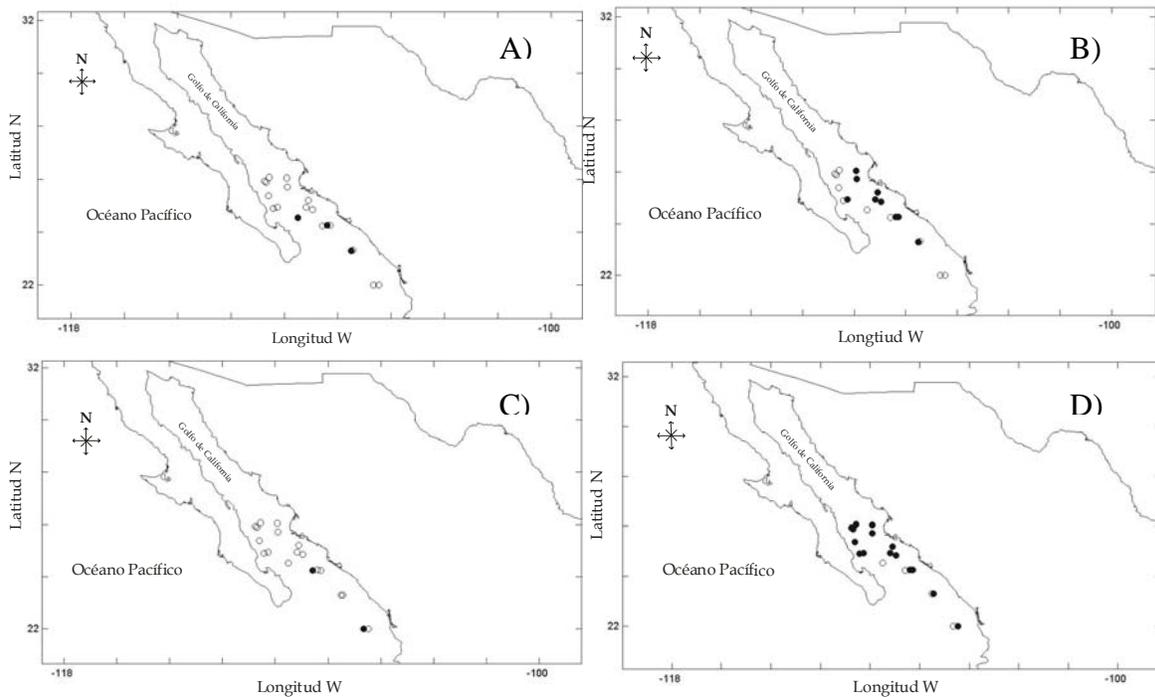


Figura 22 Distribución de: (A) *Coryphaenoides anguliceps*, (B) *C. capito*, (C) *Nezumia convergens* y (D) *N. liolepis*, en el centro-sur del golfo de California. (●) Estaciones en donde se capturaron los organismos para cada especie; (o) estaciones sin captura.



7.5. Zoogeografía

Dentro de los cinco géneros presentes en el Pacífico americano, *Caelorinchus*, *Coryphaenoides*, *Hymenocephalus*, *Nezumia* y *Ventrifossa*, los géneros que presentan más especies son *Caelorinchus*, *Coryphaenoides* y *Nezumia* (Tabla 6).

Tabla 6 Comparación regional de los números de especies y de géneros de macrúridos, con la región del golfo de California y los géneros dominantes encontrados. NEP, Pacífico noreste; EPC, Pacífico central este; SEP, Pacífico sureste; PM, Pacífico mexicano; GC, golfo de California.

Región	Género	Especie Común						
		al GC	<i>Caelorinchus</i>	<i>Coryphaenoides</i>	<i>Hymenocephalus</i>	<i>Nezumia</i>	<i>Ventrifossa</i>	
EPC	19	62	8	6	15	4	15	3
NEP	3	10	2	0	8	0	1	0
SEP	19	60	5	9	15	5	10	4
PM	7	14	8	1	6	0	3	0
GC	3	8	--	1	4	0	3	0

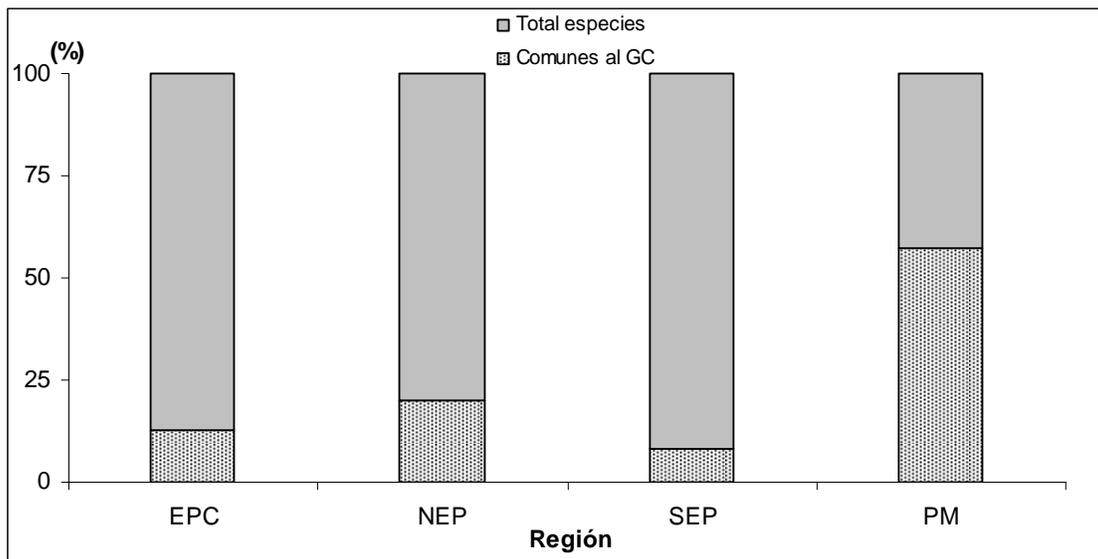


Figura 23 Comparación global regional por porcentaje de la frecuencia de ocurrencia de las especies de la familia Macrouridae, indicando la frecuencia de las especies comunes a la región del golfo de California. NEP, Pacífico noreste; EPC, Pacífico Central este; SEP, Pacífico sureste; PM, Pacífico mexicano; GC, golfo de California.



El número de especies totales para todo el Pacífico americano es de 95. Para el noreste del Pacífico (NEP) se tiene registrado un total de 10 especies y se comparte dos especies con el golfo de California (GC), lo que equivale al 20%. Para el del Pacífico Central este (EPC) hay un total de 62 especies y se comparte las ocho especies reportadas en el golfo de California (equivalente al 12.9%). Hay un total de 60 especies para el Sureste del Pacífico (SEP) compartiendo cinco especies con el golfo de California (que equivale al 8.3%). Para el Pacífico mexicano (PM) hay 14 especies y se comparten con el golfo de California ocho especies (que equivale al 57.1%). (Figura 23).



8. Discusión

8.1. Determinación de especies

Del total de organismos analizados (148) se determinaron cuatro especies pertenecientes a dos géneros. El género *Coryphaenoides* presentó dos especies *C. capito* y *C. anguliceps* y el género *Nezumia* las especies que presentó fueron *N. liolepis* y *N. convergens*.

Dado que no se tenía experiencia con el grupo, a lo largo del trabajo se tuvieron dificultades en la determinación de los ejemplares. La presencia - ausencia de escamas y las características ligadas a ellas, fueron difíciles de seguir debido a que estas son caedizas y no siempre se encontraron en todos los ejemplares. El conteo de los radios de la segunda aleta dorsal se dificultó debido a que los primeros radios son muy pequeños y en ocasiones se encuentran libres de la membrana interraccial. Debido a esto, la distancia del espacio entre las aletas dorsales (*ID-2D*) y la longitud de la segunda dorsal fueron variables. Aunado a esto, la parte distal de la cola resultó ser frágil y en algunos organismos se observó mutilado, por lo que no fue posible medir completamente su distancia y contar el número de sus radios. Se observaron diferencias entre la relación *Lc* y *Lh*, *Lc* y *Lpmx* y en el conteo de branquiespinas del primer arco branquial en *C. capito* y en la relación *Lc* y *Lh*, *Lc* y *Lms* y en el conteo de branquiespinas del primer arco branquial en *N. liolepis*, entre los organismos analizados y lo establecido en las claves. Estas discrepancias podría atribuirse a la diferencia de intervalo de tallas aquí analizado y el del holotipo y paratipos que son más restringidos.

La *Lt* máxima para *N. liolepis* fue 33.5 cm, esta talla está por encima de las *Lt* máxima registradas 29.5 cm (Iwamoto y Stein, 1974), 29 cm (Iwamoto, 1979) y 30 cm (Fischer *et al.*, 1995). Este nuevo registro de *Lt* máxima, puede estar asociado a que los especímenes de estas tallas sean poco comunes, a un artefacto en el muestreo, debido al infrecuente muestreo ictiofaunístico de las profundidades donde estas especies habitan; o bien, que los organismos mayores de esta especie sean confundidos con organismos de especies de tallas mayores similares, lo cual ocurre con otras especies de peces (Aguirre *et al.*, 2003, Amezcua y Aguirre, 2007).



Para las demás especies *N. convergens*, *C. capito* y *C. anguliceps* la talla máxima registrada en el presente trabajo está dentro de lo reportado previamente (Iwamoto, 1979; Cohen *et al.*, 1990; Sazonov e Iwamoto, 1992; Fischer *et al.*, 1995).

8.2. Análisis morfométrico y merístico

La ventaja de los análisis morfométricos es la capacidad de examinar una gran cantidad de organismos a partir de la toma de medidas relativamente sencillas en comparación con las merísticas, que en particular para esta familia, resultan ser complicadas y requieren de mucho tiempo y experiencia.

El análisis morfométrico parte de la premisa de que la colección de las estructuras medidas deben de ser homologas para todas las formas, porque solo la homogeneidad de dos configuraciones hacen significativa su descripción y comparación científica. Las proporciones en el cráneo y estructuras sensoriales como otolitos o barbillones, que presentan una forma y función específicas, son candidatos idóneos para los análisis morfométricos debido a su poca variación (Lombarte y Aguirre, 1997, Aguirre y Lombarte 1999), en contraste con la altura de las aletas o la longitud total que son más variables y que en el caso concreto de los macrúridos analizados, una gran mayoría se encontraron dañados en su gran mayoría, o la altura o ancho máximo del cuerpo que depende del estado de condición del organismo. Dada la fragilidad de la cola de los macrúridos, Kelly *et al.* (1997) proponen utilizar la longitud preanal como la más constante para estudios de pesquerías.

Las técnicas multivariadas consideran la variación de un conjunto de variables simultáneamente y por tanto valoran la similitud entre muestras. Una de las ventajas del análisis de componentes principales (PCA), es que no requiere de la formaciones de grupos de individuos *a priori*, pero combina la variación asociada con cada una de las variables medidas que describen la variación de la forma dentro de un número reducido de componentes principales (PCs), que son una combinación lineal de las variables que describe la variación en la forma del total de la muestra. La correlación entre las variables originales y los componentes principales, pueden utilizarse para interpretar la importancia de las variables individuales en la descripción de la variación del conjunto de datos.



El PCA mostró que la semejanza morfológica es mayor entre *N. liolepis* (Gilbert, 1890) y *N. convergens* (Garman, 1899) que entre *C. capito* (Garman, 1899) y *C. anguliceps* (Garman, 1899). El PCA evidencia la formación de tres grupos, dentro del patrón morfológico observado en el espacio multivariado es evidente la separación entre los individuos de *N. liolepis*, *C. capito* y *C. anguliceps*, el PC1 explica el 80.7% de la varianza. La separación entre *N. liolepis* y *N. convergens* no es tan clara, debido a que la dispersión de las medidas dentro de *N. liolepis* hacen que su variación se superponga con uno de los valores de los dos organismos de *N. convergens*. Si bien la literatura reporta una clara diferencia morfológica entre *N. liolepis* y *N. convergens*, (Iwamoto, 1979; Cohen *et al.*, 1990; Fischer *et al.*, 1995), en este análisis no se observa claramente esta separación debido al número reducido de *N. convergens*, por lo que es necesario incrementar el tamaño de muestra para trabajos sucesivos. Algunos de los caracteres empleados en las claves para separar las especies de la familia Macrouridae (Iwamoto y Sazonov, 1988, Cohen *et al.*, 1990), coinciden con los de mayor valor propio para los primeros tres vectores.

Las variables con más peso para el PC1 fueron la Longitud cefálica (**Lc**), Longitud total (**Lt**), Orbita preopercular (**Opo**), Longitud pre-anal (**Lpa**) y la Altura del cuerpo (**Prof. cuerpo**). A lo largo de este eje se separan los organismos de *C. anguliceps* con los de *N. convergens*, observándose un traslape con los grupos de las otras dos especies. *C. anguliceps* presenta una **Opo** más pequeña (Iwamoto y Sazonov, 1988).

Las variables con más peso para el PC2 fueron la Longitud preoral (**Lpo**), Longitud internasal (**Lin**) y Longitud suborbital (**Lso**). A lo largo de este eje se separan las 2 especies de *Nezumia* y *C. capito*. Cohen *et al.* (1990) señalan que *N. convergens* presenta un hocico más largo (**Lh**) y un diámetro del ojo mayor (**Lorb**) que *N. liolepis*. De igual manera, *C. capito* un **Lorb** mayor que *C. anguliceps*, pero la **Lh** de *C. anguliceps* es mayor que *C. capito*, Iwamoto y Sazonov (1988) señalan que estas especies difieren mucho en su fisonomía.

En el vector propio PC3, la Longitud barbilla (**Lb**) fue la variable con más peso. A lo largo de este eje se separa *C. anguliceps* del resto de las especies. Iwamoto y Sazonov (1988) y Cohen *et al.* (1990) señalan que en proporción de la **Lc**, *C. anguliceps* presenta el barbillón más corto (3-9%) respecto a *C. capito* (5.4-10.2%), *N. convergens* (8-20%) y *N. liolepis* (10-20%).



Dentro de las características merísticas, la de mayor peso para separar entre los géneros *Coryphaenoides* y *Nezumia* fue la presencia de 6 y 7 radios branquióstegos, respectivamente. Así como el conteo de las branquiespinas del primer arco branquial, el número de radios en la primera aleta dorsal y en la aleta pélvica.

Dentro de los límites geográficos del área de estudio, se han reportado la presencia de otras cuatro especies de la familia Macrouridae: *Coryphaenoides armatus* (Hector, 1875); *C. oreinos* Iwamoto y Sazonov, 1988; *Nezumia stelgidolepis* (Gilbert, 1890) y *Caelorinchus scaphopsis* (Gilbert, 1890).

Para reafirmar la determinación de las especies encontradas en el presente estudio, se compararon los datos provenientes de las diagnósicos de las otras especies reportadas para el golfo de California, con el fin de evitar una mala determinación. En el caso de *Coryphaenoides armatus* las proporciones de **Lorb**, **Lh**, **Lio** respecto a **Lc** son menores que las reportadas en *C. capito* y *C. anguliceps*, la **Prof. cuerpo** respecto a la **Lc** es de 1:1 en *C. armatus* y de 0.9:1 en *C. oreinos*, mientras que en *C. capito* y *C. anguliceps* la razón es menor a 0.75:1. En el caso de *Nezumia stelgidolepis* la proporción de **Lh**, **Lio**, **Lms** y **Lb** respecto a **Lc** son mayores que en *N. convergens*, por otro lado *N. stelgidolepis* no presenta el borde anterior aserrado del segundo radio espinoso de la primera aleta dorsal, cuerpo densamente cubierto por escamas fuertemente adheridas con espínulas lanceoladas como *N. liolepis* (Iwamoto, 1979; Iwamoto y Sazonov, 1988; Cohen *et al.*, 1990; Fischer *et al.*, 1995). El género *Caelorinchus* presenta varias características distintivas que lo difieren de los demás géneros, por lo que no hay riesgo de una mala determinación: En el caso de *Caelorinchus scaphopsis*, el hocico es relativamente corto pero puntiagudo y su borde antero-lateral no osificado completamente, presenta una órbita muy desarrollada (**Lorb** 31-37% respecto a la **Lc**) generalmente algo mayor a la **Lh**, crestas de la cabeza con escamas fuertes pero no muy espinosas, escamas fuertemente adheridas con espínulas presentes en con pocas hileras sub-paralelas (3-9). Finalmente la determinación de las especies encontradas en el presente trabajo, fueron confirmadas por el Dr Tomio Iwamoto quien analizó una pequeña muestra en su laboratorio de la California Academy of Science en San Francisco. La utilización del PCA como herramienta para separar los organismos de las 4 especies, en conjunto con las características morfométricas y merísticas señaladas en las claves, permitieron determinar a nivel de especie el 100% de los organismos analizados.



8.3. Factores Ambientales

Los muestreos de este estudio se realizaron entre los 745 y 2321 m de profundidad lo cual representa un intervalo de profundidad de 1576 m. La temperatura del agua epibéntica decreció de los 6.3°C en las estaciones someras hasta 2.0°C en las estaciones más profundas. La concentración de O₂ varió considerablemente a lo largo del área de estudio (de 0.01 a 2.20 ml/l), y está claramente relacionada con la profundidad. La concentración de O₂ del agua epibéntica fue mínima a 815 m, de ahí se incrementó rápidamente para alcanzar un valor de 2.20 ml/l a profundidades de 1525-1750 m.

-Profundidad.

Los resultados de este estudio muestran que *N. liolepis* es una especie con una amplia distribución batimétrica a lo largo del centro-sur del golfo de California. De los 78 lances, se le encontró en 18 realizados entre 759 y 1400 m de profundidad. La mayor densidad se observó entre los 900 y 1200 m, donde el índice de elección de Ivlev (*E*) muestra valores >0 a lo largo de todo el intervalo, lo que indica que *N. liolepis* se encuentra bien representado. Lo anterior concuerda con los registros batimétricos de la especie (768 a 1655 m) para la costa americana del Pacífico (Iwamoto, 1979).

La distribución de los dos organismos de *N. convergens*, concuerda con los registros batimétricos de la especie (600 a 1865 m) para la costa americana del Pacífico (Iwamoto, 1979). Sin embargo debido al número reducido de lances, nos es imposible dar una conclusión definitiva sobre la distribución y abundancia de esta especie.

El intervalo batimétrico de *C. anguliceps* presenta una distribución en ambas vertientes a lo largo del centro-sur del golfo de California. De los 78 lances, se le encontró en cuatro realizados entre 1000 y 1800 m de profundidad. La mayor abundancia se observó entre los 1601 y 1850 m, el índice de Ivlev (*E*) mostró que esta especie no presenta una clara asociación en el intervalo de 1351 y 1680, ya que *C. anguliceps* presenta un número reducido de organismos en donde el índice nos muestra claramente. El intervalo total concuerda con los registros batimétricos de la especie (722 a 2418 m) para la costa americana del Pacífico (Iwamoto y Sazonov, 1988).



El intervalo batimétrico de *C. capito* presento una amplia distribución a lo largo del centro-sur del golfo de California. De los 78 lances, se le encontró en 12 realizados entre 750 y 1800 m de profundidad. Esta última representa la profundidad mayor a la que esta especie ha sido recolectada. Estudios previos señalan un intervalo de profundidad de 305 a 1100 m para la costa americana del Pacífico (Iwamoto y Sazonov, 1988; Cohen *et al.* 1990; Fischer *et al.*, 1995), por lo que la profundidad de 1800 m constituye un nuevo registro batimétrico, incrementándose a 700 m para la especie. La mayor abundancia se observó entre los 900 y 1200 m.

Las cuatro especies de macrúridos analizadas, muestran una distribución batimétrica diferente. *N. liolepis* y *C. capito* con una mayor abundancia en el intervalo de 900 y 1200 m, mientras que *N. convergens* y *C. anguliceps* se presentaron en intervalos de mayor profundidad.

- Concentración de oxígeno disuelto.

Los resultados de este estudio muestran que el intervalo de la concentración de O₂ para *N. liolepis* fue de 0.1 a 1.4 ml/l. El índice de Ivlev (*E*) mostró que *N. liolepis* no se encontró claramente asociado a concentraciones bajas de O₂ pero si al haber un aumento en la concentración de O₂ lo mismo sucede para las otras dos especies, sin embargo a pesar de que estas especies tuvieron cierta tendencia en el intervalo de la concentración del O₂ este intervalo fue muy bajo. Lo cual nos indica que estas especies se ven claramente asociadas a concentraciones bajas de O₂.

Los 2 organismos de *N. convergens*, se capturaron en concentraciones de 1.16 y de 1.29 ml/l. Sin embargo debido al número reducido de lances, nos es imposible dar una conclusión definitiva sobre la distribución y abundancia de esta especie.

N. liolepis y *C. capito* habitan mayormente ambientes con condiciones de hipoxia, y más del 60% se capturaron en concentraciones <0.3 ml/l, mientras que *N. convergens* y *C. anguliceps* se presentaron en concentraciones de O₂ >0.3 ml/l.



- Temperatura.

Los resultados de este estudio muestran que el intervalo de temperatura para *N. liolepis* fue de 3.5° a 6.2° C. El índice de Ivlev (*E*) mostró que *N. liolepis* exhibe un patrón de poca afinidad a temperaturas bajas, y que hay una relación positiva con el aumento de la temperatura al igual que *C. capito*. Pero para la especie *C. anguliceps* presentó un patrón diferente a las otras dos especies ya que presentó una relación positiva cuando la temperatura disminuye y muy poca afinidad cuando la temperatura va en aumento.

Los 2 organismos de *N. convergens*, se capturaron en temperaturas de 3° C. Sin embargo debido al número reducido de lances, nos es imposible dar una conclusión definitiva sobre la distribución y abundancia de esta especie.

Las 4 especies de macrúridos analizadas, habitan intervalos térmicos similares de 2.8 a 6.2 °C, presentando una mayor abundancia en el intervalo de 3° a 6° C para todas las especies.

Considerando los intervalos de temperatura (2.8-6.2°C), oxígeno (0.04 a 1.46 ml/l) y profundidad (700-1800 m), *C. capito* y *N. liolepis*, habitan un intervalo de distribución batimétrica y térmico más amplio, que, *C. anguliceps* y *N. convergens* que se capturaron en zonas más profundas con mayores valores de temperatura y concentración de O₂ mayores. Sin embargo, no se encontró una relación directa entre los gradientes de profundidad, concentración de O₂ y temperatura con la distribución de las 4 especies de macrúridos.

Hendrickx (2001) reportó que la mayor presencia de especies de crustáceos decápodos se presentan donde prevalecen las condiciones hipóxicas. Al parecer las condiciones de hipoxia no son un factor crítico que controle el número de especies, otros factores como la disponibilidad de alimento (Janssen *et al.*, 2000; Witte 2000; Kröncke y Turkey 2003 en: Zamorano *et al.*, 2007), la naturaleza del sustrato o la presencia de corrientes submarinas pueden afectar la distribución de las especies (Pequeño, 2000). Aparentemente la distribución geográfica y vertical de algunas especies está restringida por la presencia de zonas de mínimo oxígeno. La zona de mínimo de oxígeno (OMZ) se empieza a formar debido a la alta productividad y a la pobre circulación de agua (Rogers, 2000).



Algunos organismos se han adaptado a la OMZ desarrollando modos sumamente eficientes de extraer el oxígeno agotado del agua. El tamaño pequeño del cuerpo es uno de los rasgos más obvios de animales en la OMZ, algunos crustáceos y peces contienen las branquias en una área más grande para una excelente ventilación o en ocasiones algunas especies se desplazan a otros sitios en donde la concentraciones de oxígeno no son muy bajas (Levin, 2002).

La alta densidad de los macrúridos a profundidades entre 745 a 1750 m podría ser parte de la adaptación de esta familia a los ambientes con escasees de comida como los son las aguas profundas del golfo. En el golfo de California para la misma área de estudio, se reportan que el mayor número de especies, densidad y diversidad se presentan entre los 1100 y 1600 m de profundidad para los poliquetos (Mendez, 2007), de 1000-1380 m para los crustáceos decápodos (Hendrickx, 2001) y 700–1,000 m para los moluscos (Zamorano *et al.*, 2007). En el Mediterráneo la zonación vertical de la ictiofauna entre los 1200 y 1400 m de profundidad, ha sido atribuida a la disponibilidad de recursos alimenticios ligada con la distribución de los organismos mesopelágicos (Carrassón y Matallanas, 1990; D’Onghia *et al.*, 2004). Lo anterior concuerda con lo observado en la zona de estudios para los grupos de poliquetos, crustáceos decápodos, moluscos y macrúridos.



8.4. Zoogeografía

En el presente estudio, se utilizaron las regiones administrativas que utiliza la FAO, Spalding *et al.* (2007) señalan que el análisis de la biogeografía de aguas profundas requiere de un mayor análisis y que es necesario desarrollarlo, ya que existen diferencias marcadas entre los ambientes de las aguas someras y costeras con las aguas adyacentes de los grandes mares y los mares profundos, además la distribución geográfica y vertical de algunas especies está restringida por la presencia de zonas de mínimo oxígeno (Rogers 2000). La mayoría de los trabajos sobre biogeografía se enfocan en organismos de aguas costeras y someras, siendo su límite inferior de profundidad alrededor de 200 m (Spalding *et al.*, 2007). Esto es debido a que estas aguas contienen la mayor biodiversidad marina, son áreas donde ocurren los mayores cambios de fauna, principalmente a lo largo del gradiente batimétrico (Fariña *et al.*, 1997) y el gradiente latitudinal es donde la atención e interés humano son mayores (UNEP, 2006).

Al aumentar la profundidad se observa un decrecimiento en la densidad, la biomasa y menor riqueza de especies de peces demersales (Fariña *et al.*, 1997). Sin embargo, dentro de cada estrato de agua, otros factores como la temperatura, la salinidad, el contenido de oxígeno, los sistemas de corrientes, la naturaleza del sustrato, así como los cambios en la biota se convierten en factores relevantes en la composición de la comunidad (Jacob *et al.*, 1998). Pequeño (2000) intenta hacer una clasificación zoogeográfica de los peces de mares profundos frente a Chile utilizando la nomenclatura y los límites de profundidad en los peces de aguas someras y costeras. Sin embargo, su intento es infructuoso, debido a que el endemismo es muy marcado en los peces inter y submareales, mientras que muchas especies de peces de profundidad son prácticamente cosmopolitas. Por lo que señala que es necesario incrementar el conocimiento de las especies ícticas de profundidad.

A profundidades entre 1000 y 3000 m aproximadamente, frente a Chile, a lo largo de los fondos que origina la prolongada fosa de Chile-Perú y que alcanza grandes profundidades, se desplazan faunas de origen polar - tanto norte como sur - que aprovechan las aguas frías que allí circulan, para alcanzar latitudes menores o mayores, según sea su proveniencia. Por eso, es posible encontrar en distancias relativamente cortas a especies que



habitan a menor profundidad en el hemisferio norte, como también otras que viven en aguas frías circumpolares. Entre estas especies las hay tanto bentónicas, como engibentónicas (Pequeño, 2000).

Las cuatro especies reportadas en el presente trabajo, se encuentran dentro del intervalo de distribución latitudinal citado en la literatura. El intervalo de *N. liolepis* va de los 36°49' a 17° 24' N (Garman, 1899; Gilbert y Hubbs, 1916; Iwamoto y Stein, 1974; Iwamoto, 1979; Iwamoto y Sazonov, 1988). Sin embargo, Hoff *et al.* (2000) reportan la presencia de esta especie hasta los 43°N. El intervalo de *N. convergens* va de los 27°34' N a los 34°53' S (Garman, 1899; Gilbert y Hubbs, 1916; Iwamoto y Stein, 1974; Iwamoto, 1979; Iwamoto y Sazonov, 1988). El intervalo de *C. anguliceps* va de los 26°48' N a los 4°10' S y 110°45' W a 80°15' W (Garman, 1899; Gilbert y Hubbs, 1916; Parin y Makushok, 1973 e Iwamoto y Sazonov, 1988). El intervalo de *C. capito* va de los 27°40' N a 5°40' S (Iwamoto y Sazonov, 1988).

También presentan una amplia distribución a lo largo del Pacífico americano. El golfo de California junto con la Provincia mexicana representa el límite de distribución norte de *C. anguliceps*, *C. capito* y *N. convergens*. Mientras que para *N. liolepis* el intervalo se extiende hasta el noreste del Pacífico.

En un estudio en el pacífico occidental se observa que la distribución batimétrica de algunas especies de Macruridos se encuentra dividida en profundidades, en general se definen 2 grandes grupos, el grupo de las especies no abisales que habitan un restringido rango vertical en el talud continental de los 200 a los 2000 m de profundidad y el grupo de los abisales que habitan entre los 2700 a 6400 m (Morita, 1999). De acuerdo a lo anterior, las cuatro especies de macrúridos encontradas en este estudio, pertenecen al grupo de los no abisales. El género *Coryphaenoides* presenta una distribución batimétrica muy extensa que va desde los 722 m (por ejemplo: *C. anguliceps*) hasta los 3940 m (por ejemplo: *C. armatus*) (Marshall, 1971; Iwamoto y Stein, 1974). Morita (1999) postula que las diferencias de adaptación a la presión atmosférica asociada con la profundidad, han producido especiación entre las especies abisales y no abisales del género *Coryphaenoides*, encontrando que *C. armatus* tiene un linaje separado con una gran divergencia genética respecto a las especies no abisales



De las 8 especies reportadas para el golfo de California, cuatro no se capturaron durante los 7 cruceros realizados. *Coelorinchus scaphopsis* ha sido reportado en aguas someras 95-296 m en el norte del golfo de California (39°N) (Cohen *et al.*, 1990, California Academy of Sciences/Research/Ichthyology/Collection Database), mientras que en el caso de *Coryphaenoides armatus* su intervalo de distribución batimétrica va de 2000 a 4700 m (Cohen *et al.*, 1990), la ausencia de registro de estas especies en el presente trabajo, se debe a que ambas especies se han registrado en intervalos batimétricos muy distintos a los muestreados en este estudio y no a un problema de mala determinación. Además *Coelorinchus scaphopsis* ha sido capturado en latitudes mayores a las muestreadas en este estudio, esto puede estar asociado a las diferencias ictiofaunísticas en la composición y abundancia entre el norte y centro-sur del golfo de California, debido a las diferencias en las condiciones topográficas e hidrográficas entre ambas cuencas. El norte del golfo es más somero y sus aguas son menos frías y más salada que en la parte centro bajo del golfo que es más profundo (Parker, 1964; Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979).

Por otro lado, *Nezumia stelgidolepis* presenta una distribución geográfica muy amplia desde la Columbia Británica hasta el Sureste del Perú, con un intervalo batimétrico de 277 a 909 m (Cohen *et al.*, 1990), entre tanto *Coryphaenoides oreinos* se distribuye en el Pacífico central mexicano en un intervalo batimétrico de 990 a 1626 m (Iwamoto y Sazonov, 1988; Cohen *et al.*, 1990; Castro-Aguirre *et al.*, 2007). No obstante que la distribución latitudinal y batimétrica de ambas especies se encuentra dentro del espacio muestreado, estas no se capturaron. Esto puede estar asociado a la heterogeneidad del hábitat y a la poca capacidad de los macrúridos para realizar grandes migraciones, lo que favorece que las especies se distribuyan en parches discretos. Este fenómeno se ha registrado en *C. rupestris* en el norte del océano Atlántico (Lorance *et al.*, 2001). La topografía del talud en el golfo de California es muy diversa, la pendiente es muy abrupta presentándose cañones, cimas, acantilados y terrazas. Los arrastres están restringidos a realizarse en fondos planos, por lo que la riqueza y la abundancia de especies fuera de estas áreas no pueden ser estimadas mediante arrastres. Lorance y Trenkel (2006) analizaron la composición de peces de profundidad en el golfo de Vizcaya con un robot teledirigido, concluyendo que la distribución de los peces depende de condiciones hidrográficas y de características topográficas de pequeña escala.



A pesar que el Pacífico Central este (EPC) presenta el mayor número de especies registradas, el Pacífico mexicano (PM) obtuvo el mayor porcentaje en tener especies en común con el golfo de California (GC) con más del 50%. Sin embargo, el Pacífico noreste (NEP) también presentó un porcentaje elevado pero en número de especies en común y con los que presenta es relativamente bajo que el de las demás regiones.

El noreste del Pacífico (NEP) y el Sureste del Pacífico (SEP) comparten una especie, *Coryphaenoides armatus*, sin embargo no se tiene registro ni para el Pacífico Central este (EPC) ni para el Pacífico mexicano (PM). El PM y el SEP comparten tres especies, *Albatrossia pectoralis*, *Coryphaenoides acrolepis* y *C. armatus*. Dada la amplia distribución de estas especies, es probable que su distribución alcance las aguas del golfo de California (GC).

Muchas de las especies de macrúridos son conocidas por su amplia distribución, a lo largo de las costas del Pacífico americano. Para los peces de profundidad que habitan el golfo de California, Castro-Aguirre y Balart (1996) concluyen que no existe una clara diferencia entre los conjuntos ícticos del golfo y los del resto del pacífico oriental, dado que la mayoría de las especies son compartidas, es decir no hay endemismo al menos en las especies conocidas (Castro-Aguirre *et al.*, 2007).

Es probable que los peces de aguas profundas logran penetrar dentro del golfo, al seguir isotermas ideales. En este sentido, la confirmación de la presencia de varias especies de peces de aguas profundas en el golfo de California, que anteriormente no eran conocidas, invalida parcialmente las aseveraciones de Robinson (1973) y Brewer (1973), quienes manifestaron que la pobreza en este tipo de ictiofauna podría estar asociada a las condiciones hidrológicas.

Por otra parte, las especies endémicas de las aguas profundas del golfo, en caso de que existan, probablemente estén presentes en el fondo de las grandes cuencas, fosas y depresiones, como las del Carmen, Farallón y Guaymas (Castro-Aguirre y Balart, 1996).



9. Conclusiones

- 1) Se determinaron cuatro especies de la familia Macrouridae en el centro-sur del golfo de California: *Coryphaenoides anguliceps*, *C. capito*, *Nezumia convergens* y *N. liolepis*.
- 2) La utilización del análisis de componentes principales, demostró su valía como herramienta para separar los organismos de las cuatro especies de la familia Macrouridae.
- 3) Las cuatro especies de macrúridos analizadas, muestran una distribución batimétrica diferente. *N. liolepis* y *C. capito* con una mayor abundancia en el intervalo de 900 y 1200 m, mientras que *N. convergens* y *C. anguliceps* se presentaron en intervalos de mayor profundidad.
- 4) Las 4 especies de macrúridos analizadas, habitan intervalos térmicos similares de 2.8 a 6.2 °C, presentando una mayor abundancia en el intervalo de 3° a 6° C para todas las especies.
- 5) *N. liolepis* y *C. capito* habitan mayormente ambientes con condiciones de hipoxia, más del 60% se capturaron en concentraciones de O₂ <0.3 ml/l, mientras que *N. convergens* y *C. anguliceps* se presentaron en concentraciones de O₂ >0.3 ml/l.
- 6) La especies más abundantes fueron *N. liolepis* y *C. capito*, ambas presentaron una amplia distribución latitudinal y batimétrica, encontrándose en ambas vertientes del golfo de California.



- 7) El intervalo de distribución batimétrica de *C. capito* se incrementó de 1000 m hasta 1800 m. Y el intervalo de la longitud total para *N. liolepis* fue mayor (6.93-33.5 cm) a lo registrado en trabajos anteriores (11.4-30 cm).
- 8) Las cuatro especies de macrúridos registradas en el presente trabajo presentan una amplia distribución a lo largo del Pacífico americano.



10. Recomendaciones

- ✓ Se sugiere seguir realizando nuevas exploraciones para toda el área del golfo de California, ya que posiblemente se pueda encontrar nuevos registros de especies o en su caso, nuevas especies de la familia Macrouridae para el golfo de California y obtener una reciente lista para esta familia.
- ✓ Realizar más estudios sobre la biología de la familia Macrouridae, ya que dicha familia presenta un interés económico y pesquero para otros países.
- ✓ Dentro de las especies registradas en este trabajo, se recomienda seguir realizándoles otros estudios como la alimentación, la reproducción, la edad y el crecimiento para conocer más de esta familia.



12. Anexos

Anexo I. Distribución de las especies de la familia Macrouridae a lo largo de la costa del Pacífico Este, repartidas en las siguientes regiones administrativas de la FAO: Pacífico noreste (NEP), Pacífico central este (EPC), Pacífico sureste (SEP), Pacífico mexicano (PM) y golfo de California (GC).

FUENTES: (1) Cohen *et. al.* (1990); (2) Sazonov (1994); (3) Sazonov e Iwamoto (1992); (4) Iwamoto (1989); (5) Pastón *et. al.* (1989); (6) Iwamoto y Schneider (1995); (7) Iwamoto (1990); (8) Endo *et. al.* (1994); (9) Hart (1973); (10) Iwamoto y Sazonov (1988); (11) Shcherbachev e Iwamoto (1995); (12) Quast y May (1972); (13) Endo y Okamura (1992); (14) Cohen *et. al.* (1973); (15) Iwamoto y Sazonov (1994); (16) Iwamoto y Anderson (1994); (17) Masuda *et. al.* (1984); (18) Wilson (2001); (19) Iwamoto (1997); (20) Geistdoerfer (1990); (21) Iwamoto y McCosker (2001); (22) Iwamoto y Williams (1999); (23) Nakamura *et. al.* (1986); (24) Kailola (1987); (25) De la Cruz-Agüero y Galván-Magaña (1992); (26) Gilbert (1980); (27) Castro-Aguirre *et al.* (2007).

Género	Especie	EPC	SEP	NEP	PM	GC	Fuente	
<i>Albatrossia</i>	<i>pectoralis</i>	1		1	1		1	
<i>Asthenomacrus</i>	<i>fragilis</i>		1				6	
<i>Bathygadus</i>	<i>bowersi</i>	1					1	
<i>Cetonurus</i>	<i>crassiceps</i>	1	1				5	
<i>Coelorinchus</i>	<i>aconcaua</i>		1				1	
	<i>aratrum</i>	1					2	
	<i>canus</i>	1	1				1	
	<i>chilensis</i>		1				1	
	<i>doryssus</i>	1					2	
	<i>fasciatus</i>		1				1	
	<i>gladius</i>	1					3	
	<i>inmaculatus</i>		1				3	
	<i>matamua</i>		1				16	
	<i>multifasciatus</i>		1				3	
	<i>nazcaensis</i>		1				3	
	<i>scaphopsis</i>	1				1	1	1,4 ,26,
	<i>spilonotus</i>	1	1					3
<i>Coryphaenoides</i>	<i>acrolepsis</i>	1		1	1		1	
	<i>anguliceps</i>	1	1		1	1	1	
	<i>arionmmus</i>	1	1				6	
	<i>armatus</i>	1	1	1	1	1	7	
	<i>boops</i>		1				6	
	<i>bucephalus</i>	1	1				6	
	<i>bulbiceps</i>	1	1				6	
	<i>capito</i>	1	1		1	1	6	
<i>carminifer</i>	1	1				1		



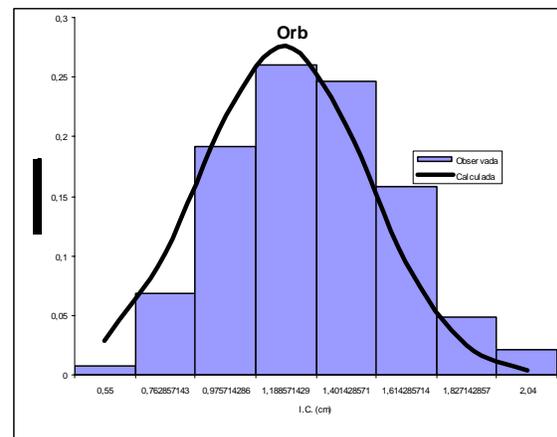
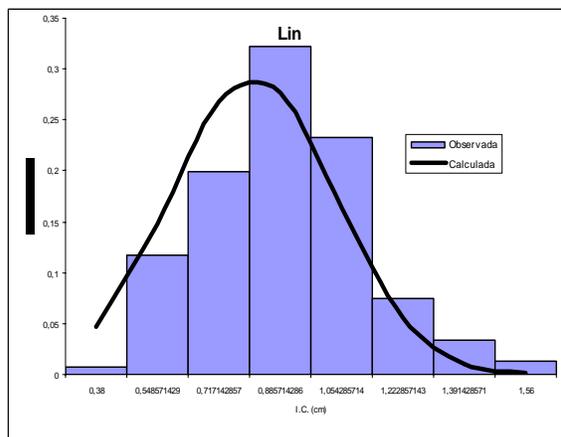
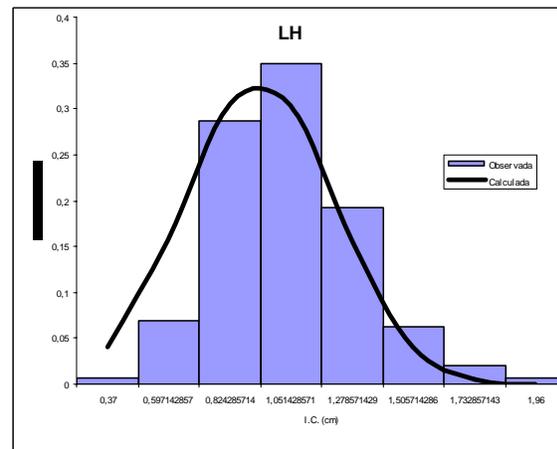
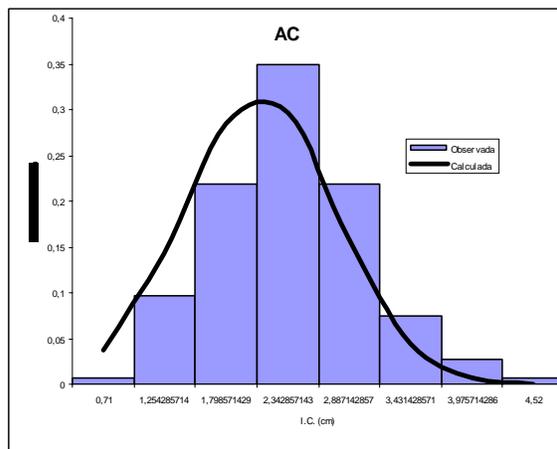
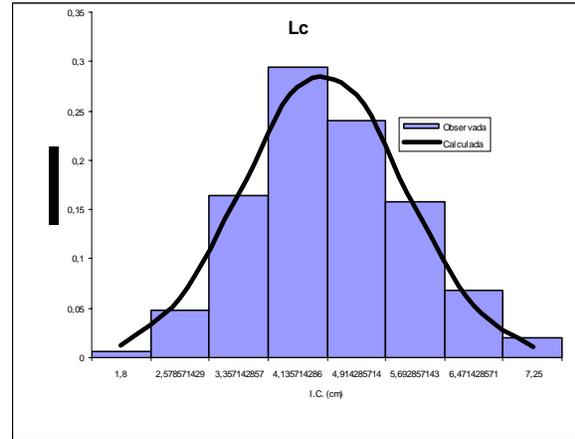
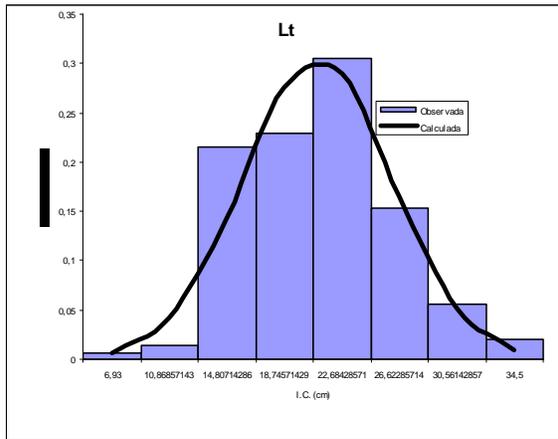
Género	Especie	EPC	SEP	NEP	PM	GC	Fuente
	<i>cinereus</i>			1			1
	<i>delsolari</i>	1	1				1
	<i>fernandezianus</i>		1				10
<i>Coryphaenoides</i>	<i>filicauda</i>		1				7
	<i>filifer</i>	1		1			8
	<i>gypsochilus</i>		1				21
	<i>leptolepis</i>	1		1			1
	<i>liocephalus</i>			1			9
	<i>longicirrhus</i>	1					11
	<i>longifilis</i>			1			1
	<i>myersi</i>		1				6
	<i>oreinos</i>	1			1		10, 27
	<i>rudis</i>	1	1		1		11
	<i>subserrulatus</i>		1				1
	<i>spinulosus</i>			1			12
	<i>yaquinae</i>	1					13
<i>Echinomacrurus</i>	<i>occidentalis</i>	1	1				6
<i>Gadomus</i>	<i>melanopterus</i>	1	1				1
<i>Hymenocephalus</i>	<i>antraeus</i>	1					3
	<i>aterrimus</i>	1	1				13
	<i>gracilis</i>		1				3
	<i>neglectissimus</i>		1				3
	<i>semipellucidus</i>		1				3
	<i>striatulus</i>	1	1				2
	<i>tenius</i>	1					2
<i>Kumba</i>	<i>hebetata</i>	1					15
<i>Kuronezumia</i>	<i>bubonis</i>	1					16
	<i>pallida</i>		1				3
<i>Lucigadus</i>	<i>nigromaculatus</i>		1				22
<i>Macrouroides</i>	<i>inflaticeps</i>		1				3
<i>Macrourus</i>	<i>carinatus</i>		1				1
	<i>holotrachys</i>		1				1
<i>Macruroplus</i>	<i>potronus</i>		1				23
<i>Malacocephalus</i>	<i>boretzi</i>	1					1
	<i>hawaiiensis</i>	1					1
	<i>laevis</i>	1			1		1
	<i>acipenserinus</i>	1	1				1
	<i>tenuicauda</i>	1	1				1

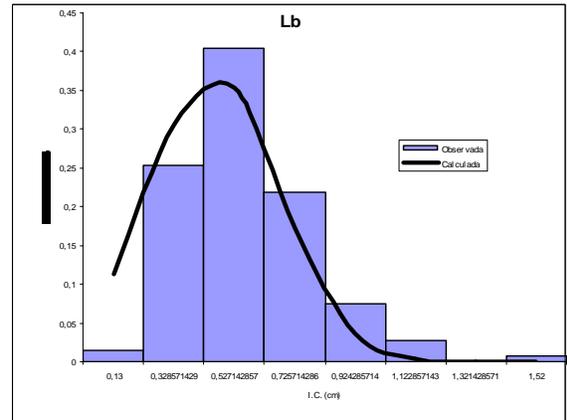
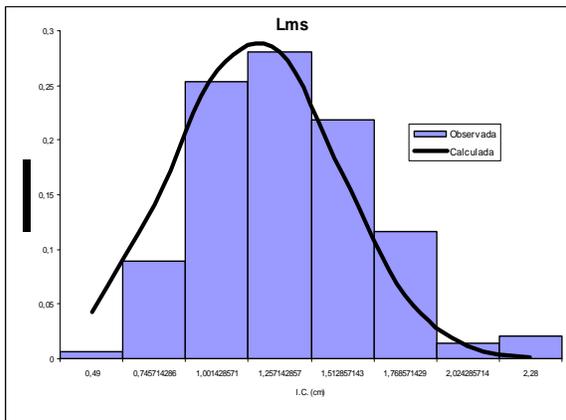
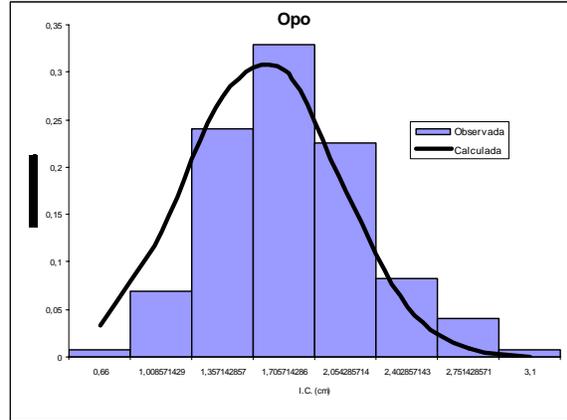
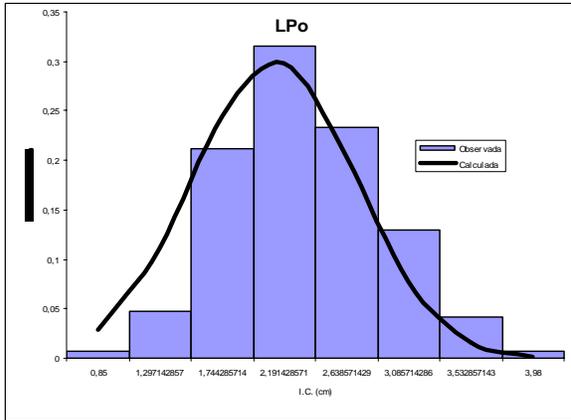


Género	Especie	EPC	SEP	NEP	PM	GC	Fuente
<i>Mesobius</i>	<i>berryi</i>	1				1	6
<i>Nezumia</i>	<i>burragei</i>	1					17
	<i>convergens</i>	1	1		1	1	1
<i>Nezumia</i>	<i>ectenes</i>	1					1
	<i>holocentra</i>	1					3
	<i>kensmithi</i>	1					18
	<i>latirostrata</i>	1	1				1
	<i>liolepis</i>	1			1	1	1
	<i>lirocata</i>	1	1				1
	<i>obliquata</i>	1					2
	<i>orbitalis</i>	1	1				1
	<i>parini</i>	1	1				6
	<i>propinqua</i>	1	1				1
	<i>pudens</i>		1				1
	<i>pulchella</i>	1	1				1
	<i>stelgidolepis</i>	1	1	1	1	1	1, 25
	<i>ventralis</i>	1	1				1
<i>Pseudocetonurus</i>	<i>septifer</i>	1	1				3
<i>Sphagemacrurus</i>	<i>gibber</i>	1					3
<i>Squalogadus</i>	<i>modificatus</i>		1				20
<i>Trachonurus</i>	<i>sentipellis</i>	1					19
	<i>villosus</i>	1	1		1		20
	<i>helolepis</i>	1	1				1
	<i>villegai</i>	1	1				1
<i>Ventrifossa</i>	<i>atherodon</i>	1					1
	<i>ctenomelas</i>	1					1
	<i>jonhboborum</i>		1				24
	<i>macrodon</i>		1				3
	<i>macroptera</i>	1					1
	<i>obtusirostris</i>		1				3
	<i>teres</i>		1				3
<i>Total de especies</i>		62	60	10	14	8	



Anexo II. Determinación de la distribución normal realizado para cada una de las variables que se utilizaron en el análisis multivariado (PCA). Algunas variables normalizadas fueron: *Lt*, *Lc*, *Ac*, *Lh*, *Lin*, *Orb*, *LPO*, *Opo*, *Lms* y *Lb*.







Anexo III Características morfométricas y merísticas de las especies de la familia Macrouridae capturadas en el centro-sur del golfo de California durante los cruceros Talud III-IX. a) *Nezumia liolepis*; b) *N. convergens*; c) *Coryphaenoides capito* y d) *C. anguliceps*.

a) *Nezumia liolepis*.

Características morfométricas (cm)		
Especies	<i>N. liolepis</i>	Proporciones (%)
Longitud total (Lt)	9.8-33.5	
Longitud cefálica (Lc)	2.08-5.71	
Longitud del hocico (LH)	0.85-3.1	0.45-1.31 Lc
Longitud preoral (Lpo)	0.4-1	0.47-1.24 Lc
Longitud internasal (Lin)	0.49-1.41	0.6-1.6 Lc
Longitud interorbital (Lio)	0.25-0.76	1.06-3 Lc
Longitud orbital (Lorbital)	0.81-2.2	0.57-1.75 Lc
Longitud suborbital (Lso)	0.32-1	0.13-0.9 Lc
Longitud postorbital (Lpo)	1.15-2.94	2.49-7.8 Lc
Longitud mandíbula superior (Lms)	2.2-6.5	0.71-2.64 Lc
Longitud barbilla (Lb)	1.04-3.8	1.2-4.22 Lc
Abertura branquial (Ab)	0.8-3.4	0.27-2.1 Lc
Longitud pre-anal (Lpa)	0.95-3.58	23.64-34.48 Lt
Longitud pre-ventral (LPv)	0.97-2.9	21.04-29.2 Lt
Longitud ventral anterior (Lva)	0.1-0.33	5.87-12.59 Lt
Longitud istmo - ano (L ist. Ant)	1.04-3.8	9.8-16.32 Lt
Altura del cuerpo (Prof. cuerpo)	1.2-4.22	11.64-17.88 Lt
Longitud Inter. Dorsal (1D.-2D)	0.27-2.1	2.43-9.34 Lt
Altura 1D (A1D).	0.95-3.58	7.88-16.72 Lt
Longitud pectoral (Long. P)	0.97-2.9	7.43-13.54 Lt
Longitud pélvica (Long. V)	0.86-2.91	7.82-13.54 Lt
Diámetro nostrilo posterior (Post. Nost)	0.1-0.33	3.41-7.71 Lc
Caracteres merísticos		No. elementos
1D		II,8-11
2D*		
Pect.		i20-25
Pelv.		10 a 11
Anal*		
Branquiespinas		9 a 12
Branquióstegos		7

b) *Nezumia convergens*.**Características morfométricas (cm)**

Especies	<i>N. convergens</i>	Proporciones (%)
Longitud total (Lt)	24.3-27.2	
Longitud cefálica (Lc)	3.78-4.32	
Longitud del hocico (LH)	2.23-2.5	1.12-1.2 Lc
Longitud preoral (Lpo)	1.01-1.1	1-1 Lc
Longitud internasal (Lin)	0.73-0.85	1.25-1.44 Lc
Longitud interorbital (Lio)	1.22-1.45	1.68-1.77 Lc
Longitud orbital (Lorbital)	1.34-1.9	0.87-0.9 Lc
Longitud suborbital (Lso)	0.71-0.8	0.56-0.74 Lc
Longitud postorbital (Lpo)	1.6-2.05	5.77-7 Lc
Longitud mandíbula superior (Lms)	5.05-6.06	1.53-2 Lc
Longitud barbilla (Lb)	2.38-3.35	2.83-3.47 Lc
Abertura branquial (Ab)	2.48-2.97	1.67-2 Lc
Longitud pre-anal (Lpa)	2.7-3.47	21.21-28.81 Lt
Longitud pre-ventral (LPv)	2.17-2.44	18.57-24.94 Lt
Longitud ventral anterior (Lva)	0.19-0.3	5.63-8.23 Lt
Longitud istmo - ano (L ist. Ant)	2.38-3.35	8.75-13.79 Lt
Altura del cuerpo (Prof. cuerpo)	2.83-3.47	10.4-14.28 Lt
Longitud Inter. Dorsal (1D.-2D)	1.67-2	6.14-8.23 Lt
Altura 1D (A1D).	2.7-3.47	11.11-12.76 Lt
Longitud pectoral (Long. P)	2.17-2.44	7.98-10.04 Lt
Longitud pélvica (Long. V)	1.8-2.3	6.62-9.47 Lt
Diámetro nostrilo posterior (Post. Nost)	0.19-0.3	5.03-6.94 Lc

Caracteres merísticos

	No. elementos
1D	II,9-10
2D	
Pect.	i18-22
Pelv.	10 a 11
Anal	
Branquiespinas	7 a 9
Branquióstegos	7

c) *Coryphaenoides capito*.**Características morfométricas (cm)**

Especies	<i>C. capito</i>	Proporciones (%)
Longitud total (Lt)	13.2-27	
Longitud cefálica (Lc)	2.9-6.4	
Longitud del hocico (LH)	1.27-3.17	0.64-1.4 Lc
Longitud preoral (Lpo)	0.35-0.78	0.43-0.96 Lc
Longitud internasal (Lin)	0.53-1.04	0.82-1.88 Lc
Longitud interorbital (Lio)	0.27-0.53	1.4-3.2 Lc
Longitud orbital (Lorbital)	1-2.17	0.71-1.68 Lc
Longitud suborbital (Lso)	0.55-1.5	0.214-0.54 Lc
Longitud postorbital (Lpo)	1.48-3.25	3.9-9.1 Lc
Longitud mandíbula superior (Lms)	3.68-8.7	1.09-2.99 Lc
Longitud barbilla (Lb)	1.99-4.89	1.8-4.92 Lc
Abertura branquial (Ab)	1.47-3.93	0.31-2.77 Lc
Longitud pre-anal (Lpa)	1.56-2.7	27.8-38.78 Lt
Longitud pre-ventral (LPv)	1.7-3.41	26.1-36.53 Lt
Longitud ventral anterior (Lva)	0.11-0.34	8.01-12.28 Lt
Longitud istmo - ano (L ist. Ant)	1.99-4.89	12.11-19.87 Lt
Altura del cuerpo (Prof. cuerpo)	1.8-4.92	13.11-19.73 Lt
Longitud Inter. Dorsal (1D.-2D)	0.31-2.77	2.35-11.49 Lt
Altura 1D (A1D).	1.56-2.7	8.29-14.97 Lt
Longitud pectoral (Long. P)	1.7-3.41	10.34-15.25 Lt
Longitud pélvica (Long. V)	1.27-2.48	8.3-12.11 Lt
Diámetro nostrilo posterior (Post. Nost)	0.11-0.34	3.64-6.67 Lc

Caracteres merísticos

	No. elementos
1D	II,8-9
2D*	
Pect.	i19-26
Pelv.	8 a 9
Anal*	
Branquiespinas	7 a 14
Branquióstegos	6

d) *Coryphaenoides anguliceps*.

Características morfométricas (cm)		
Especies	<i>C. anguliceps</i>	Proporciones (%)
Longitud total (Lt)	23.6-41.8	
Longitud cefálica (Lc)	5-9.75	
Longitud del hocico (LH)	2.42-4.94	1.42-2.64 Lc
Longitud preoral (Lpo)	0.95-1.48	0.94-1.9 Lc
Longitud internasal (Lin)	0.96-2.01	1.23-2.19 Lc
Longitud interorbital (Lio)	0.62-1.38	2.32-4.95 Lc
Longitud orbital (Lorbital)	2.11-4.38	1.34-2.95 Lc
Longitud suborbital (Lso)	0.93-1.81	0.25-0.54 Lc
Longitud postorbital (Lpo)	2.52-5.34	7.3-15.03 Lc
Longitud mandíbula superior (Lms)	7.07-14.33	2.03-4.2 Lc
Longitud barbilla (Lb)	2.53-7.23	3.06-7.53 Lc
Abertura branquial (Ab)	2.44-6.24	0.82-1.25 Lc
Longitud pre-anal (Lpa)	3.36-6.04	28.08-35.96 Lt
Longitud pre-ventral (LPv)	1.75-3.94	27.19-35.78 Lt
Longitud ventral anterior (Lva)	0.17-0.38	8.08-11.05 Lt
Longitud istmo - ano (L ist. Ant)	2.53-7.23	10.72-18.48 Lt
Altura del cuerpo (Prof. cuerpo)	3.06-7.53	11.77-18.01 Lt
Longitud Inter. Dorsal (1D.-2D)	0.82-1.25	2.97-3.47 Lt
Altura 1D (A1D).	3.36-6.04	12.81-14.83 Lt
Longitud pectoral (Long. P)	1.75-3.94	6.73-10.15 Lt
Longitud pélvica (Long. V)	2.2-3.62	8.66-10.38 Lt
Diámetro nostrilo posterior (Post. Nost)	0.17-0.38	3.38-5.26 Lc
Caracteres merísticos		No. elementos
1D		II,8-10
2D		
Pect.		i18-23
Pelv.		8
Anal		
Branquiespinas		7 a 9
Branquióstegos		6

*Aleta caudal destruida.

“i” primer radio no ramificado.



Continuación del anexo III. Conteos de los radios de la primera aleta dorsal (1D), de la segunda aleta dorsal (2D), de las aletas pectoral, pélvica y anal, y número de radios branquióstegos de las especies de la familia Macrouridae.

Caracteres merísticos							
	1D					2D	
	II,7	II,8	II,9	II,10	II,11	< 100	> 100
<i>C. anguliceps</i>	----	2	5	----	----	----	7
<i>C. capito</i>	4	22	12	2	----	36	4*
<i>N. liolepis</i>	----	2	24	62	11	9	90*
<i>N. convergens</i>	----	----	1	1	----	----	2

	Pectoral					
	i20	i21	i22	i23	i24	i25
<i>C. anguliceps</i>	4	1	1	1	----	----
<i>C. capito</i>	2	3	6	12	12	5
<i>N. liolepis</i>	19	35	19	12	9	5
<i>N. convergens</i>	1	----	----	----	1	----

	8	Pélvica			Anal		Branquióstegos	
		9	10	11	< 100	> 100	6	7
<i>C. anguliceps</i>	7	----	----	----	----	7	7	----
<i>C. capito</i>	13	25	----	2	36	4*	40	----
<i>N. liolepis</i>	1	4	36	58	9	90*	----	99
<i>N. convergens</i>	----	----	2	----	----	2	----	2



11. Bibliografía

- Aguirre, H. y Lombarte, A. 1999. Ecomorphologic comparisons of sagittae in *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. *Journal of Fish Biology*. 57:1186-1191.
- Aguirre, H., Madrid-Vera, J. y Virgen, J.A. 2003. Presence of *Echinorhinus cookei* Pietschmann, 1928 (Pisces: Squalidae, Echinorhinidae) off central Pacific Mexico. *Journal of Fish Biology* 61: 1403-1409
- Alvarez-Borrego, S. y Schwartzlose, R.A. 1979. Masas de agua del golfo de California. *Ciencias Marinas*. 6(1-2): 43-63.
- Amezcuca, F. y Aguirre, H. 2007. Length structure, sex ratio and size at first maturity for the drab tonguefish *Symphurus melanurus* (Cynoglossidae) from the North Pacific coast of Mexico. *Cybium* 31(1): 92-94.
- Brewer, G.D., 1973. Midwater fishes from the Gulf of California and the adjacent Eastern Tropical Pacific. Los Angeles County Natural History Museum, Contribution Sciences. 242: 1-47. En: Castro-Aguirre, J.L. y Balart, E.F. 1996. Contribución al conocimiento del origen y relaciones de la ictiofauna de aguas de profundidad del golfo de California. México. *Hidrobiología* 6: 67-76.
- Briggs, J.C. 1974. Marine Zoogeography. McGraw-Hill, New York, 475 pp.
- Burr, B.M., Adams, G.L., Krejca, J.K, Paul, R.J. y Warren, M.L. Jr. 2001. Troglomorphic sculpins of the *Cottus carolinae* species group in Perry County, Missouri: distribution, external morphology, and conservation status. *Environmental Biology of Fishes*. 62:279-296.
- Cadrin, S.X. y Friedland, K.D. 1999. The utility of image processing techniques for morphometric analysis and stock identification. *Fisheries Research*. 43:129-139.
- Carrassón, M. y Matallanas, J. 1990. Preliminary data about the feeding habits of some deep-sea Mediterranean fishes. *Journal of Fish Biology*. 36(3): 461–463. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1990.tb05625.x
- Castro-Aguirre, J.L. y Balart, E.F. 1996. Contribución al conocimiento del origen y relaciones de la ictiofauna de aguas de profundidad del golfo de California. México. *Hidrobiología* 6: 67-76.



- Castro-Aguirre, J.L.; González-Acosta, A.F. y Álvarez-Pliego, N. 2007. Nuevo registro de *Coryphaenoides oreinos* (Teleostei: Gadiformes: Macrouridae) en el Pacífico central mexicano. *Hidrobiológica* 17(2): 189-192.
- Chirichigno, F.N. e Iwamoto, T. 1977. *Coryphaenoides delsolari*. a new species of Macrourid fish from the Pacific coast of South America. *Biological Society of Washington* 89(45): 519-528.
- Cohen, D.M.; Inada, T.; Iwamoto, T. y Scialabba, N. 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125. Vol. 10. Rome. FAO. 1990. 442 p.
- Crisci, J.V. y López-Armengol, M.F. 1983. Introducción a la Teoría y Práctica de la taxonomía numérica. Organización de Estados Americanos. Washington, D. C. 132 p.
- D'Onghia, G., Lloris, D., Sion, L., Capezzuto, F. y Labropoulou, M. 2004. Observations on the distribution, population structure and biology of *Bathypterois mediterraneus* Bauchot, 1962 in three areas of the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*. 68(Suppl. 3): 163-170.
- De la Cruz-Agüero, J. y Galván-Magaña, F. 1992. Peces mesopelágicos de la costa occidental de Baja California Sur y del golfo de California: Cruceros Puma 1982-1988. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM, 19(1):25-31.
- Diaz, R. J. y Rosenberg, R. 1995. Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioral responses of benthic macrofauna. *Oceanography Marine Biological Annual Review*. 33: 245-303.
- Eschmeyer, W.N. 2003. Catalog of Fishes. San Francisco: California Academy of Sciences. <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/>.
- Fariña, A.C., Freire, J. y González-Gurriarán. 1997. Demersal Fish Assemblages in the Galician Continental Shelf and Upper Slope (NW Spain): Spatial Structure and Long-term Changes Estuarine, *Coastal and Shelf Science*. 44: 435-454.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E. y Niem, V.H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Roma FAO. 2: 647.1200 p.



- Garman, S. 1899. Reports of an exploration of west coast of Mexico, Central and South America and the Galapagos Island, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission Steamer "Albatross", during 1891, Lieut. Cmdr. Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. XXVI: The fishes. *Memorian Museum Comp. Zoological*. Harvard University 24: 1-431.
- Gilbert, C. H. 1890. A preliminary report on the fishes collected by the steamer Albatross on the Pacific coast of North America during the year 1889, with descriptions of twelve new genera and ninety-two new species. *Proceedings of the United States National Museum*. 13: 49-126.
- Gilbert, C. H. y Hubbs, C. L. 1916. Report on the Japanese macrurid fishes collected by the United States Fisheries steamer "Albatross" in 1906, with a synopsis of the genera. *Proceedings of the United States National Museum*. 51: 135-214.
- González-Díaz, A.A., Díaz-Pardo, E., Soria-Barreto, M. y Rodiles-Hernández, R. 2005. Análisis morfológico de los peces del grupo *labialis*, género *Profundulus* (Cyprinodontiformes: Profundulidae), en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 76(1-2): 55-61
- Günther, A. 1887. Report on the deep-sea fishes collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Report of the Scientific Results Voyage Challenger. *Zoology*. 22:1-335.
- Haedrich, R. L. Rowe, G. T., Polloni, P. T. (1980). The megabenthic fauna in the deep sea south of New England, USA. *Marine Biology*. 57: 165-179.
- Hendrickx, M.E. 2001. Occurrence of a continental slope decapods crustacean community along the edge of the minimum oxygen zone in the southeastern Gulf of California. Mexico. *Belgian Journal of Zoology*. 131 (Suppl. 2): 95-109.
- Hendrickx, M.E. 2003. Geographic and distribution of species of *Munidopsis* (Crustacea: Decapoda: Galathaeidae) in the SE Gulf of California, Mexico. Pp. 21-30, en M.E. Hendrickx (ed.). Contributions to the study of East Pacific Crustaceans. 2. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 303 pp.
- Hoff, G.R., Buckley, T.W., Drazen, J.C. y Duncan, K.M. 2000. Biology and ecology of *Nezumia liolepis* and *N. Stelgidolepis* from the west coast of North America. *Journal of Fish Biology*. 57(3):662-680.



- Hubbs, C.L. e Iwamoto, T. 1977. A new genus (*Mesobius*) and three new bathypelagic species of Macrouridae (Pisces. Gadiformes) from the Pacific Ocean. *California Academy Of Sciences*. 41(7): 233-251.
- Hubbs, C.L. y Lagler, K.L. 1958. Fishes of the Great Lakes Region. Second edition. *Canbrook Institute of Science*. Bulletin 26:1-213.
- Ivlev, V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale Univ. Press, New Haven, 302 pp.
- Iwamoto, T. 1970. The R/V Pillsbury deep-sea biological expedition to the gulf of Guinea. 1964-65. Macrourid fishes the Gulf of Guinea. *Studies in Tropical Oceanography*. 4 (2). 316-431.
- Iwamoto, T. 1978. Eastern pacific Macrourids of the genus *Coelorinchus giornia* (Pisces: Gadiformes). with description of a new species from Chile. *California Academy of Sciences*. 41(12): 307-337.
- Iwamoto, T. 1979. Eastern pacific Macrourine Grenadiers with seven Branchiostegal rays (Pisces: Macrouridae). *California Academy of Sciences*. 42(5): 135-179.
- Iwamoto, T. y Stein, D.L. 1974. A systematic review of the rattail fishes (Macrouridae:Gadiformes) From Oregon and Adjacent Waters. *California Academy of Sciences*. 111: 79 pp.
- Iwamoto, T. y Sazonov, Y.I. 1988. A review of the Sotheastern pacific *Coryphaenoides* (Sensu Lato) (Pisces. Gadiformes. Macrouridae). *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 45(3): 35-82.
- Iwamoto, T. y Williams, A. 1999. Grenadiers (Pisces. Gadiformes) from the Continental Slope of Western and Northwestern Australia. *California Academy of Sciences*. 51(3):105-243.
- Jacob, W. McClatchie, S. Probert, P.K. y Hurst, R.J. 1998. Demersal fish assemblages off southern New Zealand in relation to depth and temperature. *Deep Sea Research*. 45: 2119-2155.
- Janssen F., Treude T., Witte U. 2000. Scavenger assemblages under differing trophic conditions: a case study in the deep Arabian Sea. *Deep Sea Research II*. 47:2999–3026.



- Jordan, D.S. y Evermann, B.W. 1896-1900. The fishes of North and middle America. *Bulletin U. S. National Museum*. 47(1-4):lx+3313 p. + 392 láms.
- Jordan, D.S., Evermann, D.W. y Clark, H.W. 1930. Checklist of the fishes and fishlike vertebrates of North and middle America. north of the northern boundary of Venezuela and Colombia. *Report U.S. Committee. Fisheries. For the year 1928* (2):1-670.
- Kelly, C.J., Clonnolly, P.L. y Bracken, J.J. 1996. Maturity, oocyte dynamics and fecundity of the roundnose. grenadier from the Rockall Trough. *Journal of Fish Biology*. 49: (Suplemento A). 5-17.
- Kelly, C.J., Connolly, P.L. y Bracken, J.J. 1997. Age estimation, growth, maturity and distribution of the roundnose grenadier from the Rockall Trough. *Journal of Fish Biology*. 50(1): 1-17.
- Koslow, J. A. 1993. Community structure in North Atlantic deep.sea fishes. *Progress in Oceanography*. 31: 321-338.
- Kröncke I., Türkay M. 2003. Structural and functional aspects of the benthic communities in the deep Angola Basin. *Marine Ecology Progress Series*. 260:43–53
- León G.A., Llinás S.H. y Tilano J. 2008. Análisis multivariado aplicando componentes principales al caso de los desplazados. *Ingeniería y Desarrollo*. Universidad del Norte. 23: 119-142.
- Levin L. A. 2002. Deep-Ocean Life Where Oxygen Is Scarce. *American Scientist*, Volume 90: 436-444.
- Lluch-Cota, S., y Arias-Aréchiga, J.P. 2000. Sobre la importancia de considerar la existencia de centros de actividad biológica para la regionalización del océano: El caso del Golfo de California. En BAC: Centros de actividad biológica del Pacífico Mexicano. Editado por Lluch-Belda, D., Elorduy-Garay, J., Lluch-Cota, S.E. y Ponce-Díaz, G. CIB, CICIMAR y CONACYT, México. pp. 255-263.
- Lombarte, A. y Aguirre, H. 1997. Quantitative differences in the chemoreceptor Systems in the Barbels of two species of Mullidae (*Mullus surmuletus* and *M. barbatus*) with different bottom habitats. *Marine Ecology Progress*. 150: 57-64.



- Lorance, P., Dupouy, H. y Allain, V. 2001. Assessment of the roundnose grenadier (*Coryphaenoides rupestris*) stock in the Rockall Trough and neighbouring areas (ICES Sub-areas V±VII). *Fisheries Research* 51: 151-163.
- Lorance, P. y Trenkel, V.M. 2006. Variability in natural behavior, and observed reactions to an ROV, by mid-slope fish species. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 332: 106–119.
- Manley, B.F.J. 1986. Chapter V Principal Component analysis. *Multivariate Statistical Methods. A primer.* ed 1. Chapman and Hall, London. 59-71.
- Marshall, N.B. 1954. *Aspects of deep-sea biology.* Hutchinson Press, London. 380 pp.
- Marshall, N.B. 1963. Diversity, distribution and speciation of deep-sea fishes. In: Harding, J.P. y Tebble, N. (eds.) *Speciation in the sea. Systematics Associates.* London. 5:181-195.
- Marshall, N.B. 1965. Systematic and biological studies of the macrourid fishes Anacanthini-Teleostii. *Deep-Sea Research*. 12(3): 299-322.
- Marshall, N.B. 1971. *Explorations in the life of fishes.* 1st edition. *Harvard University Press.* Cambridge 7 leaves, 204 pp., 54 illustr.
- Mendez, N. 2007. Relationships between deep-water polychaete fauna and environmental factors in the southeastern Gulf of California, Mexico *Scientia Marina*. 71(3): 605-622. ISSN: 0214-8358
- Merret, N.R. y Marshall N.B. 1980. Observations en the ecology of deep-sea bottom-living fishes collected off northwest Africa. *Progress in Oceanography*. 9. 185-244.
- Morita T. 1999. Molecular Phylogenetic Relationships of the Deep-Sea Fish Genus *Coryphaenoides* (Gadiformes: Macrouridae) Based on Mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. Vol. 13, No. 3. 447–454.
- Nelson, J. S. 1994. *Fishes of the world.* John Wiley and Sons, Inc. New York. 3rd edition. 600 pp
- Nelson, E., Ramírez, E.M., Arenas, F., Carranza, B., Jacquemine, P., Prado, S. y Solís, N. 1980. Evaluación de los recursos demersales accesibles a redes de arrastre de fondo en el golfo de California (Mar de Cortés). México. durante 1979. Programa



- de Investigación y Desarrollo Pesquero Integrado. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. *FAO*. México. 124 pp.
- Oyarzún, C., Leibte, M. y Chong J. 1990. Ictiofauna del Cañon del Bío-Bío y áreas adyacentes en la pesquería de *Dissostichus eleginoides*, Smith 1898. X Jornadas de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Chile, Resúmenes, pág. 76.
- Parin, N.V. y Makushok, V.M. 1973. Deep-sea bottom fishes collected during the 4th cruise of the R/V "Akademik Kurchatov" in the South Eastern part of the Pacific Ocean. *Akademika Nauk, Trudy Instituta Okeanologii P .P. Shirshov*. 94: 173-187.
- Parker, H.R. 1964. Zoogeographie, ecologie et biologie marine. La vie benthique. *Presses Universitaires de France*. Tomo I. 541 pp.
- Pearcy, W.G. y Ambler, J. 1973. food habits of deep-sea macrourid fishes off the Oregon coast. *Deep-Sea Research* 21. 745-759.
- Pequeño, G. 2000. Delimitaciones y relaciones biogeográficas de los peces del pacifico suroriental. *Estudios Océanológicos*. 19: 53 – 76.
- Pequeño, G. y Vera, R. 2003. Presencia de *Coryphaenoides subserrulatus* Makushok. 1976 cerca del archipiélago de Juan Fernández. Chile (Osteichthyes: Gadiformes: Macrouridae). *Investigaciones Marinas. Valparaíso*. 31(2): 95-99.
- Robinson, F.H. 1973. Distribution of the midwater fishes of the Gulf of California. *Copeia*. 3: 448-461. En: Castro-Aguirre, J.L. y Balart, E.F. 1996. Contribución al conocimiento del origen y relaciones de la ictiofauna de aguas de profundidad del golfo de California. México. *Hidrobiología* 6: 67-76.
- Robison, H.B. 2004. Deep pelagic biology. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*. 300:253-272.
- Roden, G.I. y Emilson, I. 1979. Physical oceanography of the Gulf of California. Paper presented at the Gulf of California symposium, UNAM, Mazatlán, Sin., Mexico.
- Rogers A. D. 2000. The role of the oceanic oxygen minima in generating biodiversity in the deep sea. *Deep-Sea Research II* 47:119-148
- Sazonov, Yu. I. e Iwamoto T. 1992. Grenadiers (Pisces: Gadiformes) of the Nazca and Sala y Gomez Ridges, southeastern Pacific. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 48(2):27-95.



- Sokal, R. R. y Rohlf, J. F. 1981. *Biometría. Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica*. H. Blume Ed. España. 832 p.
- Spalding M.D., Helen E.F., Gerald R.A., Nick D., Zach A.F., Max F., Benjamin S.H., Miguel A.J., Al Lombana, Sara A.L., Kirsten D.M., Edmund M., Jennifer M., Cheri A.R. y James R. 2007. Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*. Vol. 57 No. 7: 573-583.
- Stefanescu, C., Lloris, D. y Rucabado, J. 1992. Deep-living demersal fishes in the Catalan Sea (western Mediterranean) below a depth of 1000 m. *Journal of Natural History*. 1992. 26. 197-213.
- Strauss, R.E. y Bond, C.E. 1990. Taxonomic Methods: Morphology. pp.: 109-140. En: *Methods for fish biology*. Schreck, C.B. y Moyle, P.B. (ed). *American Fisheries Society*, Bethesda, Maryland, U.S.A. 684 pp.
- Townsend, C.H. y Nichols, J.T. 1925. Deep-sea fishes of the Albatross Lower California Expedition. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 52: 1-20.
- United Nations Environment Programme. 2006. *Marine and Coastal Ecosystems and Human Well-being: A Synthesis Report Based on the Findings of the Millennium Ecosystem Assessment*. Nairobi: UNEP.
- Witte U. 2000. Vertical distribution of metazoan macrofauna within the sediment at four sites with contrasting food supply in the deep Arabian Sea. *Deep Sea Research II*. 47:2979–2997
- Zamorano, P., Hendrickx, M.E. y Toledano-Granados, A. 2007. Distribution and ecology of deep-water mollusks from the continental slope, southeastern Gulf of California, México. *Marine Biology*. 150: 883–892. DOI 10.1007/s00227-006-0390-5
- Zeitschel, B. 1969. Primary productivity in the Gulf of California. *Marine Biology*. 3. 201–207.