

SELECTIVIDAD DEL SISTEMA DEJUPA-COPO EN LA PESQUERÍA DE MERLUZA (*Merluccius hubbsi*) MEDIANTE EL USO DE COPOS CON MALLAS DIAMANTE DE 100 Y 120 MM DE LUZ

Ruben Ercoli, Julio García, Anibal Aubone, Luis Salvini y Alfonso Izzo

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero,
Paseo Victoria Ocampo N°1, 7600 Mar del Plata, República Argentina
e-mail: rercoli@inidep.edu.ar, redes@inidep.edu.ar, aaubone@mdp.edu.ar

RESUMEN: A partir de los resultados de la campaña de investigación llevada a cabo por el BIP "Dr. E. Holmberg" en el mes de marzo de 1999, se determinó la distancia óptima entre varillas para la grilla del dispositivo de selectividad DEJUPA, utilizado en una red de arrastre con copos de luz de malla de 100 mm y 120 mm respectivamente, para la captura de merluza. En esta oportunidad se evaluó la selectividad del sistema DEJUPA-COPO, mediante el empleo de la grilla en conjunto con los copos de malla diamante y luz de malla, utilizados por la flota convencional que vira la captura a bordo por una banda y la rampera que lo hace directamente por la rampa de popa. Se trabajó con el método del sobrecopo en la bolsa de la red y un copo de retención de diseño especial en la grilla con el fin de retener a los peces que escaparon a través de ambos elementos. Durante las experiencias se utilizaron tres grillas con diferente distancia entre varillas: 30 mm, 35 mm y 40 mm. Se obtuvieron las respectivas curvas de selectividad para cada grilla-copo. La estimación de la distancia óptima entre varillas para el $L_{50} = 35$ cm, talla de primera madurez para la merluza, se determinó por regresión inversa. Los resultados fueron de una distancia entre varillas de 37 mm y de 35 mm para los copos de 100 mm y 120 mm de luz de malla respectivamente.

Palabras clave: Selectividad de merluza, dispositivos selectivos con grillas, selectividad.

SUMMARY: DEJUPA-CODEND SYSTEM SELECTIVITY IN THE HAKE (*Merluccius hubbsi*) FISHERY WITH 100 AND 120 MM DIAMOND MESH SIZE CODEND. - From the results of the research cruise carried out by the BIP "Dr. E. Holmberg" during March 1999 the optimum bar spacing for the single grid sorting device DEJUPA in the hake fishery was determined. It was adapted for the escape of hake juveniles used together with regulatory mesh size in the trawl codend. The whole selectivity DEJUPA-MESH SIZE CODEND was obtained from several hauls carried out in the month of March 1999. In this opportunity a trawl cover codend and a special grid retention codend design was used to retain the fish escape. The experiences were carried out with three different bar spacing grids (30 mm, 35 mm and 40 mm) for each one of the two mesh size codends regulatory in the Argentine hake fishery, that involve the trawlers fleet that get the catch on board by side or stern respectively. The corresponding selectivity curves for each grid-codend combination were estimated. An estimation of an optimum bar spacing grid for $L_{50} = 35$ cm total length, size at first maturity for the Argentine common hake, was determined by inverse regression. The results were a bar spacing of 37 mm and 35 mm for 100 mm and 120 mm codend mesh size, respectively.

Keywords: Hake selectivity, grid sorting device, trawl selectivity.

INTRODUCCION

La selectividad para el escape de juveniles de merluza que presenta el DEJUPA, es superior a la de las mallas diamante de los copos de las redes de arrastre que se utilizan en nuestra pesquería y posee una alta selectividad propia (Ercoli *et al.*, 1997, 1998a, 1998b, Aubone *et al.*, 1999). Asimismo, la realidad de la pesquería aconseja la utilización del DEJUPA como complemento de las mallas actuales incrementando la selectividad del conjunto DEJUPA-COPO (Ercoli & García, 1998). Para determinar la distancia o luz óptima entre las varillas de la grilla del DEJUPA, como de cualquier otro sistema selectivo, resulta de fundamental importancia tener en cuenta la longitud o talla de la especie objetivo para la cual la retención sea del 50% (L_{50}), que se denomina talla de primera captura (esto significa que del total de los ejemplares de esa talla que son capturados por la red el 50% queda retenido en el copo mientras que el otro 50% escapa a través del sistema selectivo). Para la merluza, el valor del L_{50} ha sido fijado en la talla de primera madurez. Debido al crecimiento dife-

rencial de los sexos, la longitud de primera madurez fue estimada en 33,7 cm para los machos y en 37,0 cm para las hembras y se convino en fijar un valor medio de 35 cm, considerándose juveniles a los peces menores a esa talla (Grupo de Evaluación Recurso Merluza, 1999). La talla mínima para ambos sexos que estableció la autoridad pesquera resulta coincidente con la anterior en 35 cm (Resolución N° 447/96 SAGPyA). Por este motivo, las investigaciones de selectividad para la merluza se encuentran orientadas al logro de herramientas selectivas que generen una talla de retención al 50% (L_{50}) de 35 cm.

Experiencias de selectividad con merluza desarrolladas por Verazay *et al.*, (1992) realizadas en julio de 1987, dieron como resultado una luz de malla de 120 mm (distancia interna entre nudos opuestos con la malla estirada) en los copos o bolsas de las redes de arrastre para un largo o talla de retención al 50% de alrededor de 33 cm. En función de estas experiencias se procedió a establecer en ambos países la correspondiente legislación para la captura de merluza y especies acompañantes, que en la Argentina se concretó a

través de la Resolución de la SAGPyA N° 82/89 y en Uruguay por parte de un Decreto de fecha 31-08-89.

El sector representativo de la flota pesquera merluquera o convencional o fresquera argentina, cuyos buques pesqueros viran la captura a bordo por una banda o costado solicitaron la no aplicación de la luz de malla de 120 mm en los copos de las redes de arrastre para la captura de la merluza, por parte de este tipo de buques pesqueros. Uno de los principales argumentos, para utilizar una medida de luz de malla inferior a la reglamentada, se basó en que la malla de 120 mm de luz permite durante la maniobra del virado de la captura a bordo, que una indeterminada cantidad de peces ya capturados durante el arrastre, accedan al exterior de la red a través de las mallas abiertas de los paños que quedan sin tensión sobre la superficie del agua, disminuyendo de esta forma la captura ya obtenida.

La autoridad pesquera nacional exceptuó, en forma provisoria, el uso de la malla de 120 mm a los buques que viran la captura por una banda, los cuales utilizaron una luz de malla de 100 mm hasta fines de abril de 1999 (Disposición SSP N° 11/99).

A partir de 1998 se propuso en el seno de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) el desarrollo de experiencias en conjunto entre el INIDEP y el Instituto Nacional de Pesca (INAPE) uruguayo, con el fin de determinar la selectividad del DEJUPA para la captura de merluza. El objetivo de las mismas fue el de obtener la distancia óptima entre las varillas de la grilla del dispositivo al ser utilizado con copos de luz de malla de 100 mm y 120 mm en los buques que viran la captura por una banda y los arrastreros ramperos respectivamente, tomando en cuenta un $L_{50} = 35$ cm.

Por otra parte Ercoli y García (1999) sugieren como mejor alternativa la aplicación del sistema DEJUPA-COPO de la red con luz de malla de 100 mm, con el fin de mejorar la selectividad total y brindar un principio de solución al escape durante el virado de la captura a bordo, por parte de los buques pesqueros convencionales.

MATERIALES Y METODOS

En la campaña de investigación H-03/99, llevada a cabo desde el 19-03-99 al 01-04-99 a bordo del BIP "Dr. Eduardo L. Holmberg", arrastrero-cerquero de 2.100 HP, se efectuaron 36 lances de pesca (ver Tabla 1) con distancias o luz entre las varillas de las grillas del DEJUPA de 30 mm, 35 mm y 40 mm y luz de mallas en el copo de la red

de 100 mm y 120 mm, con el fin de determinar la distancia óptima para un $L_{50} = 35$ cm (García, 1999). En la Figura 1 se observa la zona de pesca en donde se efectuaron los mencionados lances.

El diseño y el funcionamiento del DEJUPA utilizado en la campaña fue similar al presentado por Ercoli et al. (1998a). En la Figura 2 se puede observar que el dispositivo consiste en una pieza de extensión que se monta entre el cuerpo y la bolsa de las redes de arrastre de fondo. En su interior se coloca una grilla rectangular inclinada a 45° que posee una abertura o marco en su parte superior y varillas verticales en su parte inferior. Enfrente de la grilla se coloca un túnel guía que permite descargar en la parte inferior de la grilla los peces que ingresan a la red. Los ejemplares juveniles de peces pueden escapar hacia el exterior del arte pasando a través de las varillas y los adultos que por su tamaño no pueden hacerlo pasan por la abertura superior de la grilla directamente a la bolsa de la red. Un paño separador se instala con un ángulo de 45° entre la grilla y la pieza de extensión. El borde superior de este paño separador esta unido a la grilla en la parte superior de las varillas, mientras que el resto del perímetro del mismo se une a la pieza de extensión. Se corta y extrae a ambos lados de la pieza de extensión el paño comprendido entre la grilla y el paño separador, produciéndose de esta forma las aberturas por donde escaparán los juveniles de peces. Los paños y los cabos utilizados en la construcción de la pieza de extensión son de polietileno, mientras que las grillas se construyeron con varillas de hierro trellado galvanizado, lo cual no limita el uso de otros materiales más resistentes y de mejor calidad.

En todos los lances de pesca se utilizó un copo de retención a la salida de la grilla del DEJUPA de acuerdo con Ercoli et al. (1998a), para determinar el escape que se produce a través de la misma. Dicho copo que tiene una longitud y un perímetro menor que el del copo de la red, se introduce por el interior de este último como se observa en el detalle de la Figura 3. Con el fin de obtener la selectividad total del sistema DEJUPA-COPO, se trabajó al mismo tiempo y en cada lance, con un sobrecopo en el copo de la red de manera de retener los peces que se escapan por las mallas del copo (Pope et al. 1983). De esta forma, luego de cada lance de pesca se obtuvieron tres capturas: 1) en el sobrecopo del copo de la red 2) en el copo de la red y 3) en el copo de retención del DEJUPA, por lo que cada lance de pesca resultó un experimento completo de selectividad, ver Figura 3. Las dimensiones del DEJUPA empleado durante las experiencias se observan en la Figura 4.

En la campaña se utilizó una red de arrastre de fondo de dos paños tipo Engel-Net, construida en hilo de poliamida, con una longitud de 35,30 m y de 50 m en la relinga superior e inferior respectivamente. Las bolsas fueron construidas de paños con mallas diamante de hilo doble de polietileno trenzado pre-estirado, con una luz de malla nominal de 100 mm y 120 mm respectivamente, las cuales fueron verificadas cada dos lances de pesca con un calibre ICES, sin obtener variaciones significativas del valor nominal con respecto al observado.

Los estobos de contención en los copos o bolsas de la red se ubicaron a una distancia de 1,80 m entre sí y su longitud total fue igual al 43% del valor que resulta de multiplicar el número de mallas libres contenidas en el perímetro de la bolsa por la medida de la luz de malla.

La velocidad de arrastre empleada durante la realización de los lances de pesca fue de aproximadamente 4 nudos.

Para la estimación de la grilla óptima, se adoptaron los lances teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Cantidad significativa de captura de la especie objetivo.
- La distribución de tallas de cada lance, eligiendo los que involucran distribuciones de tallas donde estén bien representadas todas las clases y amplio rango.
- El valor estimado de L_{50} y su varianza, seleccionando los lances que tuvieran un coeficiente de variación y un L_{50} estimado acorde a lo esperado.

La curva de retención en función de la talla (L) fue modelada de acuerdo al modelo logístico dado por Sparre *et al.*, 1983 y se expresa:

$$r(L) = 1/(1 + \exp(-c*(L-L_{50})))$$

donde c y L_{50} son los parámetros que definen la curva $r(L)$.

Las estimaciones de las curvas de retención se realizaron por lance, para cada combinación de malla y grilla. Los estimadores obtenidos de c y L_{50} fueron los de máxima verosimilitud suponiendo distribución binomial en los términos de error. Se estimó la matriz asintótica de covarianza de los estimadores.

Se efectuó la regresión lineal de L_{50} contra la separación entre varillas de la grilla (para cada malla), por mínimos cuadrados ponderados, usando todos los valores estimados de L_{50} considerados válidos. A continuación, fijando $L_{50} = 35$ cm

(talla de primera madurez para la merluza), se obtuvo por regresión inversa la estimación de la grilla óptima.

Con el objetivo de determinar la curva de retención correspondiente a la grilla óptima para cada malla, se efectuó la regresión lineal ponderada de c en función de la separación entre varillas de la grilla, y luego reemplazando el valor de la grilla óptima, se obtuvo el valor esperado de c condicionado al valor óptimo de la grilla (c_{opt}).

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se indica en la Tabla 1, se seleccionaron para los cálculos de selectividad un total de 26 lances: 7 lances con una distancia entre varillas de 30 mm (3 con malla de 100 mm y 4 con malla de 120 mm), 10 lances con distancia entre varillas de 35 mm (5 con malla de 100 mm y 5 con malla de 120 mm) y 9 lances con distancia entre varillas de 40 mm (5 con malla de 100 mm y 4 con malla de 120 mm). Los 10 lances restantes no fueron seleccionados en función de capturas no significativas de la especie objetivo, distribución de tallas no aceptable o un coeficiente de variación de la varianza no apropiado.

En la Figura 5 se muestran las distribuciones de tallas de la merluza capturada correspondientes a las tres grillas y los dos copos utilizados en las experiencias. Se observa la distribución del total de la captura obtenida en el copo, en el sobrecopo y en el copo de retención para cada una de las grillas y copos utilizados. De esta forma también se aprecia el aumento del escape de merluza a medida que se incrementa la distancia entre varillas. El total de ejemplares de merluza utilizados para realizar los gráficos fue de 48.333 para los 13 lances con malla de 100 mm y de 74.667 para los 13 lances con malla de 120 mm. Sobre esas cantidades en el primer caso se midieron a bordo 36.856 ejemplares (76,2%) mientras que en el segundo caso se midieron 50.251 ejemplares (67,3%). El porcentaje de juveniles de merluza (menores o iguales a 35 cm de longitud total) resultó del 65,3% para los lances con malla de 100 mm y del 63,9% para los lances con malla de 120 mm.

En la Figura 6 se observan las curvas de selectividad del sistema DEJUPA-COPO para cada lance, con grillas de 30 mm, 35 mm y 40 mm de luz entre varillas y copos de luz de malla de 100 mm y 120 mm respectivamente. Para cada caso, en la Tabla 1 se identifican los lances utilizados mediante un asterisco.

En la Figura 7 se muestran las curvas de retención óptimas obtenidas para el sistema

DEJUPA-COPO para cada luz de malla del copo y que corresponden a un $L_{50} = 35$ cm. De esta forma y aplicando el proceso matemático anteriormente mencionado, se obtuvo una distancia entre varillas de 37 mm y 35 mm para los copos de 100 mm y 120 mm de luz de malla respectivamente. Las características selectivas de ambas curvas de retención son las siguientes (Ercoli *et al.*, 1999):

DEJUPA 37/100

$$r(L) = 1/(1 + \exp(-0,201248(L - 35,00)))$$

$$L_{25} = 29,54 \quad L_{75} = 40,46$$

$$RS = 10,92 \text{ (rango de selectividad)} \quad L_{50} = 35 \text{ cm}$$

$$R^2 = 0,99110591$$

$$\text{Error típico} = 2,4730$$

$$\text{Observaciones} = 13$$

$$F = 612,89 \text{ (} p < 0,00001 \text{)}$$

$$\text{Coeficiente a estimado} = -0,711737$$

$$\text{Error típico} = 0,057884 \quad t = -12,2959 \text{ (} p = 0,0000001 \text{)}$$

$$\text{Coeficiente b estimado} = 0,013797$$

$$\text{Error típico} = 0,001566 \quad t = 8,8116 \text{ (} p = 0,000003 \text{)}$$

DEJUPA 35/120

$$r(L) = 1/(1 + \exp(-0,182142(L - 35,00)))$$

$$L_{25} = 28,98 \quad L_{75} = 41,02$$

$$RS = 12,03 \text{ (rango de selectividad)} \quad L_{50} = 35 \text{ cm}$$

$$R^2 = 0,97756$$

$$\text{Error típico} = 4,5011$$

$$\text{Observaciones} = 13$$

$$F = 239,64 \text{ (} p < 0,000001 \text{)}$$

$$\text{Coeficiente a estimado} = 0,342547$$

$$\text{Error típico} = 0,075718 \quad t = -4,52 \text{ (} p = 0,000866 \text{)}$$

$$\text{Coeficiente b estimado} = 0,004583$$

$$\text{Error típico} = 0,002069 \quad t = 2,21 \text{ (} p = 0,048817 \text{)}$$

Con el fin de visualizar de mejor forma el escape de merluza que se produce con la utilización del sistema DEJUPA-COPO ya mencionado, se presenta en la Figura 8 un gráfico de barras en donde los valores de los porcentajes de escape estimados son complementarios de los valores de retención.

En las Figuras 9 y 10 se observan las relaciones existentes para el perímetro y el ancho máximo de la merluza según su longitud total para un número de ejemplares $N = 367$. Estas variables, que son las más importantes desde el punto de vista del filtrado de los peces, colaboran en la interpretación del estado morfológico en que

se encontraba el recurso cuando se desarrollaron las experiencias.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración brindada por el Ing. Ricardo Roth en la preparación de los dibujos y al Técnico Juan Bartozzetti por el grabado de los datos, utilizados en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- AUBONE, A., RENZI, M., ERCOLI, R. & GARCÍA, J. 1999. The optimal selectivity for biological rebuilding objectives in hake (*Merluccius hubbsi*) and the single-grid sorting device "DEJUPA". ICES. Annual Science Conference, CM 1999/R:15 (Poster), 155-156.
- ERCOLI, R., SALVINI, L., IZZO, A., GARCÍA, J. & BARTOZZETTI, J.D. 1997. Selectivity experiences on hake (*Merluccius hubbsi*) by means the use of a single grid sorting device for the escape of juvenile fishes from trawls (DEJUPA). Publicación CTMFM, Vol. 18, Sec. A: 45 - 52 (2000). ICES. Annual Science Conference, CM 1997/HH:23 (Poster), 230-231.
- ERCOLI, R., GARCÍA, J., AUBONE, A., SALVINI, L. & BERTELO, R. 1998a. Selectivity experiences on hake (*Merluccius hubbsi*) with different inter rod distances in a single grid sorting device (DEJUPA) and the use of a special grid retention codend design. ICES. Annual Science Conference, CM 1998/OPEN:9 (Poster), 269-270.
- ERCOLI, R., GARCÍA, J., AUBONE, A., SALVINI, L. & BERTELO, R. 1998b. Escape de juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) en las redes de arrastre de fondo, mediante la aplicación del dispositivo de selectividad DEJUPA con diferentes distancias entre varillas, utilizando un diseño especial de copo de retención en la grilla. INIDEP Informe Técnico N° 33 Junio 2000.
- ERCOLI, R. & GARCÍA, J. 1998. Estado actual de las investigaciones del dispositivo para el escape de juveniles de peces en las redes de arrastre - DEJUPA. INIDEP, Informe Técnico Interno N° 98/98: 3 pp.
- ERCOLI, R., GARCÍA, J. & AUBONE, A. 1999. Análisis de la campaña de selectividad del DEJUPA (H-03/99) para la merluza (*Merluccius hubbsi*). CTMFM, Grupo de Trabajo Artes de Pesca, Informe 1/99, Anexo 2, 10-12 de mayo de 1999.

ERCOLI, R. & GARCIA, J. 1999. Alternativas en la aplicación de la malla de 120 mm para la captura de merluza en los B/P que viran la captura por una banda. Informe Técnico Interno INIDEP N° 14/99 del 09-03-99.

GARCÍA, J. 1999. Informe de campaña de selectividad de merluza común con DEJUPA. INIDEP, H-03/99, abril de 1999.

GRUPO DE EVALUACIÓN DE MERLUZA. 1999. Diagnóstico y sugerencias de manejo para 1999-efectivo de merluza al sur de los 41° S. INIDEP. Informe Técnico Interno N° 15/99: 7 pp.

POPE, J.A., MARGETT, A.R., HAMLEY, J.M. & AKYUZ, E.F. 1983. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca. FAO, Documento Técnico de Pesca 41. Revisión 1.

VERAZAY, G., ARENA, G., SIMONAZZI, M., UBAL, W., CORDO, H., NION, H., HERNANDEZ, D. & REY, M. 1992. Selectividad en la merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca. CTMFM - Series Circulares. Circular N° 3:14-25.

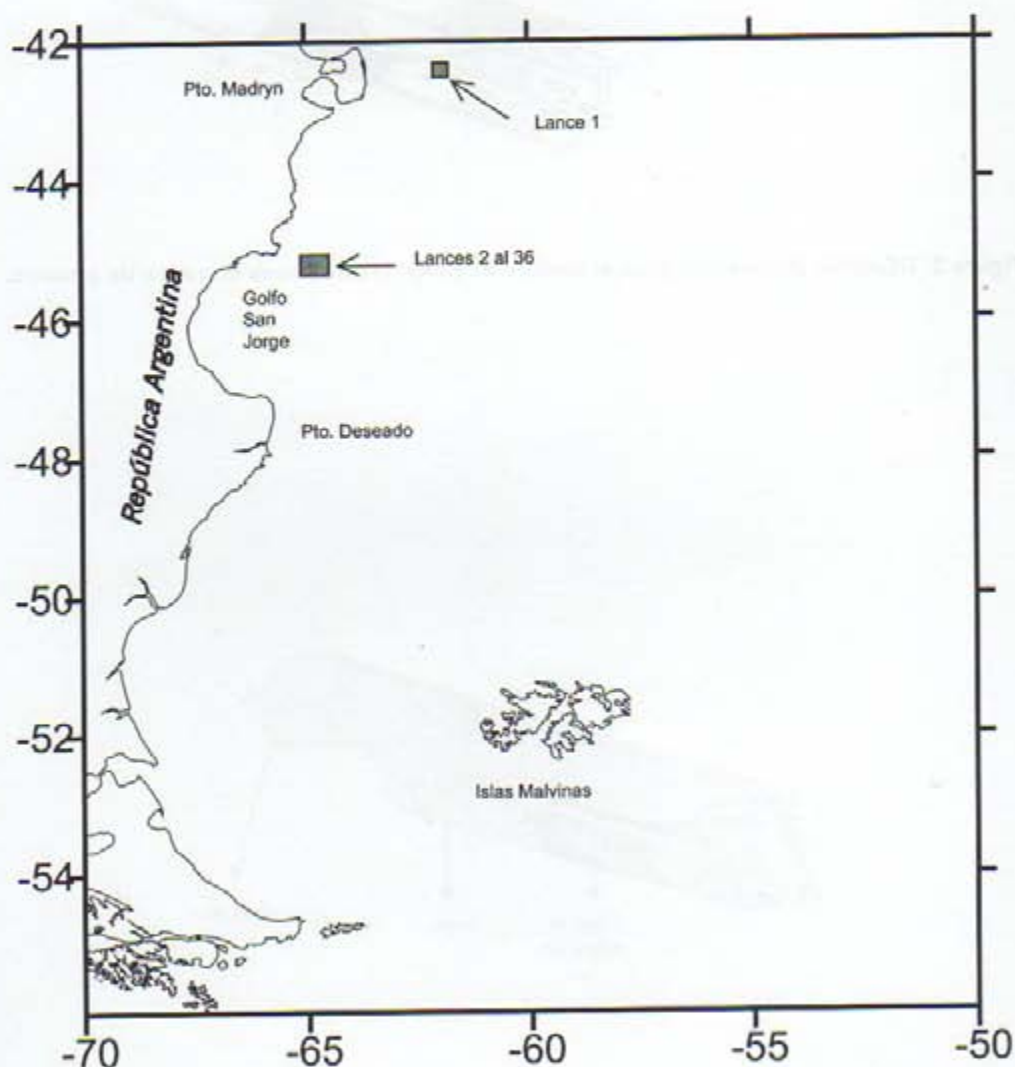


Figura 1. Ubicación de los lances de pesca.

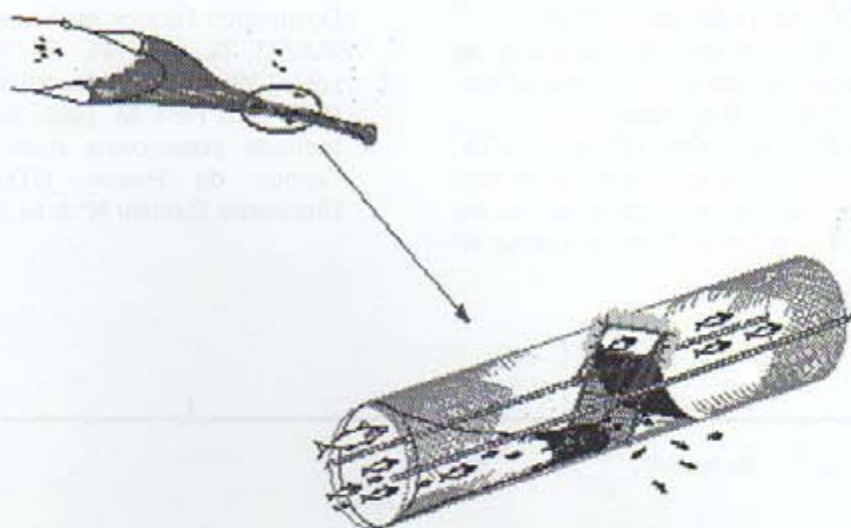


Figura 2. DEJUPA- Dispositivo para el escape de juveniles de peces en redes de arrastre.

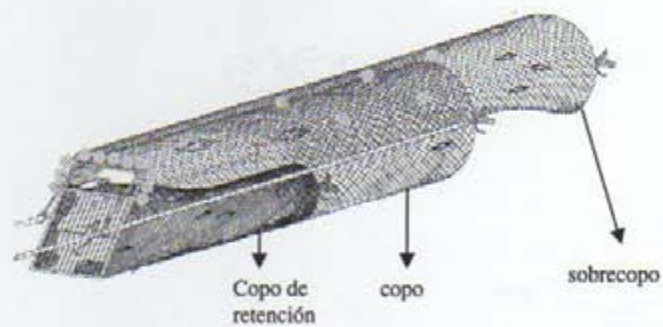


Figura 3. Ubicación del copo de retención y sobrecopo utilizados en las experiencias.

VISTA LATERAL DEL DEJUPA

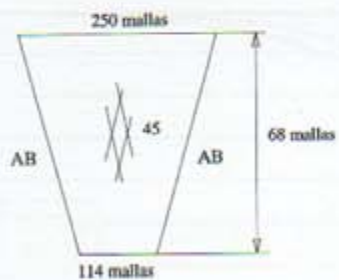
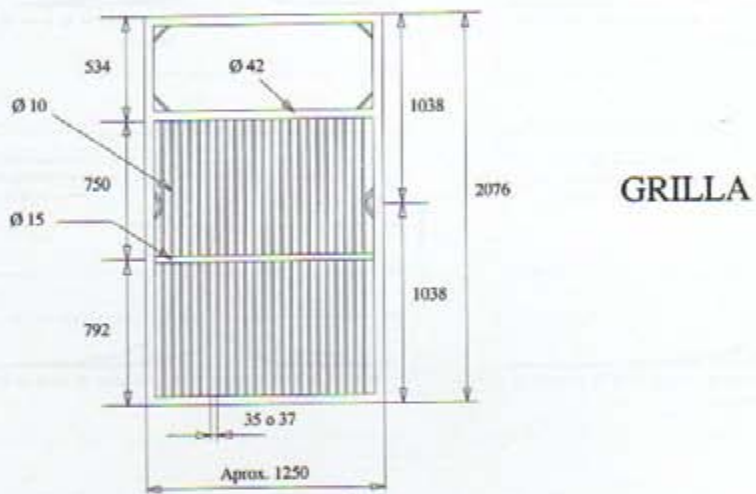


Figura 4. Dimensiones en mm del DEJUPA

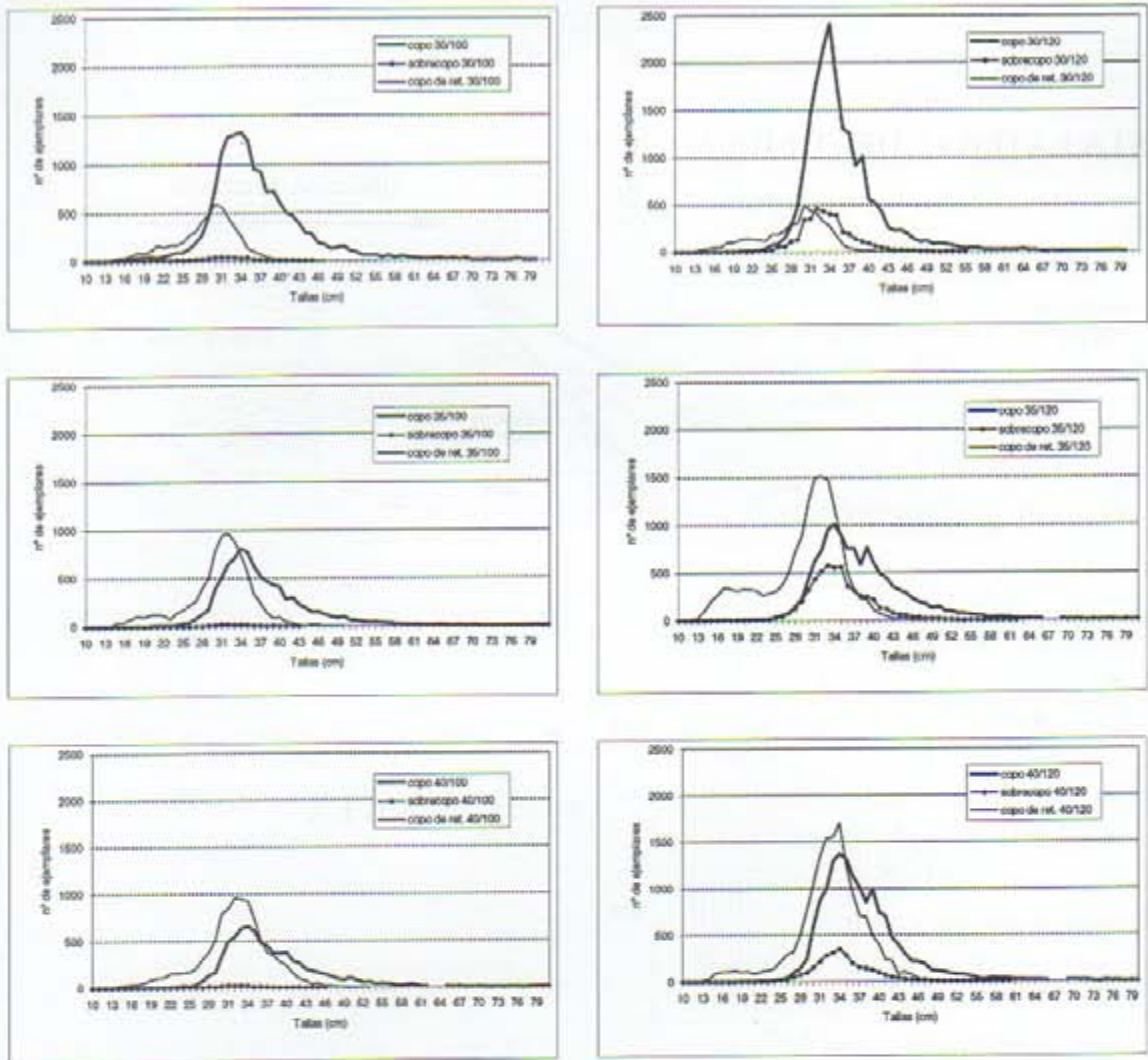


Figura 5. Distribución por tallas de merluza de la captura de los lances seleccionados para grillas de 30, 35 y 40 mm con copos de 100 mm y 120 mm.

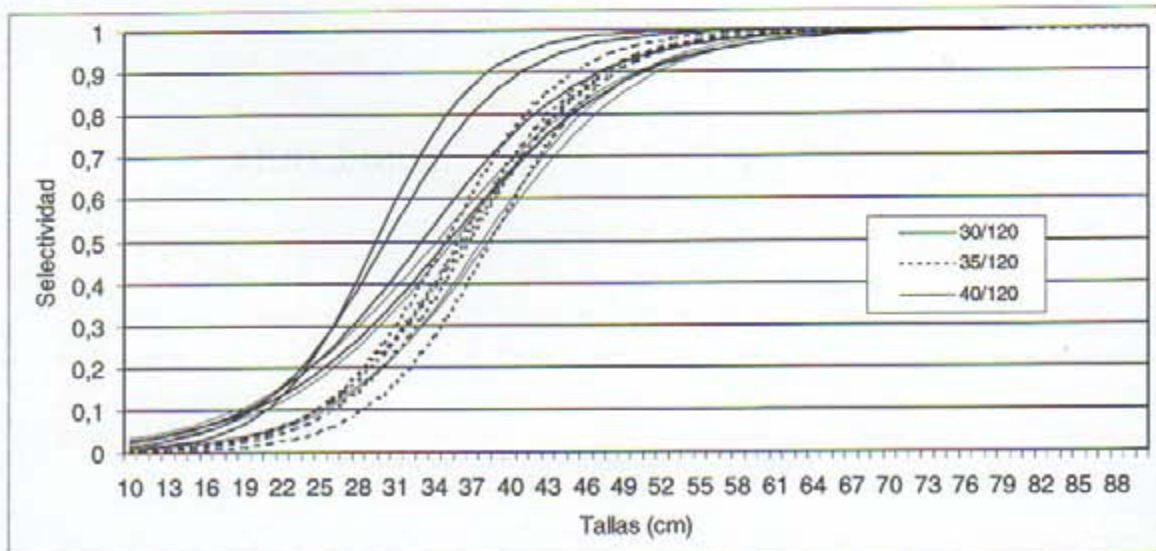


Figura 6. Curvas de selectividad del sistema DEJUPA-COPO para cada lance con grillas de 30, 35 y 40 mm de separación entre varillas y copos de 100 y 120 mm.

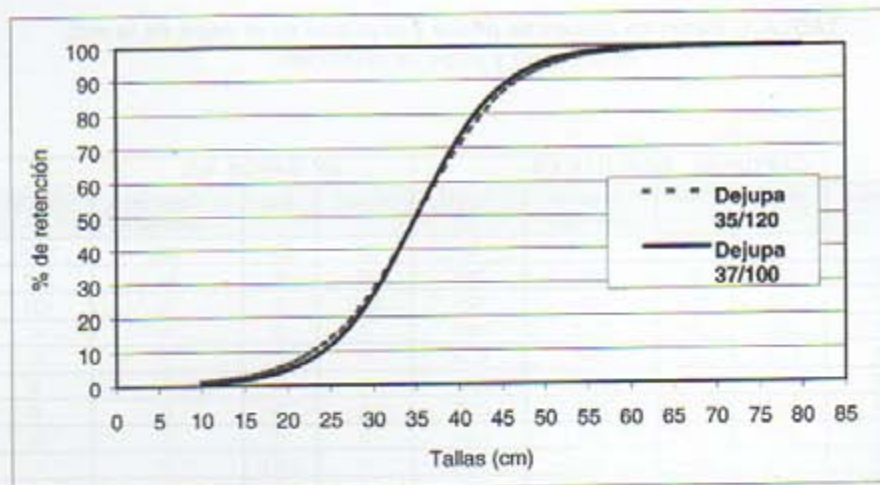


Figura 7. Curvas de selectividad óptima obtenidas por regresión inversa.

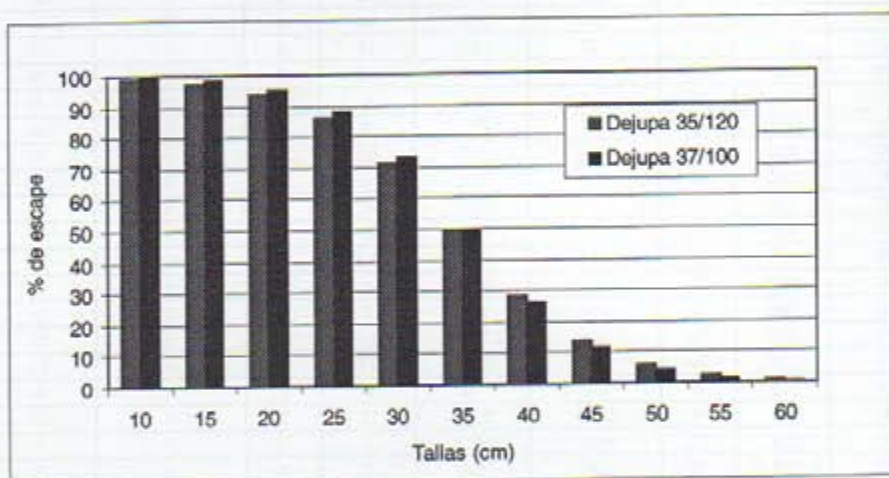


Figura 8. Valores estimados en porcentaje de escape de merluza complementarios de los valores de retención de la figura 7.

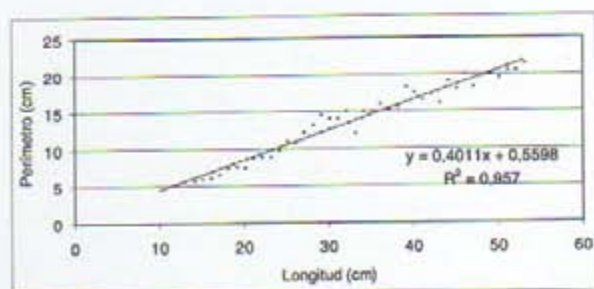


Figura 9. Relación perímetro según largo total de la merluza.

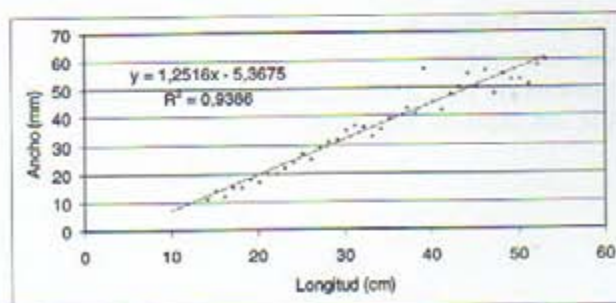


Figura 10. Relación ancho según largo total de la merluza.

