
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

Área de Ciencias Biológico Agropecuarias y
Pesqueras.

Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias



Efecto del tamaño de malla en el bolso de redes de arrastre sobre la composición intraespecífica de merluza (*Merluccius sp*) en el Golfo de California, México.

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias
En el área terminal de Ciencias Pesqueras

Presenta:

Alejandro Balmori Ramírez

Tutor: Dr. Manuel Otilio Nevarez Martinez

Cotutor: Dr. Sergio G. Castillo Vargasmachuca

Asesor: Dr. Roberto Gómez Aguilar

San Blas, Nayarit; Septiembre de 2009.



M. EN C. FRANCISCO DE JESUS CARO VELARDE
COORDINADOR DEL POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICO AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE NAYARIT
PRESENTE.

Por este conducto los integrantes del Comité de Revisión en el Posgrado de Ciencias Biológico agropecuarias (CBAP) nos dirigimos a usted para comunicar que después de haber revisado el trabajo de Tesis de Maestría titulado "Efecto del tamaño de malla sobre la composición intraespecífica de merluza (*Merluccius sp*) en el Golfo de California".

Que presenta el Ingeniero Pesquero: Alejandro Balmori Ramirez.

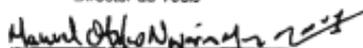
Tiene todos los meritos académicos y de investigación suficientes para ser presentado como Trabajo de Tesis en grado de Maestría.

Se extiende la presente a los 6 días del mes de enero de 2009.

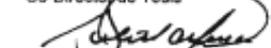
ATENTAMENTE

El Comité Tutorial

Director de Tesis


Dr. Manuel O. Nevarez Martínez

Co-Director de Tesis


Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca

Asesor


Dr. Roberto Gómez Aguilar

DEDICATORIA

En memoria de mis padres (Heberto[†] y María de Jesús[†]) por su gran enseñanza.

A mis hermanos (Heberto, Marisa, Polo, Daniel y Alfredo), por su inmensurable amistad y cariño.

A mi esposa María Teresa por su amor, apoyo y comprensión.

A mis hijos Jeannine Liethui y Alejandro.

AGRADECIMIENTOS

Al INAPESCA por su apoyo al otorgarme la autorización para asistir a los eventos académicos inherentes a este programa de estudios y en particular al M. C. Raul Molina Ocampo por las facilidades prestadas para el logro de esta meta.

A la Universidad Autónoma de Nayarit, a su departamento de posgrado por el apoyo recibido durante mis estudios en esa institución.

Al Fondo Sectorial SAGARPA-COFUPRO-CONACYT, que a través del proyecto con clave SAGARPA-2003-C01-047, hizo posible el financiamiento para el desarrollo de este proyecto de investigación.

A mis compañeros de trabajo del CRIP-Guaymas (Everardo, Pepe, Ángel, Celio) y en especial a Paquito[†] por sus apoyos en el trabajo de campo; Marychuy y Dorita por sus gestiones administrativas.

Al Dr. Manuel Otilio Nevarez Martínez, por su apoyo y confianza, así como sus valiosos consejos para la dirección de esta tesis. Al Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca por todo su apoyo como codirector de esta tesis. Igualmente al Dr. Roberto Gómez Aguilar por sus valiosos comentarios durante el desarrollo de esta tesis.

INDICE

	Pág.
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	3
3. HIPOTESIS DE TRABAJO	6
4. OBJETIVO GENERAL	6
4.1. Objetivos particulares	6
5. AREA DE ESTUDIO	7
6. MATERIALES Y METODOS	8
6.1. Aspectos generales.	8
6.2. Procedimiento a bordo	11
6.3. Punto de Referencia Biológico (PRB)	11
6.4. Análisis y procesamiento de datos	12
6.5. Selectividad	12
7. RESULTADOS	15
7.1. Aspectos generales.	15
7.2. Punto de Referencia Biológico (PRB).	18
7.3. Análisis estadístico.	21
7.3.1. Efecto del tamaño de malla sobre la estructura de tallas.	21
7.3.2. Efecto de la profundidad sobre la estructura de tallas.	23

7.4. Selectividad	26
8. DISCUSION	33
9. CONCLUSIONES	35
10. BIBLIOGRAFIA	36

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

RESUMEN.

La pesquería de merluza a nivel mundial figura para algunos países como un recurso importante por su alto valor comercial, sin embargo en México esta pesquería ha sido muy poco explotada con estadísticas de captura muy imprecisas y con información biológica y tecnológica muy escasa. La información se obtuvo mediante la realización de cinco cruceros a bordo del BIP XI, operado por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), México. El área principal de prospección es desde el puerto de Guaymas hacia el norte del Golfo de California, México. Se realizaron lances experimentales con seis diferentes tamaños de malla en el bolso de la red (50.8, 63.5, 76.2, 90, 100 y 120 mm); para evaluar el efecto de este sobre la composición intraespecífica de la merluza se empleó el método del copo cubierto, así mismo para estimar los parámetros de selección se utilizó la información de las mallas de 90, 100 y 120 mm, mediante el modelo logístico. A través del valor de AIC (Akaike's Information Criterion) se determinó el modelo de selección que mejor se ajusta a los datos. Las longitudes de retención al 50% (L_{50}) de cada tamaño de malla se comparó con la talla de primera madurez sexual (50%) considerada esta como el Punto de Referencia Biológico (PRB) para determinar el tamaño de malla óptimo para esta pesquería, siendo el bolso con la malla de 120 mm la que presenta longitudes de retención por arriba del PRB.

Palabras clave: Selectividad, red de arrastre, método de copo-cubierto, Modelo logístico, *Merluccius* sp., Golfo de California, México.

ABSTRACT.

Effect of mesh size in the codend of bottom trawl nets in hake (*Merluccius sp.*) fishery in the Gulf of California, Mexico

Hake fisheries at world-wide level figure for some countries like an important resource by its high commercial value, nevertheless in Mexico this resource has hardly been exploited, catch data is highly inaccurate and there is very scarce biological and technological information. Data collection for these purposes was obtained during five experimental fishing cruises on board R/V BIP XI, operated by Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), México. The main fishing area prospected was located north of Guaymas in the Gulf of California, Mexico. In order to estimate the effect of mesh size in the length of hake catches, codend of different mesh sizes were tested (50.8, 63.5, 76.2, 90, 100 and 120 mm). Data were analyzed by using the logistic model selection. By means of the value of AIC (Akaike's Information Criterion) was determined the selection model that better adjusts to the data. The lengths of retention at 50% (L50) of each mesh size was compared against the size of sexual maturity at 50%, considering this as a Biological Reference Point (BRP) to determine the optimal mesh size for this fishery, being the codend of 120 mm mesh size the one that presents retention lengths above the BRP.

Key words: Selectivity, bottom trawl net, codend-cover method, logistic model, *Merluccius sp.*, Gulf of California, México.

LISTA DE TABLAS

Tabla	Descripción	Pág.
1	Estadísticas descriptivas de los organismos capturados por tamaño de malla y condición biológica.	17
2	Análisis de Varianza para las tallas de merluza en función del tamaño de malla.	22
3	Prueba de Tukey de las tallas por tamaño de malla ($\alpha = 0.05$).	22
4	Estadísticas descriptivas de los organismos capturados por estrato de profundidad.	24
5	Análisis de Varianza para las tallas de merluza en función del estrato de profundidad.	24
6	Prueba de Tukey de las tallas por estrato de profundidad ($\alpha = 0.05$).	25
7	Proporción retenida en el bolso experimental durante los experimentos por clase de longitud y tamaño de malla.	28
8	Parámetros de selección estimados para cada tamaño de malla.	29

LISTA DE FIGURAS

Fig.	Descripción	Pág.
1	Área de estudio.	8
2	Método del copo cubierto (tomado de Sparre & Venema, 1998).	10
3	Dimensiones y características de los bolsos empleados en las experimentaciones.	11
4	Histograma de frecuencias de capturas de merluza por lance (5 cruceros).	16
5	Distribución y abundancia de los lances experimentales por estrato de profundidad.	16
6	Estructura de tallas de organismos de merluza capturados durante los 5 cruceros.	18
7	Distribución de frecuencias de tallas de merluza por tamaño de malla.	19
8	Longitud de organismos maduros de merluza (estadios III, IV y V, Machos y Hembras).	20
9	Curvas de frecuencias acumuladas de los datos por tamaño de malla y estadio de madurez.	21
10	Efecto debido al tamaño de malla sobre la estructura de tallas de merluza ($p < 0.05$).	23
11	Efecto debido al estrato de profundidad sobre la estructura de tallas de merluza ($p < 0.05$).	25
12	Distribución de frecuencias en el bolso y sobrebolso para la malla de 90 mm.	26
13	Distribución de frecuencias en el bolso y sobrebolso para la malla de 100 mm.	27
14	Distribución de frecuencias en el bolso y sobrebolso para la malla de 120 mm.	27

15	Ajuste logístico de las tallas de merluza capturadas con malla de 90 mm.	30
16	Ajuste logístico de las tallas de merluza capturadas con malla de 100 mm.	31
17	Ajuste logístico de las tallas de merluza capturadas con malla de 120 mm.	31
18	Curvas de selección y proporción retenida por tamaño de malla para merluza del Golfo de California.	32



1.- INTRODUCCION

Las merluzas (la mayor parte del género *Merluccius*), pertenecientes al grupo de los Gadiformes, son un recurso que ha sido (desde el siglo XIX) y es objeto, en el ámbito internacional, de una activa pesca (Cohen *et al.*, 1990; Alheit & Pitcher, 1995), tanto por la excelencia de su carne, su alto valor nutricional, particularmente por su contenido de proteínas y omega 3, como por la alta demanda en los diferentes mercados mundiales, representando con ello una fuente muy importante en la generación de empleos y divisas (Bayley *et al.*, 1982, Cohen *et al.*, 1990; Alheit & Pitcher, 1995; Dorn, 1995; Buckley & Livingston, 1997; Horne & Smith, 1997).

En México existen pesquerías tradicionales muy importantes, tanto por sus volúmenes de captura, valor, así como por su importancia socio-económica, como son las de camarón, atún, tiburón, picudos, sardina, anchoveta, calamar gigante, escama en general y la pesca ribereña. Sin embargo, se ha mencionado que en esos recursos su potencial biológico ya ha sido alcanzado o se esta muy cerca de el, e incluso algunas pesquerías están sobreexplotadas (Carta Nacional Pesquera, 2000). Por otra parte también se menciona que existe la necesidad de buscar nuevas alternativas a esta actividad productiva, ya sea a través de la acuicultura, maricultura o mediante recursos pesqueros potenciales. En este último se ha mencionado a la merluza como una especie con potencial de explotación.

Estudios previos realizados en la región del Golfo de California, particularmente en la parte noroeste, han indicado que esta especie presenta un importante potencial pesquero (Mathews *et al.*, 1974; Grande-Vidal, 1983, Ramírez-Rodríguez, 1987a; b), sin embargo esta ha sido muy poco explotada, las estadísticas de captura son muy imprecisas y con información biológica y tecnológica casi nula sin llegar a tener un criterio acerca de su comportamiento.

Por otra parte durante más de dos décadas, no se ha realizado un estudio formal, orientado a obtener a la determinación de parámetros tanto biológicos como tecnológicos necesarios para su explotación (abundancia, distribución, potencial pesquero, optimización de sistemas de pesca) que permitan establecer los criterios necesarios para la elaboración de propuestas de esquemas de manejo para su explotación.

La merluza es capturada como parte de la pesquería de escama en general, empleando embarcaciones mayores que realizan viajes de pesca con duración de 6 a 7 días, empleando 2 redes de arrastre de fondo por embarcación, capturando organismos de merluza en un rango de tallas muy amplio (poca selección a la talla), así como otras especies, a las que se les conoce como *fauna asociada o fauna de acompañamiento*.

Justificación

Las especies de merluza y bacalao actualmente aportan en el ámbito internacional alrededor de 10 millones de toneladas, en México, las estadísticas de captura de este recurso son muy imprecisas, debido a que se incorporan a una pesca de escama en general. Estudios previos hechos en la región del noroeste de México, han indicado que estas especies tienen un importante potencial pesquero. Es también un recurso marino de alto valor comercial, representando en ámbito internacional un valor del orden de cientos o de miles de millones de dólares, dependiendo de la pesquería de que se trate. Estas especies son también de alto valor nutricional, particularmente por su contenido de proteínas y omega 3. Sin embargo, no ha habido un estudio formal orientado a la determinación de sus abundancias y de su distribución, ni tampoco de la evaluación de su potencial pesquero. Así, este estudio responde concretamente a la necesidad de determinar el efecto de diferentes tamaños de malla sobre la composición intraespecífica de la merluza, con el objetivo de proponer un tamaño de malla adecuado para la explotación y manejo sustentable de este recurso.

Al disponer de este tipo de información conjuntamente con información relativa a la talla de madurez sexual de la especie objetivo, es posible definir medidas de administración del recurso de carácter tecnológico, tales como un tamaño de malla óptimo o una talla de captura mínima, orientadas principalmente a proteger y a que no se vulneren aquellas tallas juveniles del recurso que son inferiores a un punto de referencia biológico.

Así, este trabajo responde concretamente a la necesidad de establecer y desarrollar las bases tecnológicas pesqueras necesarias para una pesca responsable de esta especie.

2.- ANTECEDENTES

Los primeros trabajos que indicaron presencia de *Merluccius sp.*, en el Golfo de California, fueron los de Ramirez *et al.* (1965), Lavenberg & Fitch (1966) y Castro *et al.* (1970). Nelson & Larkin (1970) indicaron que *Merluccius angustimanus*, presenta una distribución que abarca el Golfo de California. Los primeros estudios formales de especies demersales en el Golfo de California, se hicieron a través de varias prospecciones pesqueras; las primeras realizadas en 1968-1969 (Chávez-Ramos & Ramos-Padilla, 1974), enfocadas a la integración de un régimen de pesca adecuado, con el fin de lograr la utilización racional de estos recursos; y las posteriores realizadas en 1971-1972 (Mathews *et al.*, 1974), entre cuyos objetivos estaba el estudiar las existencias de merluza en el Golfo de California. Entre los resultados más importantes de estos estudios es la existencia de muy altas concentraciones de estas poblaciones en la zona norte del golfo, siendo más abundantes en invierno, con rendimientos potenciales para la merluza de 5,000 t anuales (Mathews *et al.*, 1974, 1975).

Grande-Vidal (1983) realizó una pesca exploratoria y experimental de los recursos demersales del Golfo de California, cuyo objetivo general era proporcionar la información científica y tecnológica necesaria para sustentar la toma de decisiones

para su explotación comercial. Ramírez-Rodríguez (1987) efectuó una evaluación de la pesquería de peces demersales de fondo a partir de los avisos de arribo y de las bitácoras de pesca de 62 viajes de pesca realizados entre 1983 y 1986, determinando que la composición de la captura varía en tiempo y espacio, con los mejores rendimientos en el Norte del Golfo de California.

Durante 1998, el Instituto Nacional de la Pesca en coordinación con una empresa privada de Guaymas, estableció un Programa de Pesca Comercial y Exploratoria para el Golfo de California con el objetivo principal de prospectar la zona norte del Golfo de California y determinar los índices de abundancia relativos de las especies susceptibles de comercializarse (Balmori-Ramírez A., datos no publicados, INP-CRIP-Guaymas).

En cuanto al desarrollo comercial de la pesquería de escama con redes de arrastre de fondo en el Golfo de California, esta se inicia en 1978, cuando la empresa Productos Pesqueros Mexicanos incorpora a su flota en 1978, 12 barcos arrastreros tipo BID de 72 pies de eslora, incrementándola hasta 28 embarcaciones en el año de 1981, empleando el sistema de arrastre de fondo, logrando obtener resultados satisfactorios (Grande-Vidal, 1983; Rodríguez-García & Flores-Olivares, 1994). Actualmente participan en la explotación comercial de esta especie alrededor de 70 embarcaciones empleando embarcaciones típicas camarонерas y el mismo sistema de arrastre de fondo.

En relación al párrafo anterior, García (1988), cita, que *"no resulta costeable la pesca de especies de escama con las embarcaciones camarонерas, debido a que se emplean las mismas redes camarонерas para la captura de estas especies y que por principio cada pesquería debe realizarse con redes diseñadas particularmente para cada una de ellas, ya que el comportamiento de las especies es diferente"*, así en su proyecto de investigación de las especies de escama en la zona norte del Golfo de California evalúa aspectos tanto tecnológicos, biológicos y económicos de esta pesquería. Murillo & Flores (1990) efectuaron el trabajo

denominado "Desarrollo de las Pesquerías de Especies de Escama con Embarcaciones Camaroneras Adaptadas para el Arrastre por Popa", obteniendo mediante la realización de 10 viajes experimentales, que es factible realizar pesca de especies de escama con embarcaciones camaroneras adaptadas. Rodríguez & Flores (1994) enfocaron su trabajo a evaluar aspectos tecnológicos tales como la diversificación de las embarcaciones camaroneras para su optimización técnico-económica, concluyendo que dichos barcos se pueden dedicar a la pesca de especies de escama dando oportunidad a los pescadores de percibir ingresos adicionales. Flores-Olivares *et al.* (1995), realizan una evaluación de esta pesquería empleando embarcaciones arrastreras.

En lo que se refiere a trabajos dirigidos a excluir organismos juveniles de las capturas, así como disminuir la fauna de acompañamiento de las redes de arrastre de fondo, a nivel mundial son varios los trabajos que se han realizado, en los países del Norte de Europa y América se han desarrollado diferentes dispositivos que permiten mejorar las condiciones selectivas por tamaño de los organismos, permitiendo que los juveniles puedan escapar de la red antes de ingresar al bolso o copo de la red, sufriendo un daño y estrés mínimo (Larsen & Isaksen, 1993; Chopin & Arimoto, 1995, citados por Sardá *et al.*, 2002); en México estos trabajos han estado dirigidos particularmente a la pesquería del camarón (Grande-Vidal & Arias, 1991; Garcia-Caudillo *et al.*, 2000; Aguilar-Ramírez *et al.*, 2001; Balmori-Ramírez, *et al.*, 2003; Esparza-Carvajal, 2003; Sarmiento *et al.*, 2007).

Tokai *et al.* (1989, 1996, 1995) desarrollaron un método analítico para estimar las curvas de selectividad en redes de arrastre para un tamaño de malla específico. Gálvez *et al.* (1996), Gálvez & Rebolledo (2005), realizaron estudios de selectividad para la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) de la zona centro sur de Chile, evaluando cuatro tamaños de mallas (100, 110, 130 y 140 mm). Özbilgin *et al.* (2005), estimó la selectividad de la merluza capturada por redes de arrastre en el Mar Egeo modificando el número de mallas en la circunferencia del bolso de la red y el uso de mallas cuadradas. En Argentina el

UNIDEP, desarrollo un Dispositivo Excluidor de Juveniles de merluza de cola (DEJUPA) para la pesquería de arrastre de esta especie, con resultados satisfactorios.

3.- HIPÓTESIS DE TRABAJO

Para el desarrollo del presente trabajo se estableció la siguiente Hipótesis:

“El tamaño de malla empleado en el bolso de la red no tiene efectos sobre la estructura de tallas (composición intraespecífica) de las capturas de merluza.”

Con base a esta hipótesis de trabajo se planteo el siguiente objetivo:

4.- OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del tamaño de malla empleado en el bolso sobre la población de la merluza usando datos de composición de longitud.

4.1.- Objetivos particulares

- Determinar la estructura de tallas de la merluza.
- Determinar la talla de primera madurez sexual como Punto de Referencia Biológico (PRB).
- Determinar los parámetros de selectividad en redes de arrastre, particularmente en el bolso.
- Determinar las curvas de selectividad para cada tamaño de malla empleado.

5.- AREA DE ESTUDIO

El Golfo de California, también conocido como Mar de Cortés o Mar Bermejo, es una extensión del Océano Pacífico y se ubica entre la Península de Baja California y los estados de Sonora y Sinaloa, al noroeste de México. Tiene una longitud de 1,203 km y su anchura varía entre los 92 y 222 kilómetros. En sus aguas se encuentran las siguientes islas pertenecientes al estado de Baja California: Isla Ángel de la Guarda, Montague, Gore, Consag, El Huerfanito, Miramar, Coloradito, Encantada, Pómez, San Luis, Mejía, Granitos, Navío, Pellicano, Alcatraz, Coronadito, Smith, Pond y el grupo de islas e islotes que se encuentran dentro de la Bahía de los Ángeles.

Al estado de Baja California Sur pertenecen las islas de: Carmen, Cerralvo, Coronados, Espíritu Santo, Monserrat, Partida, San Diego, San Francisco, San José, San Marcos, Santa Catalina, Santa Cruz; y al estado de Sonora: la isla de Tiburón, la cual es la más grande del país con una superficie de 1,208 km². En sus costas se encuentran los puertos de San Felipe, La Paz, San José del Cabo, Puerto Peñasco, Guaymas, Santa Rosalía y Topolobampo.

El estudio se situó del puerto de Guaymas hacia el norte del Golfo de California. La principal área de prospección se ubicó entre los 27° y 31° de latitud norte y entre los 110° y 114.5° de longitud oeste, abarcando una zona entre Isla Tiburón por la costa de Sonora y al norte de la Isla Ángel de la Guarda por la Costa de Baja California (Fig. 1).



Figura 1.- Área de estudio.

6.- MATERIALES Y METODOS

Para probar la hipótesis definida: "El tamaño de malla en el bolso de la red no afecta la composición intraespecífica de la merluza", se planeo un experimento bajo las siguientes características de muestreo:

6.1 Aspectos generales

Se realizaron cinco cruceros de pesca experimental a bordo del Buque de Investigación Pesquera BIP XI, del Instituto Nacional de Pesca, octubre del 2004, marzo y julio del 2005, noviembre del 2006 y abril del 2007.

Las prospecciones de pesca se realizaron mediante el sistema de pesca de una red de arrastre por popa, empleando una red de fondo de 34 m de relinga superior

y 39 m de longitud construida de material polietileno; estableciendo cuatro estratos de profundidad de la siguiente manera: estrato I: < 135 metros; estrato II: 136-270 metros, estrato III: 270-400 metros; y estrato IV: > 400 metros.

Los lances de pesca se realizaron durante el día y la determinación de efectuar el lance obedeció esencialmente a la profundidad del mar, considerando los estratos definidos y condiciones del fondo, realizando para tal fin rastreos acústicos mediante una ecosonda científica modelo EK60, marca SIMRAD, de tal manera que se estandarizaron los lances de pesca experimental con una duración de 30 min, iniciando estos a partir de que las puertas de arrastre hacen contacto con el fondo, a velocidades de arrastre que varió entre los 2.7 y 3.3 nudos, registrando todos los datos asociados al mismo tales como la fecha, posición (inicial y final), profundidad de trabajo, hora tanto al inicio como al termino del lance, captura total y captura de merluza,

Para evaluar los cambios en la composición intraespecifica de merluza se utilizaron 6 diferentes tamaños de malla en el bolso de la red (50.8, 63.5, 76.2, 90, 100 y 120 mm) construidos con material Polietileno.

Para determinar el efecto del tamaño de malla sobre la estructura de tallas de esta especie, se empleo el método de copo cubierto, descrito por Pope *et al.* (1975), Gulland (1983) y Wileman *et al.* (1996), empleando para tal fin un sobrebolso con un tamaño de malla de 25.4 mm, construido con nylon Poliámidá torsionado. Este método es común para realizar estudios de selectividad, principalmente en las pesquerías que utilizan una sola red (Wileman *et al.*, 1996). Sin embargo y no obstante que este método permite estimar directamente la selectividad, ya que los organismos que escapan son retenidos en el sobrebolso, el empleo de un tamaño de malla más pequeño, puede obstruir las mallas del bolso o restringir el flujo de agua a través de las mismas. Para evitar esto, el sobrebolso o cubierta empleada se construyo de acuerdo a las recomendaciones de Stewart & Robertson (1985), empleando un sobrebolso 1.5 veces superior a las dimensiones del bolso (largo y

perímetro), logrando con esto que el sobrebolso no condicione el movimiento de los organismos permitiendo de esta manera su escape, y los parámetros y curva de selectividad no son subestimados (Fig. 2), así mismo se emplearon bolsos con igual longitud y material en su construcción. (Fig. 3).

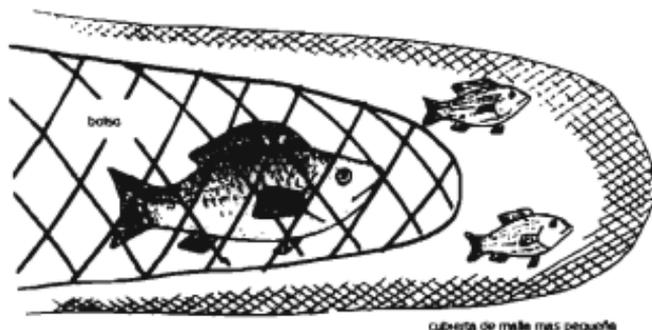


Figura 2.- Método del copo cubierto (tomado de Sparre & Venema, 1998)

6.2. Procedimiento a bordo

Una vez que el producto del lance se encontraba a bordo y para no mezclar las capturas, primero se depositaba en la cubierta del barco o en taras la captura del sobrebolso y posteriormente se depositaba la captura del bolso. De ambas capturas se registraba la captura total (en kilogramos, kg), si existía presencia de merluza esta se separaba y se pesaba en su totalidad (kg). Para el caso de las capturas de merluza del bolso y dependiendo del volumen capturado, se realizaba un muestreo masivo de longitudes patrón y de este se tomaba una submuestra para realizar un muestreo biológico. En el caso del sobrebolso se pesaba y media toda la merluza encontrada en el mismo.

De los muestreos biológicos se registraba peso total y viscerado, longitud total y patrón, determinándoseles el sexo, estadio de madurez, contenido estomacal y se colectaban otolitos para determinación de edad.

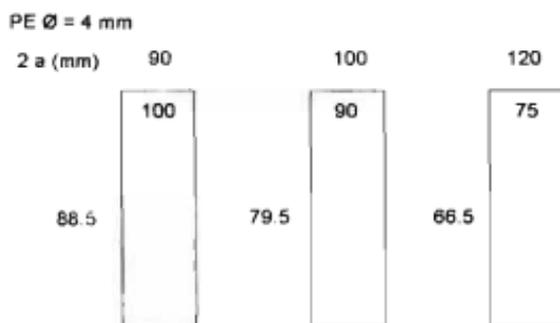


Figura 3.- Dimensiones y características de los bolsos empleados en las experimentaciones.

6.3 - Punto de Referencia Biológico (PRB)

Como Punto de Referencia Biológico (PRB) y el cual nos permitiera establecer un punto de comparación para evaluar el efecto del tamaño de malla sobre la estructura de tallas, se determino que la talla de primera madurez es la más adecuada en términos de explotación. Para determinar esta, se seleccionaron todos los organismos que se encontraban en estadios de madurez III (maduración), IV (desove) y V (desovados), para obtener la L50% de estos organismos se grafico el porcentaje acumulado de los organismos en estos estadios.

6.4 - Análisis y procesamiento de datos

Con el fin de tener una descripción del comportamiento de los datos se obtuvieron las estadísticas descriptivas de los diferentes tratamientos (tamaños de mallas) y se elaboraron las distribuciones de frecuencia.

Para determinar el efecto en la estructura de tallas provocado por el tamaño de malla y profundidad de operación, se realizaron pruebas de Análisis de Varianza de una vía (ANOVA) para determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre la estructura de tallas por los diferentes tamaños de malla, así como entre los diferentes estratos de profundidad versus la estructura de tallas, esto último para determinar si existe alguna relación en función del comportamiento de la especie. (Kleinbaum & Kupper, 1978; Zar, 1999).

Adicionalmente se aplicaron pruebas de comparación de tratamientos mediante la Prueba de Tukey (HSD = Honestly Significant Difference) para determinar el efecto de cada par de malla y estrato de profundidad sobre la estructura de tallas, a fin de determinar grupos homogéneos o diferencias estadísticas significativas entre los tamaños de mallas y estrato de profundidad (igualdad estadística). Kleinbaum & Kupper, 1978; Zar, 1999.

6.5.- Selectividad

La curva de selección $r(l)$, se define como la probabilidad de que un pez de longitud l sea retenido, a partir de que este es capturado dado que entra en contacto con el arte de pesca (Pope *et al.*, 1975; Wileman *et al.*, 1996; Sparre & Venema, 1998; Millar & Fryer, 1999; Millar, 2000). Estas curvas, están caracterizadas por los siguientes parámetros de selección:

- L_{25} , L_{50} y L_{75} , longitudes que corresponden a probabilidades de retención al 25%, 50% y 75% de los individuos que son capturados en el bolso (L_{50} representa una medida básica de la selectividad de una red de arrastre para obtener información sobre las longitudes medias o modales).
- **RS** (Rango de selección), corresponde a la diferencia entre L_{25} y L_{75} , representa una medida de inclinación de la curva de selectividad.

La información usada para este análisis provino de las mallas de 90, 100 y 120 mm, ya que fue en las únicas donde se empleó el método de copo cubierto.

Ya que el único método experimental satisfactorio para describir la selectividad de un equipo de pesca, es la comparación de las curvas de selección de dos o más formas o tamaños de mallas diferentes (Wileman *et al.*, 1996; Millar & Fryer, 1999), se pueden utilizar varios métodos para estimar y analizar la selectividad de los artes de pesca (Pope *et al.*, 1975; Hovgard, 1996, Wileman *et al.*, 1996; Heiser *et al.*, 1998; Millar & Fryer, 1999; Stuart & Ferrell, 2003).

En este caso se utilizó el modelo SELECT (Share Each Length's Catch Total) para el análisis de los datos de los experimentos de selectividad (Millar, 1992, 1995; Millar & Walsh 1992; Xu & Millar, 1993; Wileman *et al.*, 1996; Tokai *et al.*, 1996, Tokai, 1997; Millar & Fryer, 1999; Stuart & Ferrell, 2003). En el modelo SELECT, la proporción, R_i , de la captura de peces de longitud l retenidos por el equipo experimental con respecto a la captura total es expresada por la siguiente ecuación:

$$R_i = n_{ij} / (n_{ij} + n_{ci}) \quad (1).$$

Donde n_{ij} y n_{ci} son el número de peces de longitud l retenidos en el bolso y el sobrebolso o control, respectivamente. De acuerdo al modelo SELECT (Wileman *et al.*, 1996; Millar & Fryer, 1999; Jeong *et al.*, 2000; Stuart & Ferrel, 2003) la proporción capturada en el i -ésimo equipo experimental con respecto a la captura total de peces de longitud l , esta dada por:

$$R_i(l) = (p_i * r(l)) / (p_i * r(l) + 1 - p_i) \quad (2).$$

Donde $r(l)$ es la probabilidad de que un pez de longitud l sea retenido y p_i es un parámetro independiente de la longitud l del pez del i -ésimo equipo experimental.

La expresión matemática más simple utilizada para describir la curva de selección de las redes de arrastre es la llamada curva logística (Pope *et al.*, 1975; Wileman *et al.*; 1996; Sparre & Venema, 1998; Millar & Fryer, 1999).

$$r(l) = [\exp^{(a + bl)} / (1 + \exp^{(a + bl)})] \quad (3),$$

donde a y b son los parámetros de la función logística, que caracterizan a la curva de selectividad (Wileman *et al.*, 1996; Sparre & Venema, 1998; Millar & Fryer, 1999; Stuart & Ferrel, 2003; Akiyama *et al.*, 2004). Esto permitió estimar la L_{50} definida como la longitud a la cual el 50% de los peces son retenidos y el rango de selección (RS), entendido este como la diferencia entre $L_{75\%}$ y $L_{25\%}$, de la siguiente manera.

$$L_{50\%} = -a/b \quad (4),$$

$$RS = L_{75\%} - L_{25\%} = (2 * \ln(3))/b \quad (5)$$

Los parámetros de la curva de selectividad de los diferentes modelos fueron estimados, usando métodos de máxima verosimilitud (MV) (Millar & Walsh, 1992, Wileman *et al.*, 1996). El logaritmo de la verosimilitud a ser maximizado es:

$$\log L = \sum_i [n_{i1} \ln R_i(l) + n_{i2} \ln(1 - R_i(l))] \quad (6).$$

Esta técnica estima los parámetros de selectividad considerando las marcas de clase con probabilidades de retención igual a cero y pondera cada clase de acuerdo al número de individuos observados. Los estimadores obtenidos con MV son estimadores de la varianza mínima. El criterio de selección del mejor ajuste se baso en el valor de AIC (Akaike's Information Criterion), seleccionando el modelo al que correspondiera el menor valor (Tokai *et al.*, 1996, 1997; Mendes *et al.*, 2004).

Las curvas y los parámetros de selectividad correspondientes al modelo arriba referido se determinaron mediante la función SOLVER en MS-Excel (Millar, 1992, Tokai, *et al.*, 1996, 1997; Millar & Fryer, 1999).

El factor de selección (FS) se estima en función de la razón entre la L50 y el tamaño de malla estirada ($L50/2a$), conforme la tendencia internacional y este es usado como un índice de las propiedades selectivas de un arte de pesca (Fridman, 1986), utilizando los criterios de análisis establecidos en lo referente a la relación entre el tamaño de malla estirada y las longitudes modales de las especies capturadas.

Una evaluación preliminar de las tallas de merluza capturadas por cada tamaño de malla se realizó mediante la comparación de los respectivos poligonos de frecuencias relativas acumuladas normalizadas.

7. RESULTADOS

7.1.- Aspectos generales

Se realizaron 128 lances experimentales, de esos en el 77% se observaron capturas de merluza; la profundidad de arrastre vario entre los 91 y los 460 metros, con profundidades promedio de 208 metros, la velocidad de arrastre promedio fue de 3.1 Nudos, considerando esta una velocidad adecuada para la captura de esta especie.

Se obtuvo una captura total de merluza de 13,834 kilogramos, representando el 46% de la captura total, la captura máxima, promedio y mínima fue de 3,600 kg, 98.0 kg y 0.06 kilogramos por lance (Fig. 4). La distribución y abundancia de los lances por estrato de profundidad se presentan en la Fig. 5.

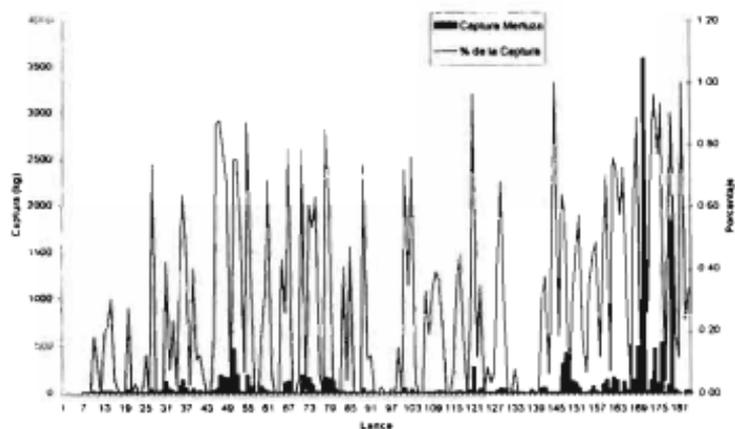


Figura 4.- Histograma de frecuencias de capturas de merluza por lance (5 cruceros).

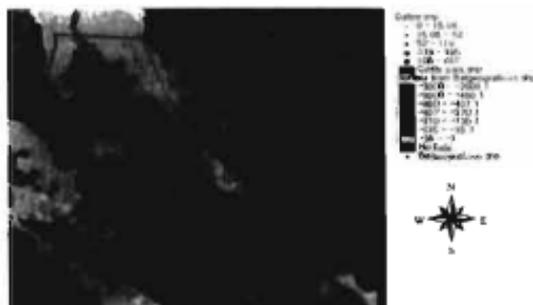


Figura 5.- Distribución y abundancia de los lances experimentales por estrato de profundidad.

De los organismos capturados se analizaron un total de 15,434 organismos de merluza, cuya estructura de tallas total se presenta en la Fig. 6. El rango de tallas global se ubica desde los 7 cm hasta los 95 cm de longitud patrón (Lp), con una talla promedio de 25.98 cm. El tamaño de malla que capturo los organismos mas grandes fue la de 120 mm, con organismos en tallas promedio de 45.53 cm de Lp y el tamaño de malla que capturo los organismos mas pequeños fue la malla de 50.8 mm, con tallas promedio de merluzas de 20.60 cm de Lp. En la tabla 1 se presentan las características descriptivas por tamaño de malla.

Tabla 1.- Estadísticas descriptivas de los organismos capturados por tamaño de malla y condición biológica.

Estadístico	Lp (cm)							
	Total	Tamaño de malla						Madurez
		50.8	63.5	76.2	90	100	120	
Mínimo	7.00	8.71	10.90	13.00	7.00	11.00	13.80	12.50
Primer Cuartil	19.00	14.40	19.00	23.00	19.00	21.00	19.50	28.00
Media	25.98	20.60	29.55	33.66	24.67	25.88	45.53	39.48
Mediana	23.00	16.80	24.00	31.00	23.00	23.00	59.80	30.00
Moda	21.00	14.80	17.00	23.00	21.00	23.00	71.00	22.00
Tercer Cuartil	29.00	22.00	33.00	41.00	29.00	29.00	67.00	57.50
Máximo	95.00	77.50	95.00	91.00	79.00	81.00	77.20	77.22
Rango Intercuartílico	10.00	7.60	14.00	18.00	10.00	8.00	47.50	29.50
Rango	88.00	68.79	84.1	78.00	72.00	70.00	63.40	26.20
No. organismos	15434	323	1687	864	9876	2566	118	590
Error típico	0.09	0.69	0.389	0.476	0.09	0.20	2.18	1.42
Desviación estándar	10.97	12.37	15.96	13.98	8.70	9.921	23.66	21.70
Varianza	120.31	152.94	254.8	195.4	75.71	98.43	559.9	470.81

La estructura de tallas de merluza y su ajuste a una curva de distribución normal por tamaño de malla se presenta en la Fig. 7.

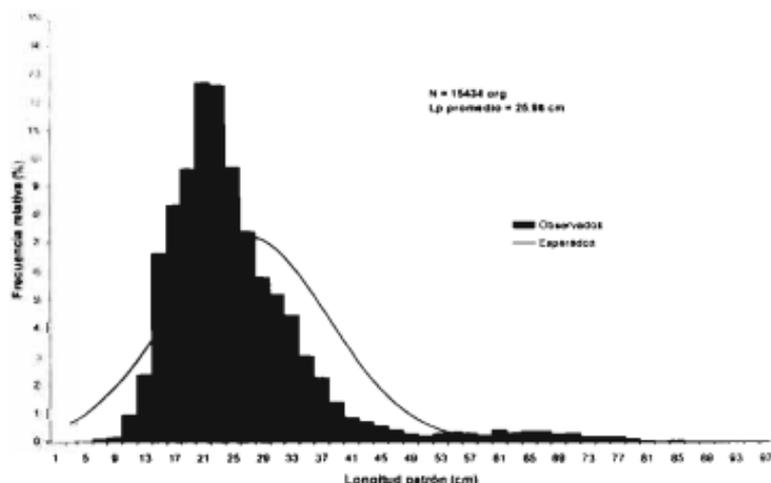


Figura 6.- Estructura de tallas de organismos de merluza capturados durante los 5 cruceros.

7.2.- Punto de Referencia Biológico (PRB)

De los muestreos biológicos realizados se analizó el estadio reproductivo y se identificaron las hembras y machos con estadios de madurez III (maduración), IV (desove) y V (desovados) los cuales sirvieron para establecer el punto de referencia biológico para esta especie. De los estadios de madurez seleccionados se analizaron un total de 590 organismos, el rango de tallas se ubicó entre los 12.50 y 89.70 cm de Lp, la L50% de los organismos en estos estadios fue de 29.00 cm de Lp (Fig. 8).

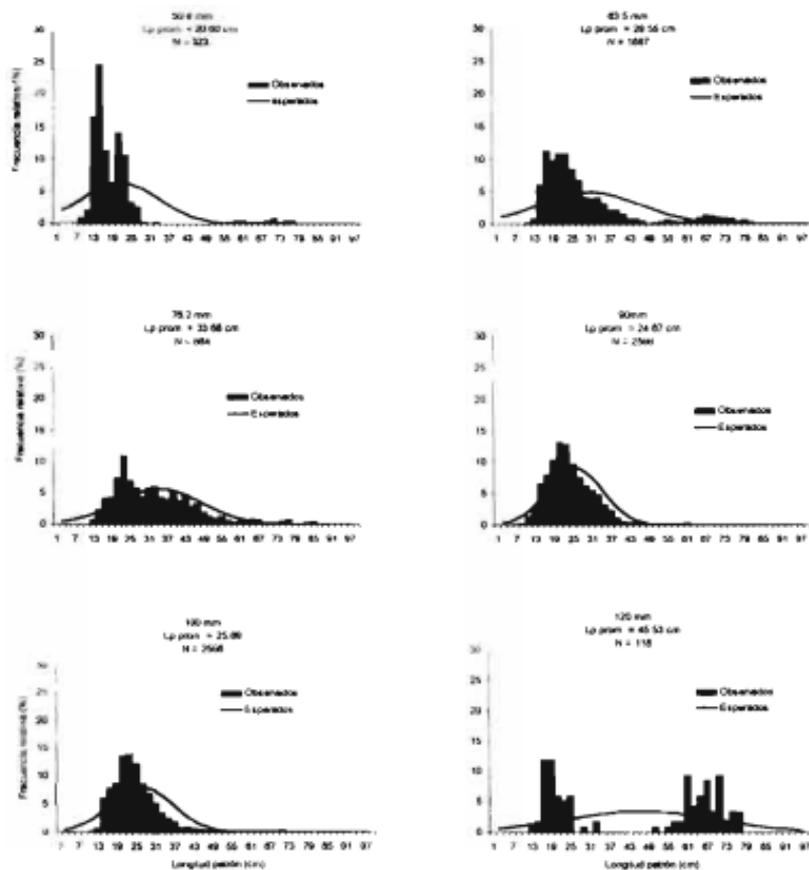


Figura 7.- Distribución de frecuencias de tallas de merluza por tamaño de malla.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

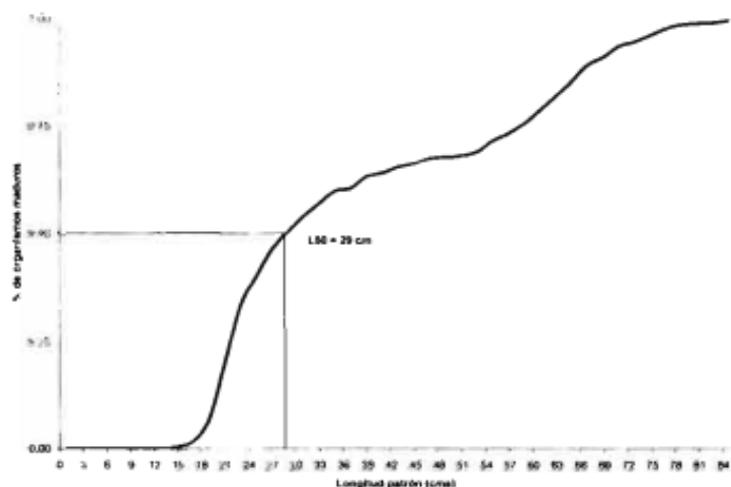


Figura 8.- Longitud de organismos maduros de merluza (estadios III, IV y V, de Machos y Hembras).

Como una primera aproximación para evaluar el efecto sobre la talla de primera madurez se comparan las curvas de frecuencia acumuladas de los datos normalizados de cada tamaño de malla (Fig. 9), en esta se puede observar que la L_{50} de los organismos en estadios de madurez, a excepción de la malla de 76.2 y 120 mm están por arriba de los organismos capturados.

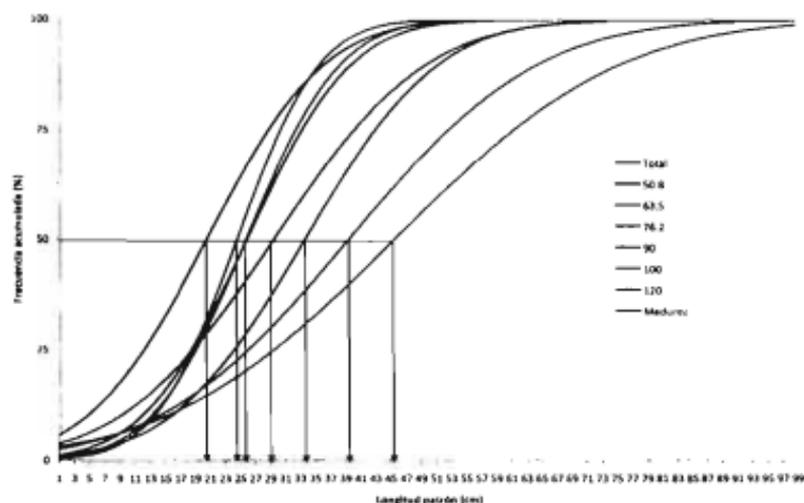


Figura 9.- Curvas de frecuencias acumuladas de los datos por tamaño de malla y estadio de madurez.

7.3.- Análisis estadístico

7.3.1 Efecto del tamaño de malla sobre la estructura de tallas.

Para evaluar el efecto del tamaño de malla sobre la estructura de tallas y determinar si existen diferencias significativas entre los diferentes tamaños de malla se realizó un Análisis de Varianza, cuyos resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis de Varianza para las tallas de merluza en función del tamaño de malla.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F	Probabilidad (α)
Tratamientos (Entre grupos)	143740.7161	5	28748.1432	258.9193	0.0000
Error o Residual (Dentro de los grupos)	1712990.7060	15428	111.0313		
Total	1856731.4221	15433			

Este resultado nos muestra que las estructuras de tallas de cada tamaño de malla presentan diferencias estadísticas significativas ($F = 258.9193$, $\alpha < 0.05$).

El análisis cuantitativo (Prueba de Tukey) de las tallas promedio en función del tamaño de malla, indicó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) (Tabla 3), encontrando que la malla de 120 mm captura los organismos más grandes, mientras que la malla de 50.8 mm captura los organismos más pequeños (Fig. 10).

Tabla 3. Prueba de Tukey de las tallas por tamaño de malla ($\alpha = 0.05$)

Tamaño de malla (mm)	Talla promedio (cm)	1	2	3	4	5	6
50.8	20.60	xxxx					
90.0	24.68		xxxx				
100.0	25.88			xxxx			
63.5	29.55				xxxx		
76.2	33.66					xxxx	
120.0	45.53						xxxx

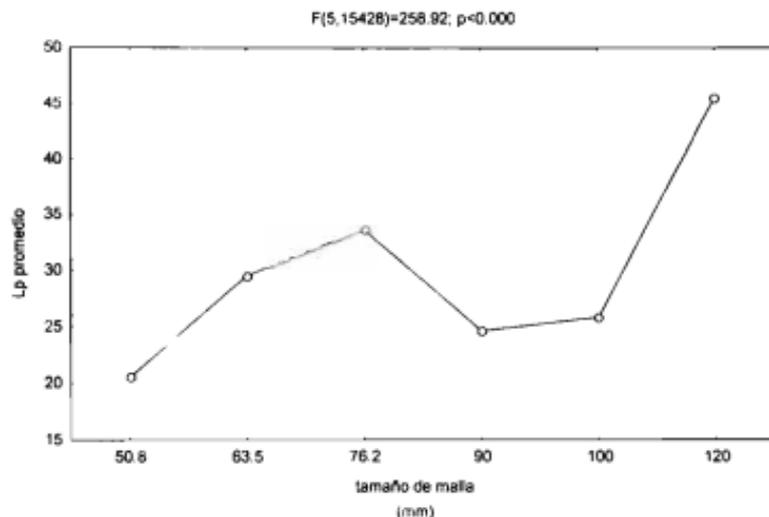


Figura 10.- Efecto debido al tamaño de malla sobre la estructura de tallas de merluza ($p < 0.05$).

7.3.2 Efecto de la profundidad sobre la estructura de tallas.

Del comportamiento de los datos por estrato de profundidad se puede observar que los organismos mas pequeños se distribuyen en el estrato 1 (L_p promedio = 24.21 cm), seguidos por los estrato 3, 4 y 2 con tallas promedio de $L_p = 25.75$, 26.19 y 26.65 cm, respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4.- Estadísticas descriptivas de los organismos capturados por estrato de profundidad.

Estadístico	Lp (cm)				
	Total	Estrato de profundidad (m)			
		< 135	136 - 270	271 - 399	> 400
Mínimo	7.00	7.00	7.00	10.90	13.00
Primer Cuartil	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
Media	25.98	24.21	26.65	25.75	26.19
Mediana	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
Moda	21.00	23.00	23.00	21.00	21.00
Tercer Cuartil	29.00	29.00	31.00	29.00	29.00
Máximo	95.00	85.00	95.00	89.70	77.00
Rango Inter cuartilico	10.00	10.00	88.00	78.80	64.00
Rango	88.00	78.00	88.00	78.80	64.00
No. organismos	15434	3007	8920	3032	475
Error típico	0.09	0.13	0.12	0.22	0.52
Desviación estándar	10.97	7.14	11.48	12.22	11.29
Varianza	120.31	50.97	131.96	149.30	127.51

En relación al efecto del estrato de profundidad sobre la estructura de tallas el Análisis de Varianza demostró efectos estadísticamente significativos ($F = 37.931$, $p < 0.05$) en función de esta variable (Tabla 5).

Tabla 5.- Análisis de Varianza para las tallas de merluza en función del estrato de profundidad.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F	Probabilidad (α)
Tratamientos (Entre grupos)	13593.08	3.00	4531.03	37.9318893	2.05331E-24
Error o Residual (Dentro de los grupos)	1843138.35	15430.00	119.45		
Total	1856731.42	15433.00			

La Prueba de Tukey indico la existencia de 3 grupos con tallas promedio significativamente diferentes ($p < 0.05$), siendo la talla promedio del estrato 1 donde se ubican los organismos mas pequeños (Lp promedio = 24.21 cm), presentando los estratos 3 y 4 (Lp promedio = 25.75 y 26.19 cm, respectivamente) igualdad estadística capturándose los organismos mas grandes en el estrato 2 (Lp promedio = 26.65 cm) (Tabla 6, Fig. 11).

Tabla 6. Prueba de Tukey de las tallas por estrato de profundidad ($\alpha = 0.05$)

Estrato profundidad (m)	Talla promedio (cm)	1	2	3
1 (< 135)	24.21	XXXX		
3 (271 – 399)	25.75		XXXX	
4 (> 400)	26.19		XXXX	XXXX
2 (136 – 270)	26.65			XXXX

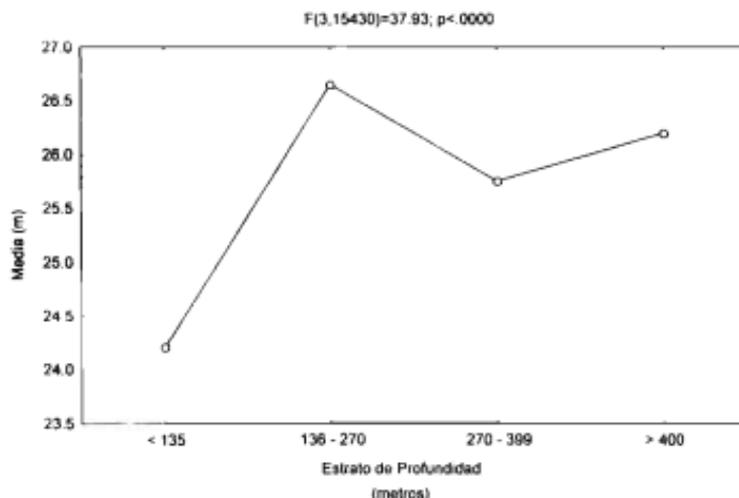


Figura 11.- Efecto debido al estrato de profundidad sobre la estructura de tallas de merluza ($p < 0.05$).

7.4 - Selectividad

Para estimar los parámetros de selección, se utilizó la información de las mallas de 90, 100 y 120 mm, ya que solamente con estos tratamientos se aplicó el método de copo cubierto. Se midieron y analizaron un total de 18,675 organismos (bolso más sobربولso) de los cuales 14,281 correspondieron a la malla de 90 mm, 4,171 a la malla de 100 mm y 223 a la malla de 120 mm.

Las distribuciones de frecuencia de las tallas de merluza por bolso y sobربولso para cada tamaño de malla se presentan en las Figs. 12, 13 y 14: En la tabla 7 se presenta la proporción retenida de los organismos de merluza por tamaño de malla.

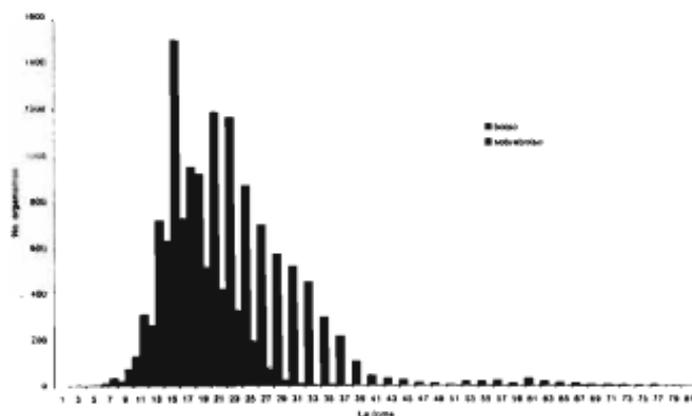


Figura 12.- Distribución de frecuencias en el bolso y sobربولso para la malla de 90 mm.

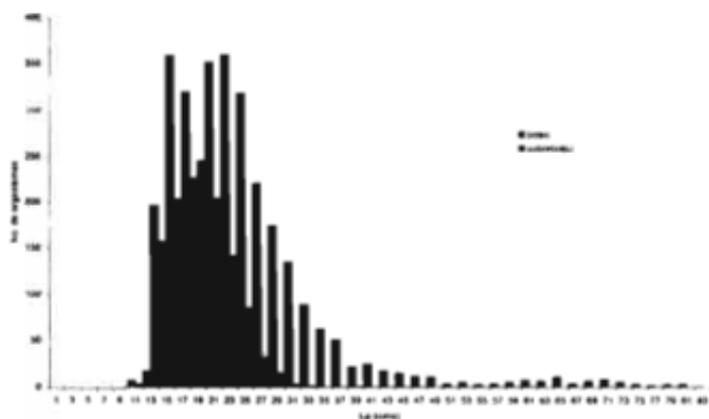


Figura 13.- Distribución de frecuencias en el bolso y sobrebolsa para la malla de 100 mm.

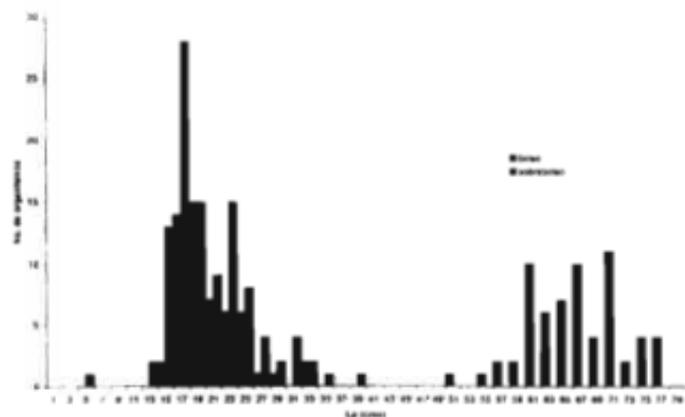


Figura 14.- Distribución de frecuencias en el bolso y sobrebolsa para la malla de 120 mm.

Tabla 7.- Proporción retenida en el bolso experimental durante los experimentos por clase de longitud y tamaño de malla.

M. C.	Fracción retenida (%) 90 mm	Fracción retenida (%) 100 mm	Fracción retenida (%) 120 mm
5			
7	0.25		
9	0.22		
11	0.29		
13	0.27	0.08	
15	0.30	0.30	0.13
17	0.43	0.39	0.33
19	0.64	0.48	0.50
21	0.74	0.63	0.44
23	0.78	0.72	0.29
25	0.82	0.79	0.43
27	0.91	0.88	0.20
29	0.96	0.93	0.33
31	0.98	0.98	0.00
33	1.00	0.99	0.50
35	0.99	1.00	
37	1.00	1.00	
39	1.00	0.96	
41	1.00	1.00	
43	1.00	1.00	
45	1.00	1.00	
47	1.00	1.00	
49	1.00	1.00	
51	1.00	1.00	1.00
53	1.00	1.00	
55	0.96	1.00	1.00
57	1.00	1.00	1.00
59	1.00	1.00	1.00
61	0.97	1.00	1.00
63	0.96	1.00	1.00
65	1.00	1.00	1.00

67	0.85	1.00	1.00
69	1.00	1.00	1.00
71	0.71	1.00	1.00
73	1.00	1.00	1.00
75	1.00	1.00	1.00
77	0.80	1.00	1.00
79	1.00	1.00	
81		1.00	
83			

Los parámetros que definen a cada curva de selección por tamaño de malla, se presentan en la tabla 8.

Tabla 8.- Parámetros de selección estimados para cada tamaño de malla.

Parámetro	90 mm	100 mm	120 mm
a	4.7968	5.9365	4.2039
b	- 0.2712	- 0.3047	- 0.1672
R ²	0.9874	0.9708	0.8275
AIC	234.61	119.87	51.59
L _{25%} =	13.6	15.88	18.57
L _{50%} =	17.7	19.48	25.14
L _{75%} =	21.70	23.09	31.71
2a =	90.00	100.00	120.00
F _s =	2.0	1.95	2.1
R _s =	8.1	7.21	13.14

Se puede observar que la longitud al 50% de retención (L_{50%}) se incremento con el tamaño de malla, desde 17.70 cm de L_p para la malla de 90 mm, hasta, 25.14 cm, para la malla de 120 mm. Lo mismo ocurrió con la L_{75%}, la cual aumento desde 21.70 cm hasta 31.71 cm. El rango de selección para cada tamaño de malla fue de 8.1, 7.21 y 13.14 cm para las 90, 100 y 120 mm respectivamente. Se puede observar también que el factor de selección para las mallas de 90, 100 y 120 mm son similares entre si (2.0, 1.95 y 2.1 respectivamente.)

El método logístico por mínimos cuadrados, aplicado sobre la distribución de frecuencias de tallas de merluza de las mallas de 90 y 100 mm, presento un buen ajuste de los datos estimados (a y b) para la curva de selección, con coeficientes de determinación R^2 mayor a 0.95, en el caso de la malla de 120 mm el coeficiente de determinación fue de 0.83 (Figs. 15, 16 y 17)

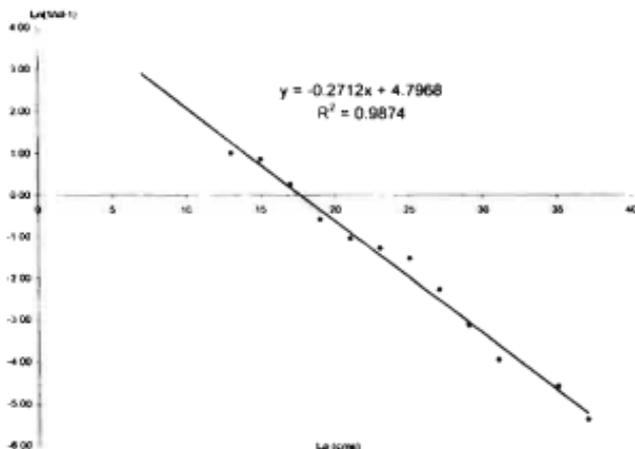


Figura 15.- Ajuste logístico de las tallas de merluza capturadas con malla de 90 mm).

Este análisis permitió determinar la relación lineal entre las longitudes modales y el tamaño de malla, observando que al incrementar el tamaño de malla la $L_{50\%}$ retenida es mayor, observando la interacción entre estas variables. Por otro lado el rango de selección es muy similar para las mallas de 90 y 100 mm (7.1 y 8.1 cms, respectivamente), no así para la malla de 120 mm, observando un rango de selección de 13.15 cm, lo cual indica que a medida que se aumenta el tamaño de malla la selección a la talla se hace menos de forma "filo de cuchillo" (curva mas alargada).

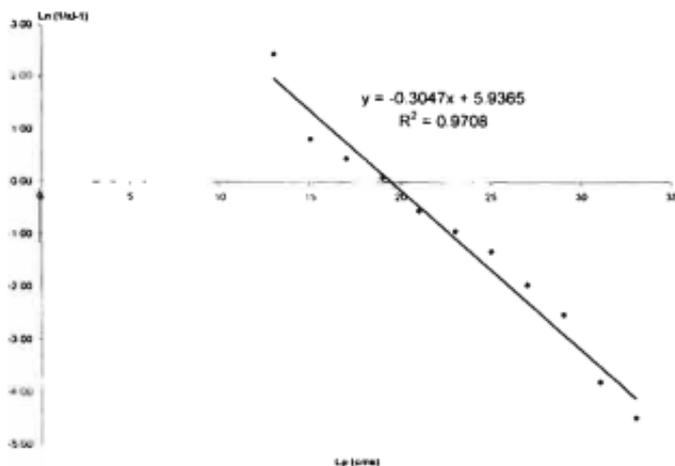


Figura 16.- Ajuste logístico de las tallas de merluza capturadas con malla de 100 mm.

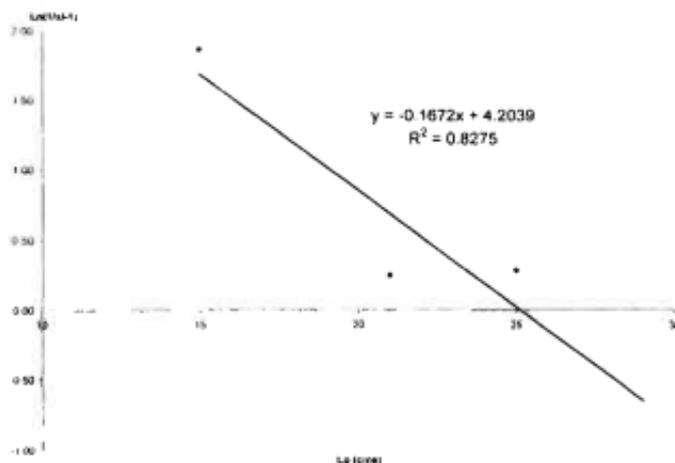


Figura 17.- Ajuste logístico de las tallas de merluza capturadas con malla de 120 mm.

En la Fig. 18 se pueden observar las curvas de selección para cada tamaño de malla, calculadas a partir de los parámetros que presentaron un mejor ajuste (distribución normal acumulada) y menor variabilidad.

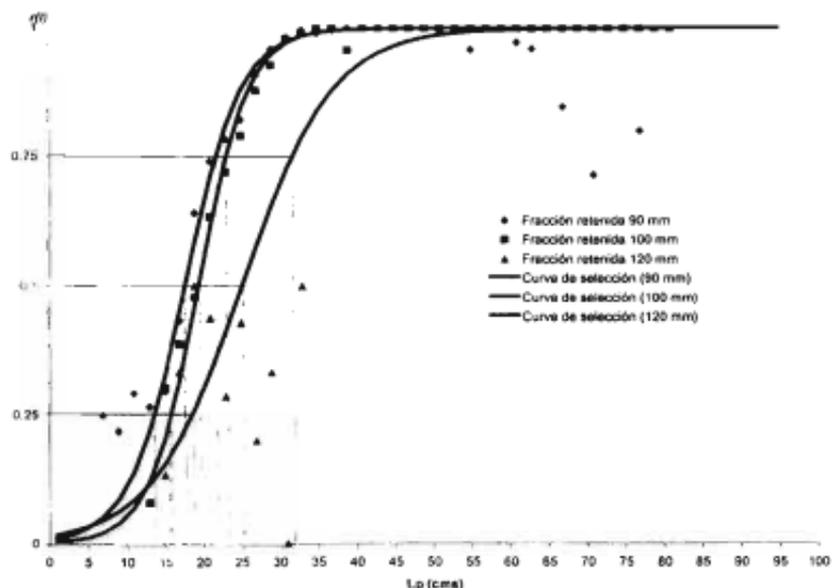


Figura 18.- Curvas de selección y proporción retenida por tamaño de malla para merluza del golfo de California.

8. DISCUSION.

La hipótesis planteada en el presente trabajo, se basa fundamentalmente en el proceso de captura (retención) de las mallas empleadas en el bolso de la red, es decir el efecto del uso de un tamaño sobre la estructura de tallas de la merluza.

En los estudios realizados para determinar la selectividad estos comienzan por observar las distribuciones de frecuencias de tallas generadas durante los experimentos, esto permite determinar que la proporción de organismos retenidos en el bolso con tallas menores sobre el total de los ejemplares capturados (bolso mas sobربولso), debe disminuir a medida que se incrementa el tamaño de malla, incrementándose de manera proporcional la talla media de los organismos retenidos en el bolso, hasta un punto donde debe hacerse asintótica u oscilar razonablemente en torno a cierto valor (Willeman *et al*, 1996).

Después de realizar los análisis estadísticos por tamaño de malla y su relación con la estructura de tallas de merluza, los resultados demuestran la tendencia a capturar organismos con tallas de selección ($L_{50\%}$) mayores conforme se aumenta el tamaño de malla. El análisis de las curvas de selección, determinadas para cada tamaño de malla demostró que la malla de 120 mm captura organismos con longitudes modales más grandes.

Gálvez *et al.* (1996), quienes utilizaron tamaños de malla de 100, 110, 130 y 140 mm, determinaron probabilidad de retención ($L_{50\%}$) superiores a las determinadas en este estudio. Esto puede deberse a que el proceso de retención en su estudio inicia en longitudes de 39 cm de longitud, mientras que en este estudio este proceso se inicio en los 7 cm de longitud, asociado a las características de la especie que se estudio en cada localidad, es decir la población estudiada aquí esta compuesta en promedio de organismos mas pequeños que la población estudiada por Gálvez *et al.* (1996).

El factor de selección estimados para los tamaños de malla experimentados varió entre 1.95 y 2.1, lo cual indica que el incremento del tamaño de malla es proporcional al incremento en las longitudes de selección al 50%.

Esto puede deberse a que el esquema de selección es un atributo particular de la interacción entre los peces y el arte de pesca, tales como la distribución, disponibilidad al arte y abundancia del recurso, al momento de realizar los experimentos.

Cuando se evaluó el comportamiento de la merluza por estrato de profundidad aunque las tallas mayores se distribuyen en el intervalo de profundidad entre los 136 y los 270 metros, esto no determina un efecto importante sobre la longitud al 50% de retención de los organismos.

Cuando comparamos las estructuras de tallas por tamaño de malla con la talla de primera madurez (29.00 cm) se puede observar que la L50% de la malla de 120 mm captura organismos por arriba de este valor, es decir, el tamaño de malla del bolso adecuado para esta pesquería debería ser de 120 mm.

La estimación de las curvas de selectividad globales así como del factor de selección permitió establecer la relación lineal entre las longitudes modales y los tamaños de malla estirada, estos modelos tiene la ventaja de ser muy sencillo, sin embargo cuando el rango de tamaños de mallas es amplio este es cuestionable debido a que los incrementos en las longitudes medias no necesariamente son lineales a los incrementos en el tamaño de malla estirada, debido probablemente a que las longitudes máximas que pueden capturarse tiene un límite definido para cada especie. Por otro lado la malla estirada no necesariamente refleja el comportamiento geométrico de la malla bajo condiciones dinámicas durante el proceso de captura, por lo cual se deben realizar estimaciones del factor de selección en función del área de trabajo de la malla, para este caso la aplicación

del modelo, permitirá obtener estimaciones de Coeficientes de Selectividad, mas que factores.

9.- CONCLUSIONES

- En el Golfo de California existe una población de merluza (*Merluccius sp.*), distribuida principalmente al norte de la Isla Tiburón y hacia la parte norte de la Isla Ángel de la Guarda. Esta especie apareció entre el 63% y 84% de los lances realizados, aportando del 26.3% al 74.8% de las capturas totales.
- La estructura de tallas de merluza del Golfo de California, presento un amplio intervalo de tallas (7 a 95 cm de longitud patrón), con una moda de 21 cm.
- La merluza se encuentra en todas los estratos de profundidad que se prospectaron (desde los 50 m hasta los 520 m de profundidad), sin embargo la mayor parte fue capturada entre los 138 y los 413 m de profundidad, aunque se observo que entre el 35% y el 86.1% de las capturas se encontraban entre los 138 y los 275 metros.
- Por estrato de profundidad los organismos con tallas promedio mayores se ubicaron entre los 136 y los 270 metros. Las tallas mas pequeñas se encuentran a profundidades menores de 135 m.
- La talla mínima de captura (PRB) para la merluza debe situarse en los 29 cm de longitud patrón.
- Los resultados demuestran la tendencia a capturar organismos con tallas de selección mayores conforme se aumenta el tamaño de malla.
- El modelo aplicado permitió determinar la relación lineal entre las longitudes modales y el tamaño de malla (factor de selección), observando un buen ajuste de los parámetros estimados.
- El rango de selección para los diferentes tamaños de malla, indica que a medida que se aumenta el tamaño de malla, la selección a la talla se hace menos de forma de "filo de cuchillo" (curva mas alargada).
- El tamaño de malla del bolso para esta pesquería debe ser de 120 mm.



9. BIBLIOGRAFIA

Aguilar-Ramírez, D., A. Seefoó R., A. Sánchez P., A. Balmori R., D. E. Acal S., A. Flores S. & M. A. Flores. 2001. Modificación de una red de arrastre para la captura selectiva de camarón en zonas costeras con embarcaciones menores. Infopesca Internacional. No. 7: 36-44.

Akiyama, S., S. Kaihara, T. Arimoto & T. Tokai. 2004. Size selectivity of a trammel net for oval squid *Sepioteuthis lessoniana*. Fish. Sci., 70: 945-951.

Alheit, J. & T.J. Pitcher. 1995. Hake: biology, fisheries and markets. London's Chapman & Hall, 477 pp.

Alverson, D. L. y W. T. Pereyra. 1969. Demersal fish explorations in the northeastern Pacific ocean. An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. J. Fish. Res. Bd. Canada. 26: 1985-2001.

Balmori-Ramírez, A., J. M. García C., D. Aguilar, R., J. R. Torres, J. & E. Miranda, M. 2003. Evaluación de Dispositivos Excluidores de peces en redes de arrastre camaroneras en el Golfo de California, México. SAGARPA-INAPESCA-CONSERVACION INTERNACIONAL MEXICO. Dictamén Técnico. 21 p.

<http://www.inp.sagarpa.gob.mx/Dictamenes/Dictamenes.htm>.

Caddy, J. F. & Mahon, R. 1996. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. FAO. Documento técnico de pesca. No. 347. 109 p.

Castillo, R., V. Blaskovic, E. Gómez, E. Tello, C. Salazar, A. Aliaga, L. Caccha. 1996. Crucero de evaluación de la merluza y otros recursos demersales en el otoño del 2001: Crucero BIC José Olaya Balandra 0105-06. En: IMARPE (ed.) Forum, La Merluza Peruana. Biología y Pesquería.
http://www.imarpe.gob.pe/informes/info_merluza/

Castro, J. L., J. Arvizu y J. Páez. 1970. Contribución al conocimiento de los peces del Golfo de California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 31: 107-181.

Chávez-Ramos, H. y R. Ramos-Padilla. 1974. Informe de las actividades de pesca exploratoria efectuadas con el barco Louis Cubriere en aguas nacionales del Pacífico durante 1968 y 1969. Inst. Nal. Pesca, INP/SI: 1- 22.

Cohen, D.M. T. Inada, T. Iwamoto & N. Scialabba. 1990. FAO species catalogue. 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 Synop. Rome, 10(125): 422 pp.

Esparza-Carvajal, L. E. 2003. Reducción del impacto ambiental al utilizar el sistema de pesca de arrastre de fondo en la captura del recurso camarón. SAGARPA-INAPESCA-CRIP-Mazatlán. 23 p.

<http://www.inp.sagarpa.gob.mx/Dictamenes/Dictamenes.htm>

Fridman, 1986. Calculations for fishing gear designs. FAO. Fishings News Books Ltd. Farnham, Surrey, England. 241 p.

Gálvez, M., H. Rebolledo & S Lillo. 1996. Análisis de selectividad en la pesquería de merluza común en la zona centro-sur. Informe Final, FIP No. 96-25. Inst. Invest. Pesq., Talcahuano, 100 pp.

Gálvez, M. & H. Rebolledo. 2005. Estimating codend selectivity of bottom trawl net in Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*) fishery. *Invest. Mar. Valparaiso*, 33(2): 151-165.

García-Caudillo, J. M., M. A. Cisneros-Mata & A. Balmori-Ramírez 2000. Performance of a bycatch reduction device in the shrimp fishery of the Gulf of California, Mexico. *Rev. Biol. Cons.* Vol 92: 199-205

Grande-Vidal, J. M. 1983. Evaluación biotecnológica de los recursos demersales vulnerables a redes de arrastre de fondo en el golfo de California 1978-1980. *Ciencia Pesquera. Inst. Nac. Pesca. Sria. de Pesca.* (4):97-125.

Grande-Vidal, J. M. & A. Arias. 1991. Selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camarónicas utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sinaloa. *Ciencia Pesquera. Inst. Nac. Pesca. Sria. de Pesca. México.* 88:83-106.

Helser, T.E., J.P. Geaghan & R.E. Condrey. 1998. Estimating gillnet selectivity using nonlinear response surface regression. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55: 1328-1337.

Hovgard, H. 1996. A two-step approach to estimating selectivity and fishing power of research gillnets used in Greenland waters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 1007-1013.

Jones, R. 1984. Assessing the effects of in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.* (256) : 118 pp.

Kleinbaum, D. G. & L. L. Kupper. 1978. Applied regression analysis and other multivariate methods. The University of North Carolina at Chapel Hill. Wadsworth Publishing Company, Inc., Belmont, California. 556 p.

Lavenberg, R. y J. E. Fitch. 1966. Annotated list of fishes collected by Midwater Trawl in the Gulf of California, March-April, 1964. Calif. Fish and Game, 52(2): 92-110.

Mathews, C. P., J. L. Granados y J. Arvizu. 1974. Results of the exploratory cruises of the Alejandro de Humboldt in the Gulf of California. CALCOFI Rep. XVII: 101-111.

Mathews, C. P., J. L. Granados y J. Arvizu. 1975. Resultados de los cruceros exploratorios del barco "Alejandro de Humboldt" en el Golfo de California. Proyecto México-PNUD-FAO, Cont. Estud. Pesq. Mex. (13), 27 p.

Mendes, B.; Fonseca, P.; Campos, A. 2004. Selectividade em sacos de redes de arrasto para seis espécies de peixes, na costa sudoeste portuguesa. *Rel. Cient. Téc. IPIMAR, Série digital* (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt>) no. 11, 19 p.

Millar, R. 1992. Estimating the size selectivity of fishing gear by conditioning on the total catch. *Jour. Am. Stat. Assoc.*, Vol. 87 (420): 962-968.

Millar, R.B. 1995. The functional form of hook and gillnet selection curves cannot be determined from comparative catch data alone. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52: 883-891.

Millar, R. y Fryer, 1999. Estimating the size selection curves of towed gear, traps, nets and hooks. *Rev. Fis. Biol. Fish.* 9: 86-116.

Millar, R.B. & S.J. Walsh. 1992. Analysis of trawl selectivity studies with an application to trouser trawls. *Fish. Res.*, 13: 205-220.

Murillo, O. A. & J. Flores O. 1990. Desarrollo de las pesquerías de especies de escama con embarcaciones camaroneras adaptadas para el arrastre por popa. ITMAR-Mazatlán, SEP, México.

Nelson, M. O. y H. A. Larkin. 1970. Distribution and biology of Pacific hake: A synopsis. In, Pacific Hake, U. S. Fish. Wild. Serv., Circ. 332: 23-33.

Nevárez-Martínez, M. O. y E. Morales-Bojórquez. 1997. El escape proporcional y el uso del punto de referencia biológico $F\% BR$, para la explotación del calamar gigante *Dosidicus gigas*, del Golfo de California, México. *Oceánides*, 12(2):97-105. *Oceánides*.

Nevarez-Martinez, M. O., A. Balmori, R., J. P. Santos, M., C. Cervantes, V., J. López, M., F. J. Méndez, T., M. L. Anguiano, C., A. Acevedo, C., E. Miranda, M., R. Morales, A. & E. Valdivia, H. 2007. Prospección de merluza y bacalao: distribución, tamaño poblacional e ictiofauna asociada en el Golfo de California. INAPESCA. Informe de investigación. Doc. Int. 87 p.

Özbilgin, H., Z. Tosunoğlu, C. Aydın, H. Kaycaç & A. Tokaç. 2005. Selectivity of standard, narrow and square mesh panel trawl codends for Hake (*Merluccius merluccius*) and poor cod (*Trisopterus minutus capelanus*). *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 29: 967-973.

Pope, J. A., A. R. Margetts y J. M. Hamley. 1975. Manual of methods for fish stock assessment. Part III. Selectivity of fishing gear. FAO Fisheries Technical Paper No. 41: Rev. 1. 46 p.

Ramírez-Rodríguez, M. 1987. Abundancia relativa de peces demersales en el Golfo de California durante 1979. *Investigaciones Marinas*, 3(2): 31-42.

Ramírez, E. H., N. Vázquez, R. Márquez y C. Guerra. 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Sinaloa. 1. Lista de peces colectados en las capturas camaroneras. SIC, Inst. Nal. de Invest. Biol. Pesq. (12): 1-36.

Rey, M. & G. Arena. 2002. Posibilidades de escape de algunas especies capturadas en la pesquería dirigida a merluza en caso de utilizar DEJUPA. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Informe Técnico. 11 p.
www.dinara.gub.uy/Publicaciones%20-%20Archivos%20PDF/Publicaci%F3n%20DEJUPA.pdf

Rodríguez-García, L. M. & J. Flores-Olivares. 1994. Diversificación en la operación de embarcaciones camaroneras para su optimización técnico-económica. SEP. Oceanología. 1 (2): 1-24.

Sardá, F., B. Molí & I. Palomera. 2002. Transferencia de resultados para la preservación de juveniles de especies marinas mediante el uso de sistemas selectivos en artes de pesca de arrastre en el Mediterráneo Occidental. (CICYT, PTR1995/0497-OP) (DGPAM). 29 p.
www.icm.csic.es/rec/siscu/informerejillas.pdf.

Sarmiento-Náfate, S., H. A. Gil-López & D. Arroyo. 2008 Shrimp by-catch reduction using a short funnel net, in the Gulf of Tehuantepec, South Pacific, Mexico. Rev. Biol. Trop. Vol. 55 (3-4): 889-897.

Sparre, P. y Venema, S. C. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1. Rev. 2. 407 p.

Stewart, P. A. M. y Robertson, J. H. B. 1985 Small mesh codend covers. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland. Scot. Fish. Res. Rep. No. 32, Marine Laboratory, Aberdeen. 11 p.

Tokai, T., S. Omoto, R. Sato, & K. Matuda. 1996. A method of determining selectivity curve of separator grid. *Fish. Res.*, 27: 51-60.

Tokai, T. 1997. Maximum likelihood parameter estimates of a mesh selectivity logistic model through SOLVER on MS-Excel. *Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr.*, 61: 288-298.

Wileman, D. A., Ferro, R. S. T., Fonteyne, R. y Millar, R. B. 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. International Council for the Exploration of the Sea. ICES Cooperative Research Report. No. 215. 126 pp.

Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. 4th ed. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey. 929 p.