

EL USO DE LAS MALLAS CUADRADAS Y REJILLAS SEPARADORAS DE PESCADO PARA MEJORAR LA SELECTIVIDAD DE LA PESCA DE ARRASTRE DEMERSAL: VENTAJAS E INCONVENIENTES

Francisco Sardà y Nixon Bahamón
Instituto de Ciències del Mar de Barcelona (CSIC)
E-mail: siscu@icm.csic.es

La selectividad

Un determinado tipo de barco o arte puede pescar o dejar de pescar ciertas especies o tallas de ciertas especies en función de la profundidad de arrastre en la que actúa, la estación del año, la estrategia del patrón, el armado del arte, etc. La selectividad de especies y tallas se regula en base a prohibiciones de pesca en determinados fondos, instauración de vedas y zonas protegidas o prohibición de cierto tipo de artes. En esta ponencia entenderemos por *selectividad* la capacidad de un arte de arrastre de fondo para seleccionar determinadas especies o tallas desde un punto de vista totalmente intrínseco al arte.

¿Por qué es necesaria una mayor selectividad en la pesca de arrastre demersal?

Al contrario que otros tipos de artes de enmalle o de anzuelo, los artes demersales son “arrastrados” por el fondo marino produciendo una gran perturbación del sustrato y evitando su recuperación con la reiteración de lances en los mismos caladeros (Abelló *et al.*, 2002; Bas, 2002; Bas *et al.*, 2003). Debido a su pequeña luz de malla y al grueso hilo de sus copos, los artes de arrastre prácticamente no discriminan especies ni tallas, es decir son muy escasamente selectivos (Herrmann, 2005; Bahamón *et al.*, *in press*; Sardà *et al.*, *in press*). A partir de estas capturas, se producen gran número de descartes, tanto de tallas pequeñas como de especies no deseadas o excesivamente abundantes (Stergiou *et al.*, 1997; Carbonell *et al.*, 1998; Belcari *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2004). Esta perturbación y modificación del hábitat altera negativamente la complejidad del ecosistema al disminuir su diversidad y simplificar la red trófica, beneficiando unas especies en detrimento de otras de manera sistemática (Coll *et al.* 2006).

¿Por qué hoy la selectividad es más necesaria que nunca?

La respuesta más sencilla posible a esta pregunta es simplemente: por que la selectividad no se ha aplicado antes. Con toda seguridad, si en las décadas precedentes se hubiera tomado medidas selectivas adecuadas, seguramente hoy dispondríamos de unos ecosistemas marinos mucho más saludables, y por tanto, más rápidamente recuperables. Por otra parte es sabido que el Mediterráneo soporta una sobreexplotación llamada *de crecimiento*, lo cual quiere decir que la explotación no dejar crecer los juveniles suficientemente para conseguir un rendimiento óptimo y sostenible (Farrugio et al., 1993; Caddy, 1993; Sardà, 1998a; Martín *et al.*, 1999; Bas, 2002; Lleonart *et al.*, 2003; Lleonart and Maynou, 2003).

Además, día a día el esfuerzo pesquero aumenta en nuestras aguas por los avances tecnológicos en general (Sardà, 1998b; Fortunati *et al.*, 2002; Holst *et al.*, 2002; Tokaç *et al.*, 2004). A continuación podemos resumir algunos de estos avances:

En la electrónica e informatización: posicionamiento por GPS, control remoto de redes mediante sensores acústicos, desarrollo de software GIS, mejoras en las telecomunicaciones etc.

En los barcos: cascos más ligeros y más rápidos, motores más eficientes y potentes, maquinillas más potentes y de mayor capacidad, modificaciones en la propulsión, reparaciones más rápidas y menos pérdida de días de mar por mal tiempo, entre otros.

En los materiales: nuevas fibras sin nudo, más fuertes y de menor resistencia al avance al carecer de nudo, diseños de artes y flotadores más aerodinámicos, puertas con menor resistencia y rozamiento, entre otros

La evolución de estas tecnologías ha sido muy rápida durante la última década y ha hecho que la flota actual es más eficiente, más rápida y de mayor tamaño unitario, aunque el número total de barcos puede haber disminuido (Bas, 2000). Ello conlleva a un aumento de la capturabilidad. En definitiva, ante la falta de datos y mediciones de esfuerzo más precisas, y por todo lo dicho anteriormente, es lógico deducir que el esfuerzo aumenta. Por todo esto la selectividad es hoy más necesaria que nunca.

¿En qué principios biológicos e basa la selectividad?

El estudio del crecimiento de las especies de peces nos dice que la relación talla-peso sigue un modelo exponencial. Esto quiere decir que cuando un animal tiene una longitud doble que otro, no pesa el doble, sino más del doble en función del tipo específico de crecimiento de cada especie (Fig. 1). Esto nos da a entender que si dejamos escapar un animal pequeño y podremos capturarlo unos meses más tarde al doble de su longitud, y habremos ganado más del doble en peso. Por tanto, siempre es más rentable pescar a los individuos en el máximo de su peso medio de la población. Los animales que

ganan más en peso son los alevines y juveniles por caracterizarse por un crecimiento más rápido. Por tanto será estas tallas sobre las cuales deberemos actuar y seleccionar en preferencia. Por otra parte los individuos juveniles no habrán llegado todavía a su madurez sexual y no producirán huevos, por tanto también es más beneficioso a medio plazo no pescar individuos inmaduros. En definitiva, la aplicación de una selectividad razonada aumentaría las capturas totales y la talla media de los individuos, dejando que muchos más llegaran a la fase de reproducción. El conjunto de estos principios incide directamente en la recuperación de las poblaciones afectadas.

Simulaciones de gestión

Simulaciones realizadas sobre las poblaciones de merluza (*Merluccius merluccius*) del Mediterráneo noroccidental y de otras especies (Lelonart et al., 2003), indican que si se disminuyera un 20% el esfuerzo pesquero, a los 4 años se obtendría un rendimiento cercano al 10% superior al del momento de la aplicación de la medida restrictiva (Fig. 2). Pero si fuera el arte más selectivo, de manera que las capturas se acercaran a la talla de primera madurez para esta especie (20 cm LT), el aumento a los 4-5 años de su aplicación superaría el 30% de rendimiento. Aplicando ambas medidas a la vez nos acercaríamos a una mejora superior al 50%.

Metodología de estudio

Los estudios de selectividad se llevan a cabo substituyendo los copos (sacos) de los artes actuales, por redes de malla cuadrada de las mismas o distintas características, tanto en los mismos copos como en paneles de diverso tamaño colocados en distintas partes del arte (Fig. 3).

La eficiencia en la selección de especies y tallas mediante el uso de las redes de arrastre puede determinarse mediante la comparación de las capturas o escapes de ambos tipos de redes. Las capturas deben llevarse a cabo mediante lances paralelos, realizados con un mínimo de dos barcos de las mismas características y que faenen con cada uno de los artes; o alternativos, un mismo barco que cambia de arte en lances alternados. También puede realizarse por el método de llamado de los artes gemelos, en el que un solo barco arrastra al mismo tiempo dos artes, uno al lado de otro, y tirados por los mismos cables. Uno de estos artes servirá de referencia y al otro se le aplicará la modificación deseada. Este último método parece el más riguroso, ya que las pequeñas variaciones entre barcos y artes que pueden afectar los resultados quedan muy disminuidas. El número de repeticiones o réplicas y la elección de los métodos analíticos adecuados es fundamental. Estos métodos de muestreo son más aceptables cuando las condiciones de trabajo se asemejen más las reales (Wileman et al., 1996).

Para controlar escapes a través de las redes, quizá sea más recomendable el uso de sobrecopo, es decir un gran forro de mayor tamaño que el copo y de malla mucho más ciega, que se coloca envolviendo al copo y que recoge lo que escapa de éste (Fig. 4). El método tiene la ventaja de aumentar la exactitud de

las muestras, aunque el uso de sobrecopo puede modificar la capacidad de filtrado del arte y, por consecuencia, la selectividad. Se aconseja construir el copo de tamaño muy superior al copo y separarlo de este por unos grandes aros circundantes.

Ninguno de los sistemas anteriormente descritos es perfecto, y su funcionalidad dependerá de la variación del propio caladero, del número de réplicas y del tratamiento estadístico escogido.

Otros métodos, sus ventajas e inconvenientes

Una rejilla colocada en el cuerpo posterior del arte, y por delante del copo, pueden ayudar a seleccionar rápidamente el pescado y que éste abandone rápidamente el arte por una abertura destinada a tal efecto antes de llegar al copo (Fig. 5). Para que el pescado se dirija hacia la rejilla con la velocidad y densidad adecuada se utiliza un cono de red que proyecta los peces directamente sobre la rejilla.

Este método es menos adecuado para pesquerías multiespecíficas y más adecuado para pesquerías no tan diversas donde se quiere separar un determinado tipo es tallas o especies muy concretas. Así pues las rejillas deben ser específicamente diseñadas para el propósito requerido.

Actualmente se fabrican rejillas de materiales plásticos totalmente flexibles que permiten su enrollado en las maquinillas sin ningún problema. Sin embargo la rejilla es un obstáculo para determinados tipos de residuos plásticos y desechos presentes en los fondos marinos, los cuales pueden producir taponado y disminución de su eficiencia (Fig. 6).

La ventaja del uso de las mallas cuadradas sobre las de rombo en las redes de arrastre, es que las mallas cuadradas permanecen siempre abiertas con la misma luz de malla y ejercen menor resistencia al avance del buque (por tanto ahorra combustible).

Respecto a las rejillas, éstas son más fáciles de usar y más baratas. El uso de rejillas tiene la ventaja de que su efectividad es mayor, ya que el pescado se proyecta forzosamente sobre ella antes de llegar al copo (Sardà *et al.*, 2004; Sardà *et al.*, 2005; Sardà *et al.*, *in press*). El pez es expulsado sin mayor esfuerzo por su parte de manera totalmente pasiva. El proceso de selección es muy corto durando décimas de segundo, lo que debería repercutir positivamente en la supervivencia del pescado una vez a pasado por la red. Contrariamente, este proceso en la malla cuadrada puede durar varios minutos y el animal nada estresado cerca de los paños de red hasta que consigue la habilidad suficiente para cambiar el sentido de natación, acertar la luz de la malla y atravesarla para escapar (Lentonen *et al.*, 1998; Bahamon *et al.*, *in press*). En la mayoría de casos esto producirá rozaduras en la piel, posteriores infecciones y por tanto baja supervivencia (Suuronen, 2004).

Cómo se calcula la selectividad

Con el porcentaje de individuos retenidos y escapados por cada clase de talla por especie, se ajustan las curvas de selectividad. Se considera que la talla en la cual la mitad de los individuos quedan retenidos en la red y la otra mitad escapa, es la *talla media de selección (L50)*. Esta talla se acompaña de un valor denominado *rango de selección (RS)* que fija los márgenes de tallas para los cuales el 25 % y el 75 % de los ejemplares escapan de la red. Un amplio *RS* indicará baja eficiencia en la selectividad del sistema utilizado. Por el contrario, un rango bajo de selección indicará que el sistema es eficiente y adecuado para dicha especie. Idealmente, una relación $SR/L50$ debería ser inferior a un tercio (Fig. 7).

Para determinar valores de *L50* y *RS* válidos para una especie, es conveniente realizar en lo posible un número de diez arrastres (réplicas) (Wileman *et al.*, 1996). Las capturas de cada arrastre deben ser analizadas por separado para evaluar la calidad de los datos y ajustar una curva de selectividad fiable (Millar and Fryer, 1999) . Al final, el conjunto de curvas de selección para todas las réplicas se integrará con el propósito de obtener un solo valor *L50* y otro de *RS* con sus respectivos márgenes de error (Fryer, 1991; Fryer *et al.*, 2003; Millar *et al.*, 2004).

¿Cuáles son los resultados obtenidos hasta el momento?

Diversos experimentos con mallas cuadradas o rejillas separadoras de pescado han permitido confirmar una reducción importante de los descartes y de las capturas de tallas pequeñas. En general, estos sistemas generan una buena selectividad, la cual puede ser controlada en cuanto al número de individuos capturados y su talla media de escape (o selección) (Fig. 8). Además, en función del tamaño de la malla escogida, el grosor del hilo, la presencia o no de nudos, y la situación y superficie de los paneles, se debería regular la cantidad de escapes y la talla media de los mismos a conveniencia. Por lo tanto, podemos decir que los resultados obtenidos son esperanzadores científicamente hablando y comercialmente aceptables para las pesquerías más profundas (Tabla 1). Podemos obtener tallas medias de selección alrededor de la talla legal o cercana a la madurez sexual de una determinada especie. Es este sentido podemos decir que los resultados son buenos, el sistema eficiente y las mejoras a medio plazo podrían ser sustanciales. Simulaciones realizadas nos aproximan a aumentos de rendimiento en peso en el mediano plazo (4 – 5 años) entre un 20 % y 60 %, con respecto a los rendimientos obtenidos actualmente con la malla comercial de rombo de 40 mm . Para las rejillas pueden obtenerse resultados similares (Fig. 9). No obstante hay que considerar que estos resultados obedecen a una sobre estimación de rendimientos ya que no se cuenta con la tasa de supervivencia de las especies una vez escapadas.

Por otro lado, el uso de mallas cuadradas ofrece menor resistencia al avance del buque, lo que representa ahorro de energía y menor tiempo de triado a bordo, lo que repercute en una mejor presencia y calidad del producto.

¿Inconvenientes?

Anteriormente ya hemos comentado las ventajas y desventajas técnicas de cada método, pero donde quizá exista el mayor inconveniente es en las pérdidas en las capturas que durante los primeros años habría que asumir (Kvamme and Froysa, 2004; Leonart et al, 2003; Bahamón et al. *in press*). En la actualidad, las circunstancias por las que el sector pesquero está pasando, probablemente no permitan ningún tipo de pérdidas ni a expensas de futuros beneficios. Las correspondientes administraciones deberían intentar hallar una solución a este problema, que por otra parte, es común a cualquier pesquería sobreexplotada y que quiera recuperarse, con o sin la utilización de métodos selectivos.

La supervivencia real del pez después de pasar por el arte es una de las incógnitas que pueden hacer dudar de los métodos selectivos. La supervivencia depende de la resistencia de cada especie a todo el proceso de la pesca, desde su natación en la boca e interior del arte, que puede dejar al pez exhausto, a las heridas producidas por los roces con las mallas u otras especies o los depredadores que acechan fuera de la red, si los peces escapan en condiciones de poca actividad o estrés. Así cada especie tendrá una supervivencia distinta. Es evidente que para los crustáceos, gambas, langostinos, cigalas u otros, la supervivencia es mucho más alta que en peces.

Sin embargo otras muchas especies comerciales o no escaparán y es en el contexto del ecosistema donde mejor pueden buscarse las ventajas de la selectividad.

A modo de conclusión

El uso de rejillas separadoras se presenta como el método de selectividad más eficaz por que puede ofrecer múltiples posibilidades para casos y problemáticas específicas, por que permite una intervención fina y específica sobre las capturas y, por que *a priori*, el escape muy rápido de los peces, su corta permanencia dentro de la red y su facilidad de salida, presuponen una supervivencia alta. Un pez dentro de la malla cuadrada sufre estrés continuado y realiza una natación forzada hasta que no encuentra la salida. Además, las probabilidades de daños debidas al rozamiento con las mallas es más elevado, por lo que podríamos asumir que la supervivencia sería menor. Es necesario realizar más estudios en el campo de la supervivencia de los peces después de pasar a través de un arte armado con un sistema selectivo.

Finalmente, se debe tener en cuenta que las rejillas separadoras todavía producen problemas de manipulación a bordo y aceptación por parte de los pescadores. Hoy por hoy es más factible, fácil y barato el uso de mallas cuadradas que rejillas, aunque la supervivencia sea menor que con las rejillas.

Por todo lo anteriormente expuesto y considerando que los parámetros de variación son los mismos que los que afectan a los artes convencionales, para la mejora de la pesquería Mediterránea recomendamos:

- 1) Introducción de la malla cuadrada en el copo, más efectiva que en paneles.
- 2) Regulación en épocas y profundidades determinadas (previo estudio del área).
- 3) Promover la participación de empresas constructoras de artes de pesca para que experimenten los puntos anteriores, para optimizar el acoplado de las mallas cuadradas en los artes de pesca y mejorar técnicamente la incorporación de rejillas separadoras.

Comentarios adicionales

El uso de sistemas selectivos por sí solo no es suficiente para mejorar a medio plazo la pesquería de arrastre en nuestras costas. Es necesario el uso combinado de otras medidas tales como el establecimiento de áreas protegidas, la instauración de paradas biológicas, la reducción general del esfuerzo y la revalorización del producto en el mercado.

Por otro lado, el interés de las empresas depende de la normativa existente que debe ser puesta por la administración. Si la administración subvenciona y promueve los avances tecnológicos, también debe asumir, junto con el sector, las medidas correctoras de la sobreexplotación que ello genera.

Agradecimientos

Las empresas y personas abajo indicadas han contribuido, desde distintos aspectos y ámbitos, a la obtención de los conocimientos que aquí se presentan. A todos ellos nuestro agradecimiento:

Germans Fèlix de St. Carles
Marisín de L'Ametlla
Moliné, José i Virgilio de Vilanova
Artes de Pesca Salom. S.L. Benicarló. Castellón
Maquinaria Naval Mapsa, S.A. Granollers. Barcelona
Hispanova Marine Cantabria, S.L. El astillero. Cantabria

Asesoramiento:

Necessity, proyecto internacional de la CE (2005-2007)
Dr. Petri Suuronen del FGFRI, Finlandia

Bibliografia

- Abelló, P., Bertrand, J., Gil de Sola, L., Papaconstantinou, C., Relini, G., Souplet, A., 2002. Mediterranean marine demersal resources: the MEDITS international trawl survey (1994-1999). *Sci. Mar.* 66(suppl. 2), 280 pp.
- Bahamon, N., Sardà, F., Suuronen, P., *in press*. Improvement of trawl selectivity in the Mediterranean demersal fishery by using a 40 mm square mesh codend. *Fish. Res.*
- Bas, C., 2000. Fishery science: analysis and present situation. *Contributions to science* 1, 489-510.
- Bas, C., 2002. El mar Mediterráneo: recursos vivos y explotación. Ariel Ciencia, Barcelona, 518 pp.
- Bas, C., 2005. Fishery research: current approaches, tensions and emerging aspects. The future and how to approach it. *Sci. Mar.* 69 (Suppl.1), 139-156.
- Bas, C., Maynou, C., Sardà, F., Leonart, J., 2003. Variacions demogràfiques a les poblacions d'espècies demersals explotades als darrers quaranta anys a Blanes i Barcelona, *Inst. Est. Cat. Arx. Sec. Ciènc.* No. 135, pp. 1-202.
- Belcari, P., Viva, C., Martin, P., 2004. Discard composition of the European hake *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1958) bottom trawl fishery in two areas of the NW Mediterranean Sea, Northern Tyrrhenian Sea and Catalan Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 37, 310.
- Caddy, J.F. (1993). Some future perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.* 57(2-3): 121-130.
- Campos, A., Fonseca, P., 2003. Selectivity of diamond and square-mesh cod ends for horse mackerel (*Trachurus trachurus*), European hake (*Merluccius merluccius*) and axillary seabream (*Pagellus acarne*) in the shallow groundfish assemblage off the south-west coast of Portugal. *Sci. Mar.* 67, 249-260.
- Carbonell, A., Martin, P., Ranieri, S.d., team, W., 1998. Discards of the western Mediterranean trawl fleets. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 35, 392-393.
- Coll, M., I. Palomera, S. Tudela and F. Sardà. (2006). Trophic flows, ecosystem structure and fishing impact in the South Catalan Sea, Northwestern Mediterranean. *J. Mar. Systems.* 59:63-95.
- Farrugio, H., Oliver, P and F. Biagi (1993). An overview of the history, knowledge, recent and future research trends in Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.* 57(2-3): 105-119.
- Fortunati, L., Garofalo, G., Demontis, R., 2002. TSDV: A GIS tool for inspecting trawl survey data. *ICES J. mar. Sci.* 59, 168-178.
- Fryer, R.J., 1991. A model of between-haul variation in selectivity. *ICES J. mar. Sci.* 48, 281-290.
- Fryer, R.J., Zuur, G., Graham, N., 2003. Using mixed models to combine smooth size-selection and catch-comparison curves over hauls. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60, 448-459.
- Guijarro, B., Massuti, E., 2006. Selectivity of diamond- and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean). *ICES J. mar. Sci.* 63, 52-67.
- Herrmann, B., 2005. Effect of catch size and shape on the selectivity of diamond mesh cod-ends: I. Model development. *Fish. Res.* 71, 1-13.
- Holst, R., Wileman, D., Madsen, N., 2002. The effect of twine thickness on the size selectivity and fishing power of Baltic cod gill nets. *Fish. Res.* 56, 303-312.
- Kvamme, C., Froyso, K.G., 2004. Assessing the effects on stocks of selectivity changes in a fishery. *Fish. Res.* 69, 283-293.
- Lentonen, E., Tschernij, V., Suuronen, P., 1998. An improved method for studying survival of fish that escape through meshes of trawl codends. *Fish. Res.* 38, 303-306.

- Lleonart, J., Maynou, F., 2003. Fish stock assessments in the Mediterranean: state of the art. *Sci. Mar.* 67(Suppl. 1), 37-49.
- Lleonart, J., Maynou, C., Recasens, L., Franquesa, R., 2003. A bioeconomic model for Mediterranean fisheries, the hake off Catalonia (western Mediterranean) as a case study. *Sci. Mar.* 67(Suppl. 1), 337-351.
- Martín, P., Sartor, P., García-Rodríguez, M., 1999. Exploitation patterns of the European hake *Merluccius merluccius*, red mullet *Mullus barbatus* and striped red mullet *Mullus surmuletus* in the western Mediterranean. *J. Appl. Ichthyol.* 15: 24-28.
- Millar, B.R., Fryer, R.J., 1999. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 9, 89-116.
- Millar, B.R., Broadhurst, M.K., Macbeth, W.G., 2004. Modelling between-haul variability in the size selectivity of trawls. *Fish. Res.* 67, 171-181.
- Sánchez, P., Demestre, M., Martín, P., 2004. Characterisation of the discards generated by bottom trawling in the northwestern Mediterranean. *Fish. Res.* 67, 71-80.
- Sardà, F., 1998a. Symptoms of overexploitation in the stock of the Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) on the "Serola Bank" (Western Mediterranean Sea off Barcelona). *Sci. Mar.* 62, 295-299.
- Sardà, F., 1998b. Comparative technical aspects of the *Nephrops norvegicus* (L.) fishery in the northern Mediterranean Sea. *Sci. Mar.* 62(Suppl. 1), 101-106.
- Sardà, F., Molí, B., Palomera, I., 2004. Preservation of juvenile hake (*Merluccius merluccius*, L.) in the western Mediterranean demersal trawl fishery by using sorting grids. *Sci. Mar.* 68, 435-444.
- Sardà, F., Bahamon, N., Sardà-Palomera, F., Molí, B., 2005. Commercial testing of a sorting grid to reduce catches of juvenile hake (*Merluccius merluccius*) in the western Mediterranean demersal trawl fishery. *Aquat. Living Resour.* 18, 87-91.
- Sardà, F., Bahamon, N., Molí, B., Sardà-Palomera, F., *in press*. Selectivity performance of a square mesh codend and sorting grid in multispecies trawl fishery in NW Mediterranean. *Sci. Mar.*
- Stergiou, K., Politou, C.-Y., Christou, E., Petrakis, G., 1997. Selectivity experiments in the NE Mediterranean: the effect of trawl mesh size on species diversity and discards. *ICES J. mar. Sci.* 54, 774-786.
- Suuronen, P., 2004. Stress, injury and mortality of fish associated with fishing processes: technical and operational solutions to improve survival, *FAO Report*, pp. 68.
- Tokaç, A., Özbilgin, H., Tosunoglu, Z., 2004. Effect of PA and PE material on codend selectivity in Turkish bottom trawl. *Fish. Res.* 67, 317-327.
- Wileman, D., Ferro, R., Fonteyne, R., Millar, R., 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears., *ICES Cooperative Research Report*, Copenhagen, pp. 126 pp.

Leyenda de figuras

- Fig. 1.- Crecimiento de una especie marina. Durante los primeros años la especie crece más deprisa y aumenta exponencialmente en peso.
- Fig. 2.- Simulación de gestión en el tiempo según la medida adoptada. Datos para la merluza cedidos por J. Lleonart.
- Fig. 3.- Malla cuadrada de 40 mm de luz de malla construida para las experiencias con luz de malla e hilo iguales a los utilizados para malla de rombo.
- Fig. 4.- Disposición del sobrecopo para conocer la selectividad y la captura de especies que escapan a la malla cuadrada o a las rejillas.
- Fig. 5.- Esquema de un dispositivo de rejilla y su funcionamiento
- Fig. 6.- Rejilla separadora fabricada con material flexible
- Fig. 7.- Curvas de selectividad para la merluza con malla cuadrada de 40 mm (PE).
- Fig. 8.- Estimación de las pérdidas económicas a corto plazo usando mallas cuadradas, en función de las capturas y escapes a 100 y 400 m de profundidad para la flota de La Ràpita.
- Fig. 9.- Análisis de transición para distintas especies simulando los rendimientos por recluta y de biomasa en las poblaciones de la plataforma del Delta del Ebro.

Fig. 1

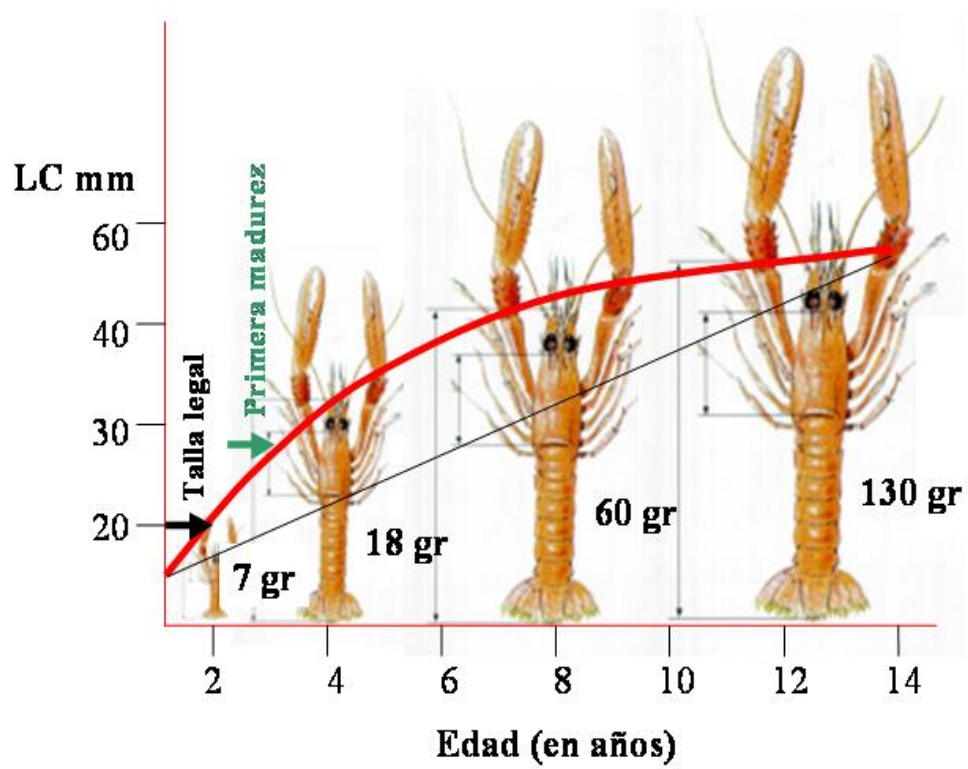


Fig. 2

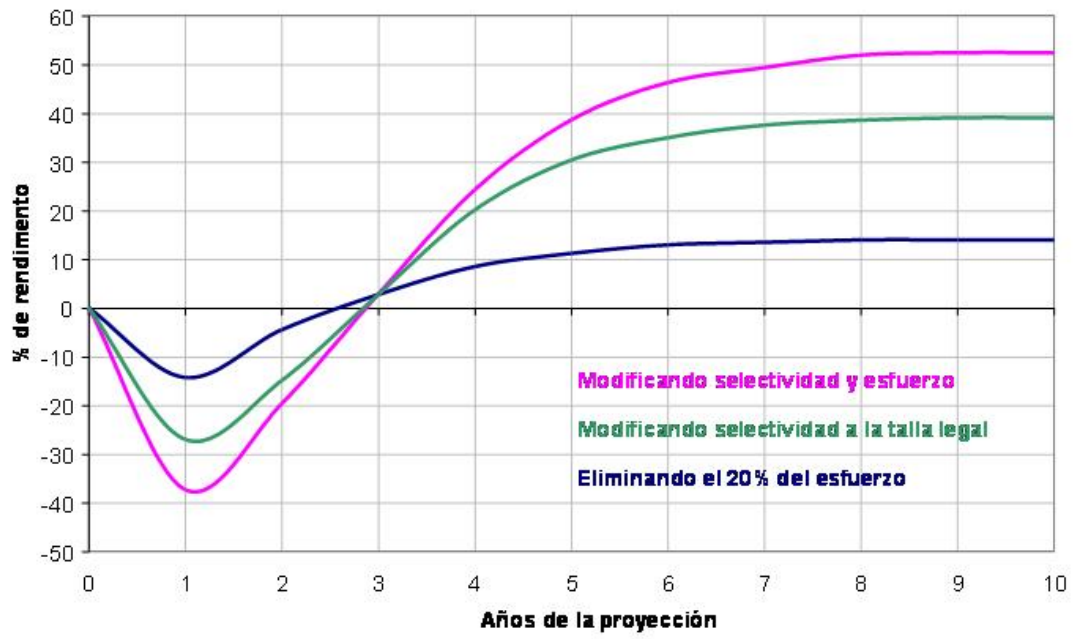


Fig. 3

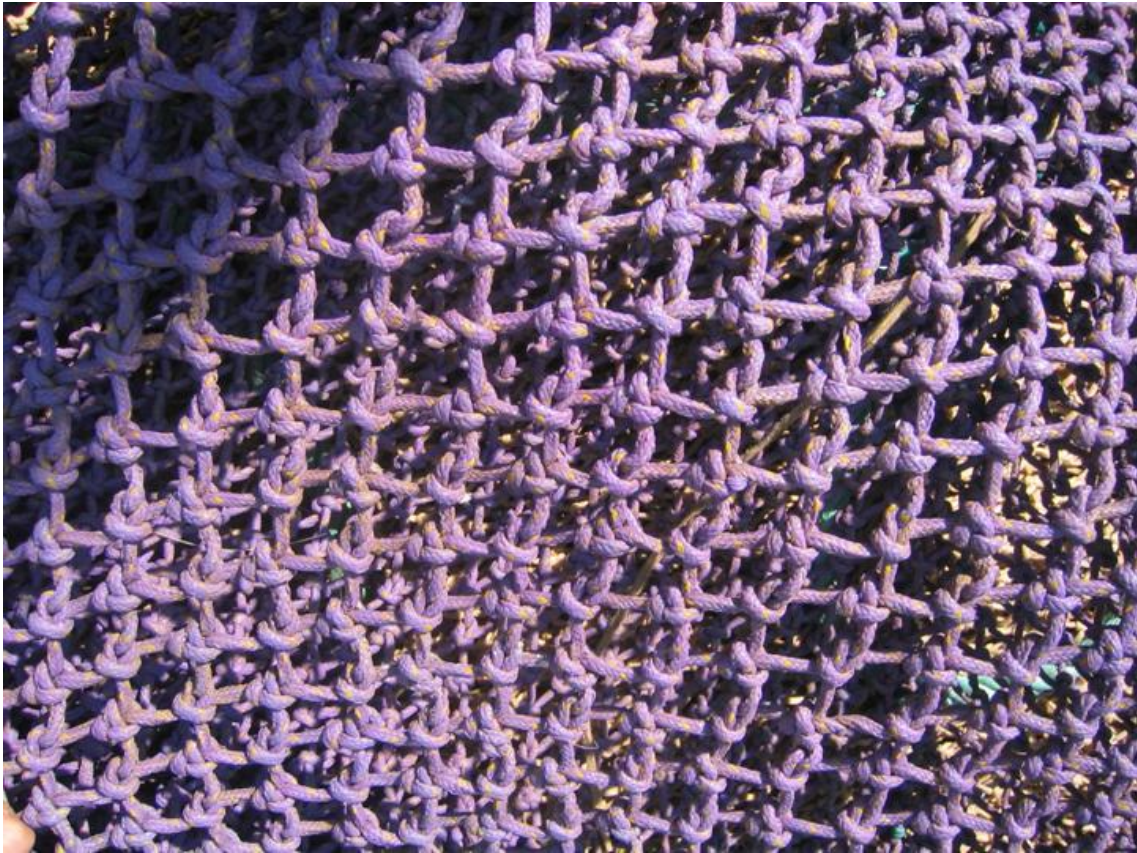


Fig. 4

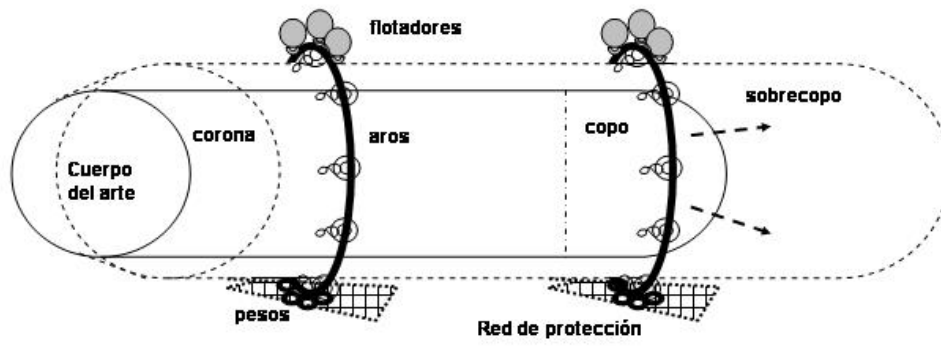
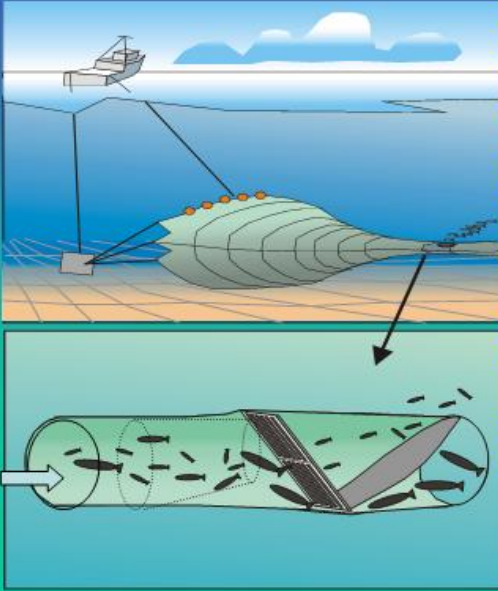


Fig. 5

Rejillas separadoras



- El proceso de selección es muy efectivo (el escape es forzado mecánicamente y las capturas acompañantes no afectan la selectividad)
- La selectividad es independiente de la capacidad natatoria de las especies
- Permite un buen control de los escapes variando la superficie de la reja, la distancia entre rejas y la inclinación de la rejilla, así como la estructura del embudo de proyección.
- El proceso de selección es rápido evitando el estrés y otros daños.
- Su uso debe ser restringido para pesquerías especiales

Fig. 6



Fig. 7

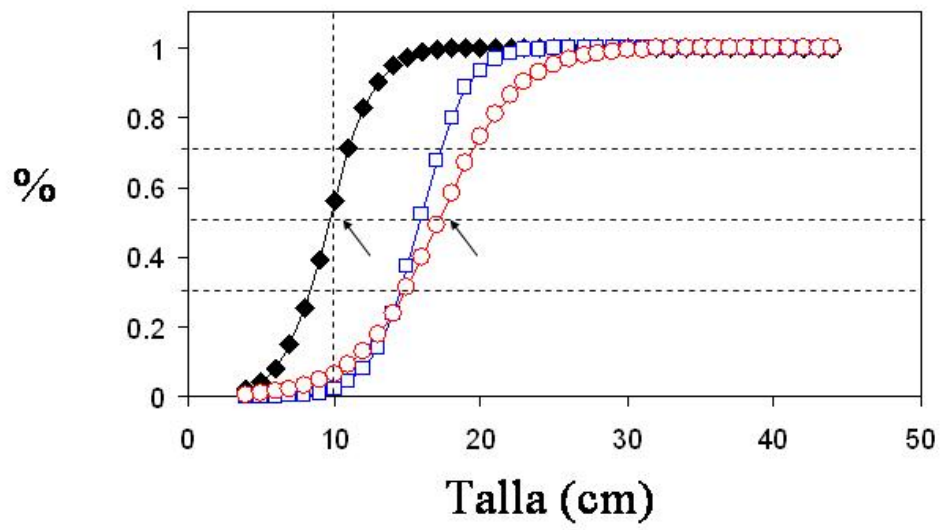


Fig. 8

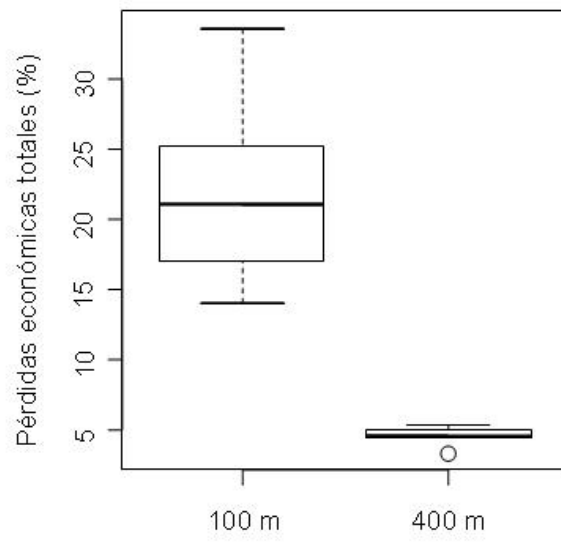


Fig. 9

