

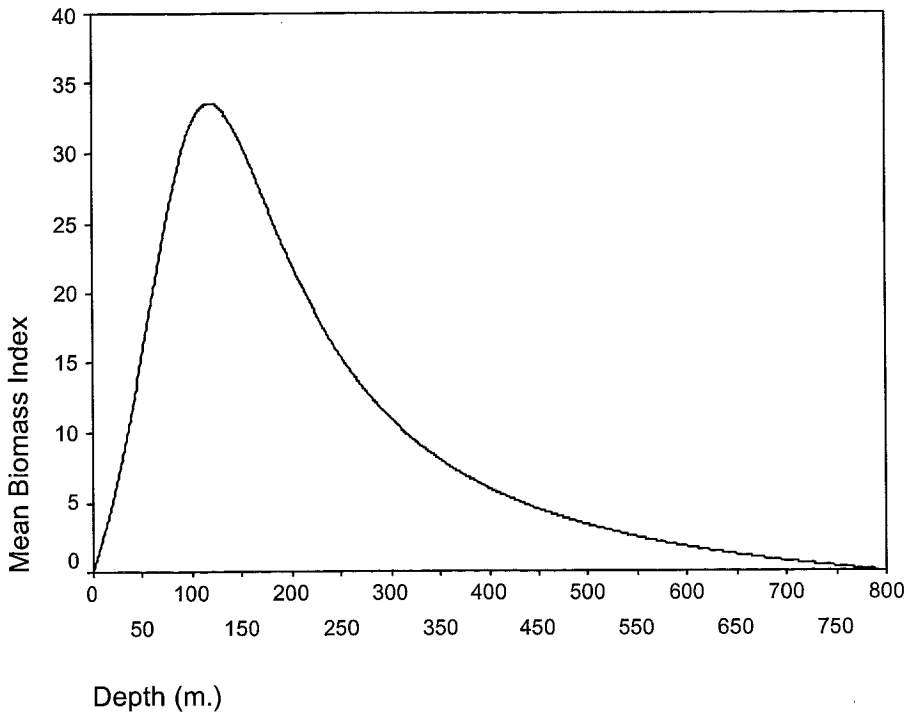
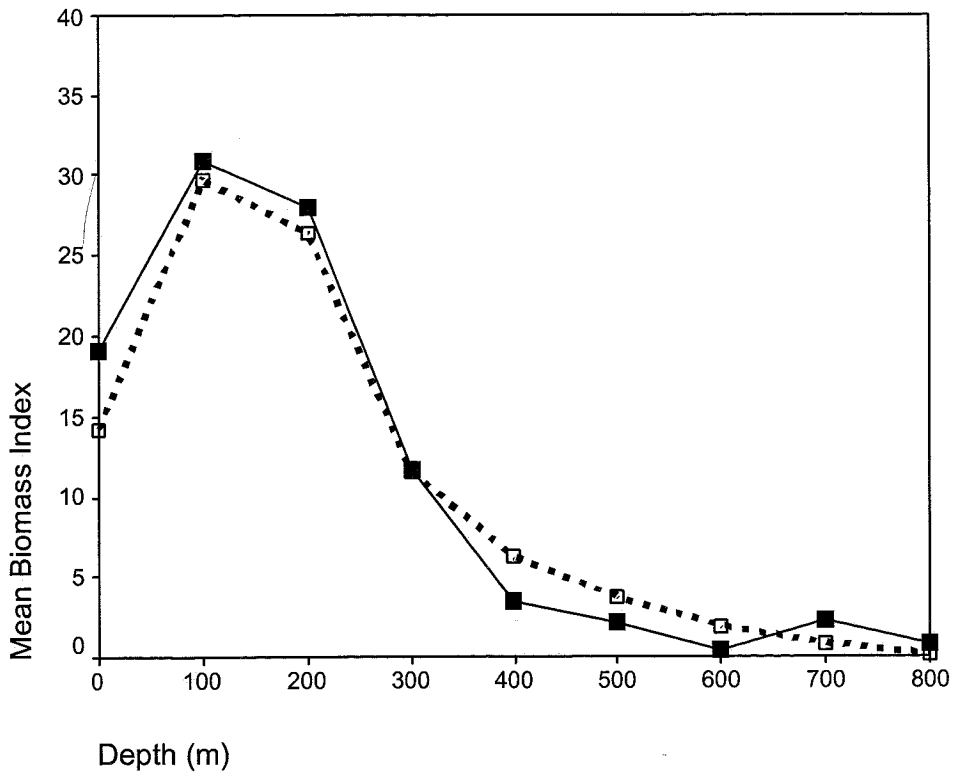
## **Situación de la Merluza en el Mediterráneo Español y propuestas para su gestión (Aplicación del Análisis Directo de Supervivencia, DSA)**

**Eduardo Ferrandis (1), Domingo Lloris (2), Sandra Mallol (3) y Luis Gil de Sola (4)**

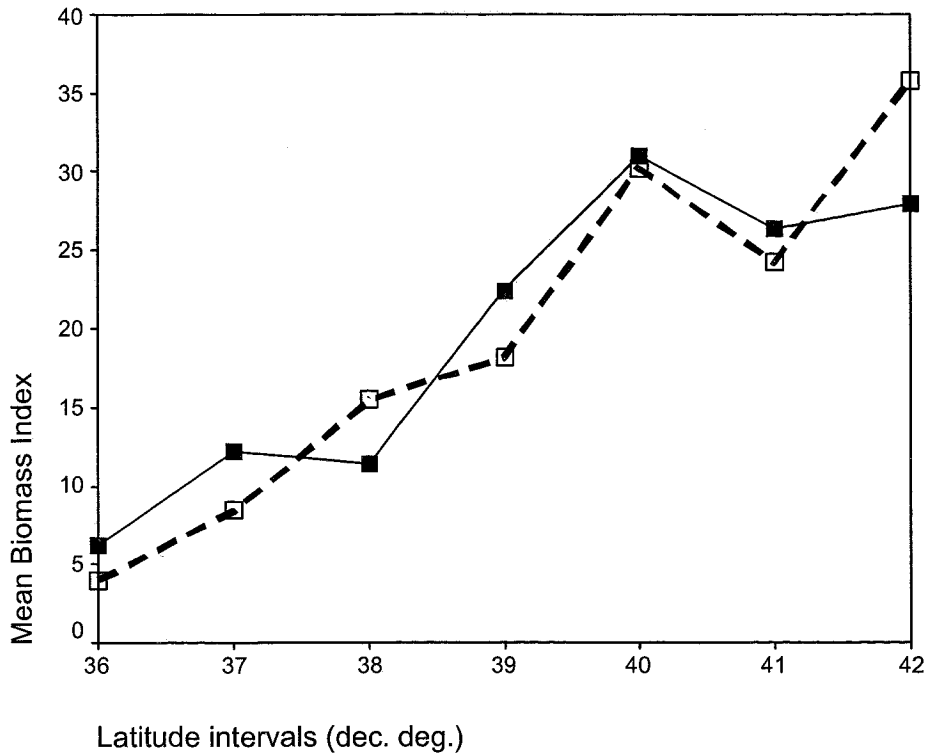
- (1) Dto. De Estadística, Universidad de Alicante,
- (2) Instituto de Ciencias del Mar
- (3) Dto. Biología Animal, Universidad de Gerona
- (4) Instituto Español de Oceanografía

El análisis de la distribución espacial de la abundancia y su evolución en el tiempo se lleva a cabo mediante Modelos Lineales Generalizados (GLM). La distribución, tallas y de edades se estudia mediante técnicas de Análisis de Supervivencia. Esto permite la estimación de la supervivencia a partir de prospecciones realizadas desde buques oceanográficos y su calibración mediante informaciones provenientes de la flota comercial. Este análisis permite estimar parámetros relativos al estado de explotación así como su evolución en el periodo de estudio. Índices como: las mortalidades total y por pesca, las tasas de explotación, la esperanza de vida de la población, la proporción de individuos maduros, el reclutamiento, los rendimientos capturables, etc. Finalmente establecer comparaciones entre diferentes sectores de pesca así como simulaciones acerca de los efectos de posibles alternativas (\*).

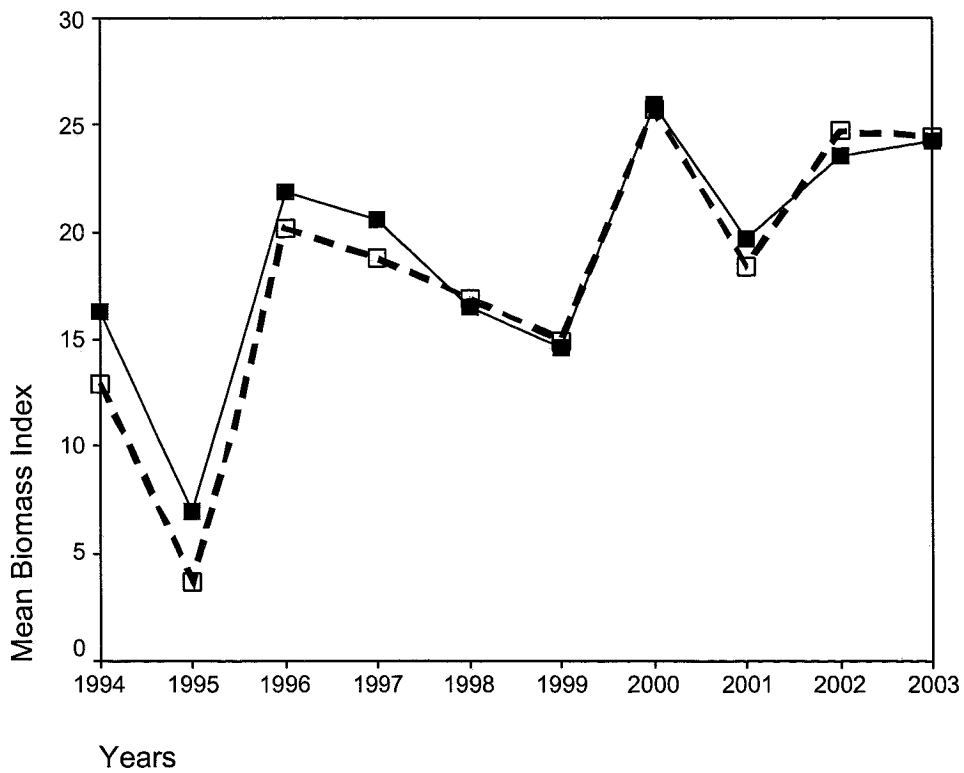
Los resultados preliminares expuestos se refieren a la especie *Merluccius merluccius*, representativa del ecosistema demersal por su amplio rango de distribución y sus índices relativos de abundancia. El período considerado 1994-2003 abarca el conjunto de prospecciones realizadas en el contexto del proyecto MEDITS.



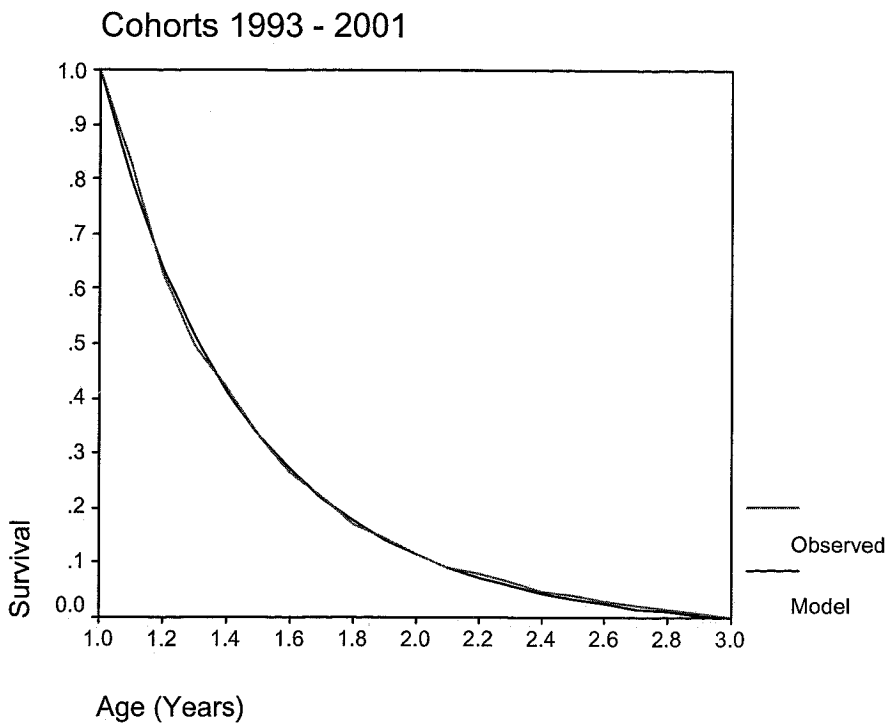
La distribución batimétrica muestra un amplio rango con un “centro de gravedad” en torno a los 115 m.



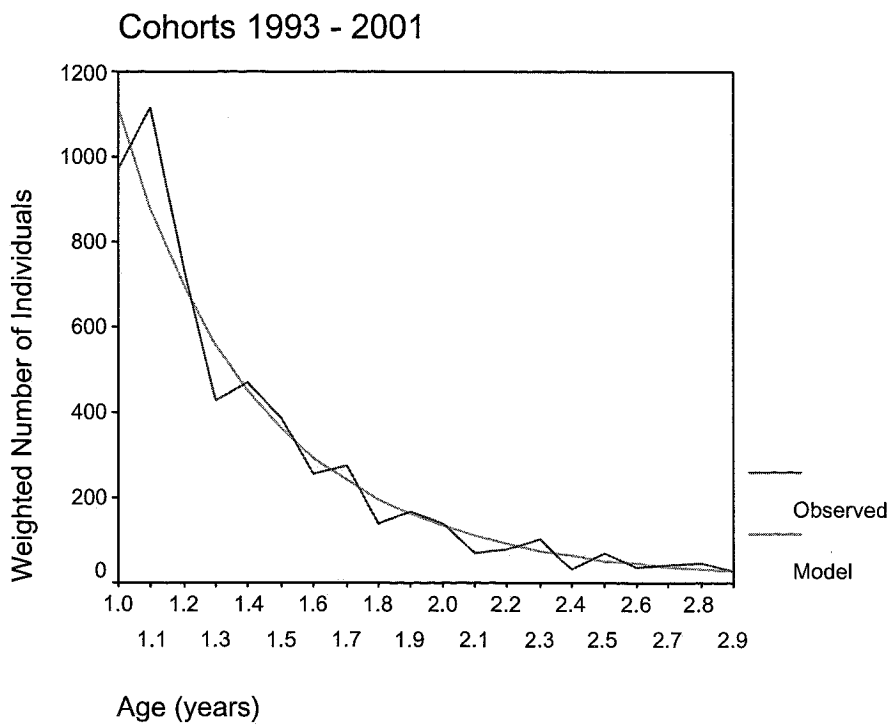
La distribución latitudinal muestra un gradiente creciente desde el sur (mar de Alborán) hacia el Norte (Mar Catalán).



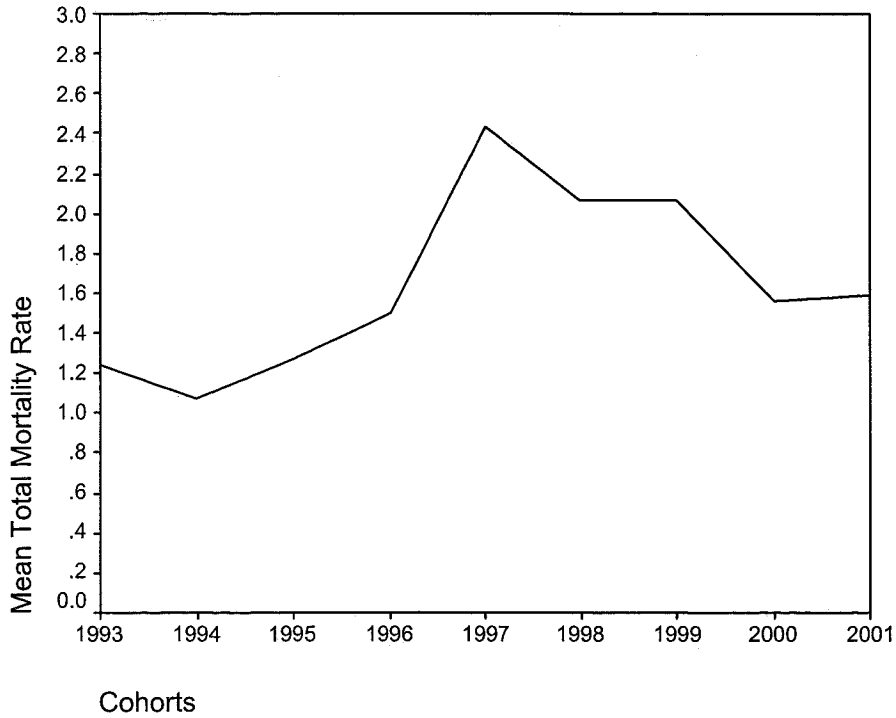
Evolución temporal de los índices de Biomasa con niveles muy bajos pero con una ligera tendencia creciente.



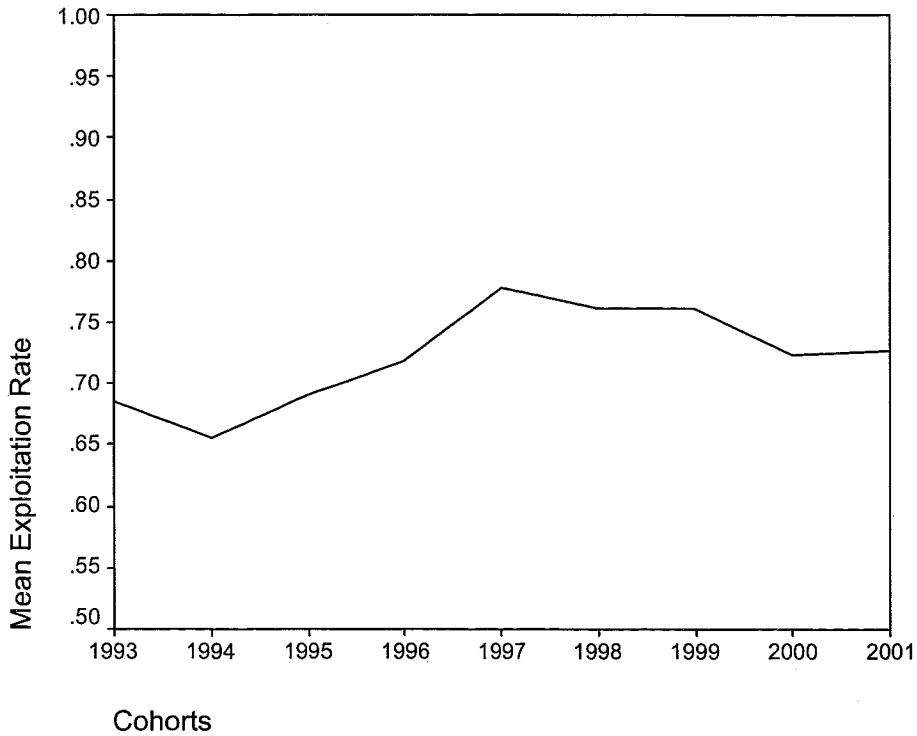
El modelo de supervivencia establecido presenta un buen ajuste frente a los datos proporcionados por las proyecciones de arrastre.



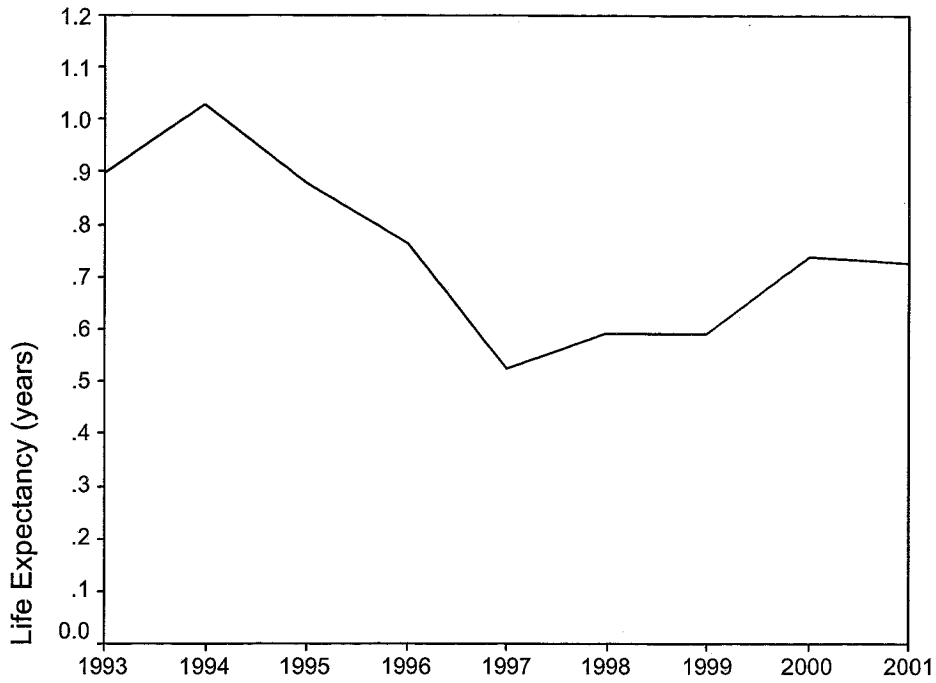
Esta adecuación se verifica al representar las capturas observadas y las estimadas por el modelo en el intervalo de edades representativo (de 1 a 3 años):



En el periodo considerado, la tasa de mortalidad muestra una tendencia creciente hasta la cohorte de 1997 que se invierte hacia una ligera mejoría desde esa generación de individuos.

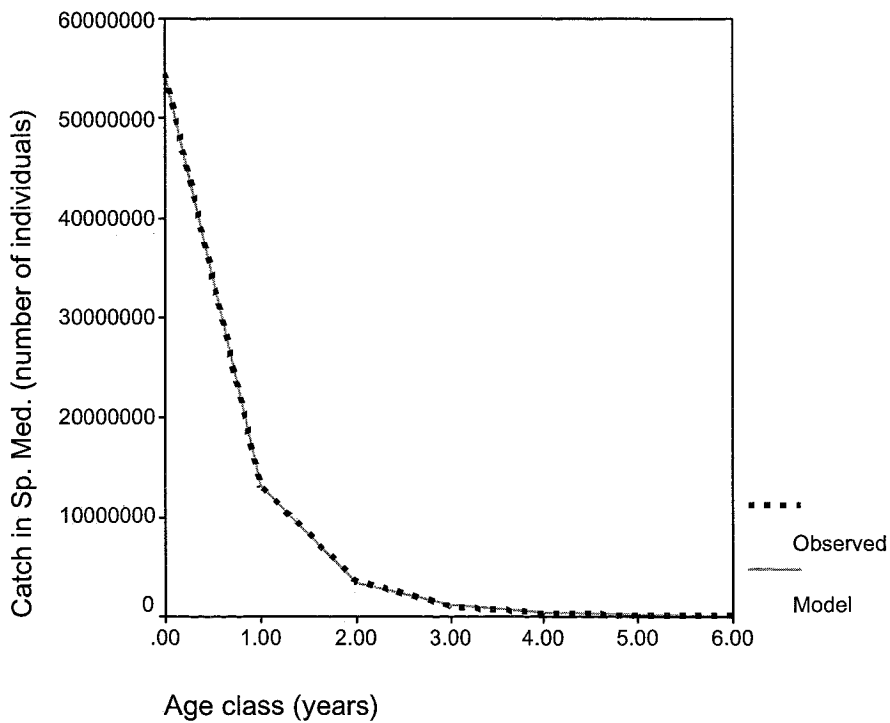


Esta tendencia se manifiesta en la evolución de la tasa de explotación (razón entre la mortalidad por pesca y la mortalidad total).

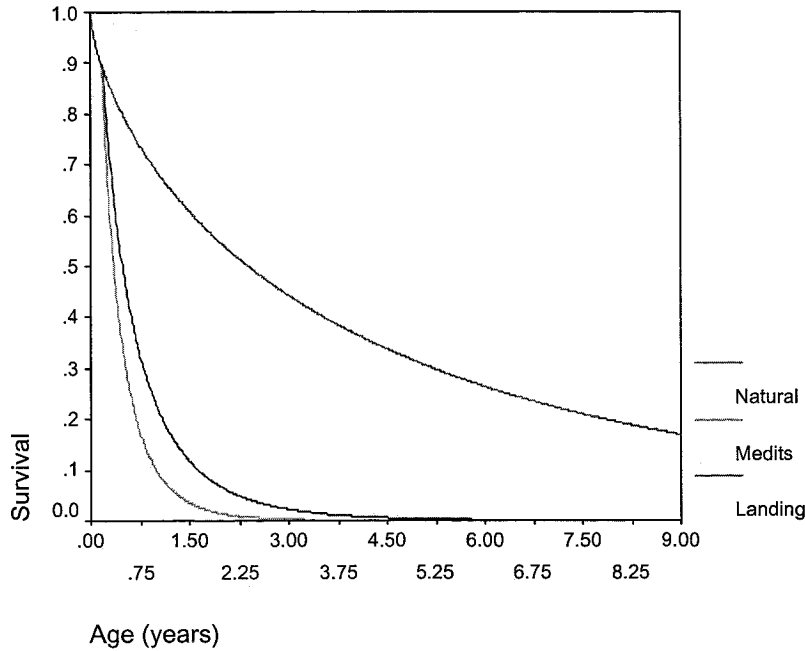


Cohorts

La esperanza de vida se sitúa a niveles muy bajos (casi siempre por debajo de un año de edad) mostrando una ligera mejoría desde la generación de 1997.



La supervivencia estimada a partir de las prospecciones de arrastre permite modelizar las capturas obtenidas por la flota comercial del Mediterráneo español.

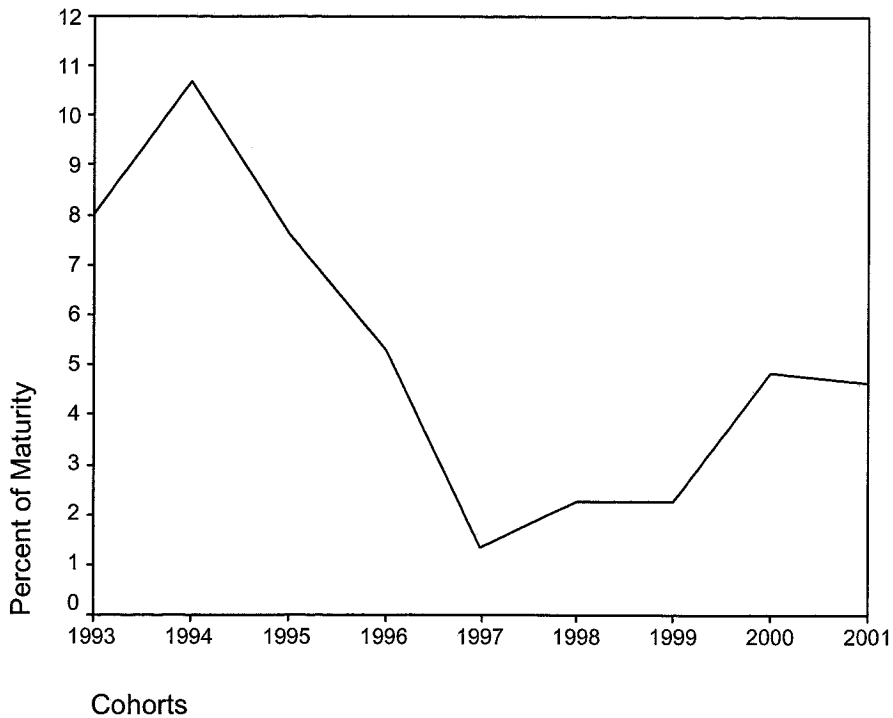


Comparación entre la supervivencia estimada por el experimento MEDITS y la correspondiente estimación de la flota comercial.

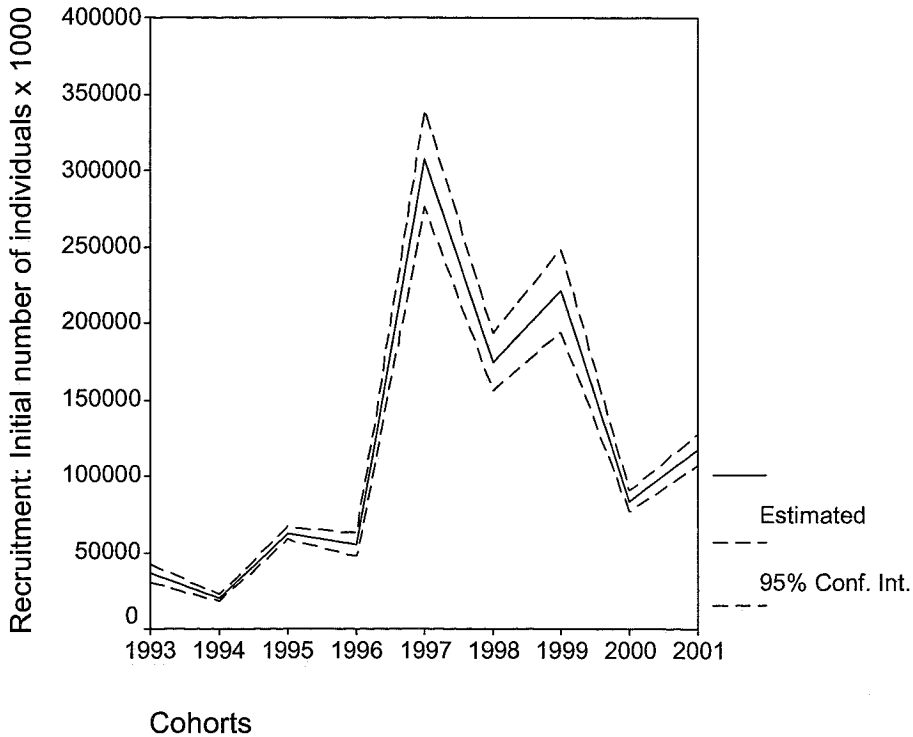
Medits :  $T_c = 0.1689$  years (62 días) ---> 6.35 cm.

Landing:  $T_c = 0.1837$  years (67 días) ---> 6.50 cm.

La estimación de la edad efectiva de primera captura ( $T_c$ ) del conjunto del Mediterráneo Español para la flota de arrastre es de apenas 0.1837 años, 67 días (correspondiente a una talla de 6.50 cm) y es prácticamente equivalente a la que producen las prospecciones del proyecto MEDITS. **Es decir que el efecto en la proporción de individuos pequeños capturados por la flota de arrastre en el Mediterráneo español es casi equivalente al de una MALLA CIEGA.**

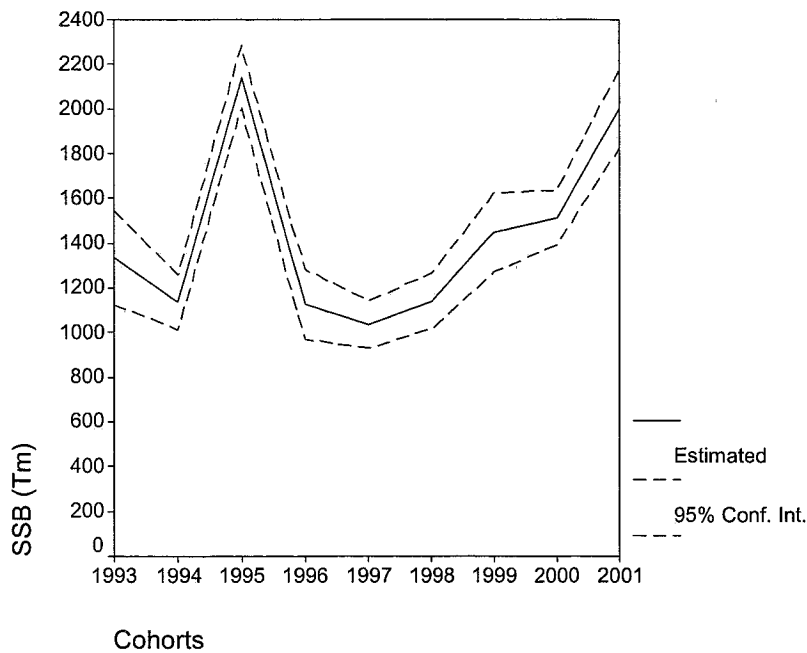


La proporción de individuos que alcanzan la madurez sigue unas tendencias similares a la esperanza e vida y se estiman actualmente en un nivel inferior al 5%.

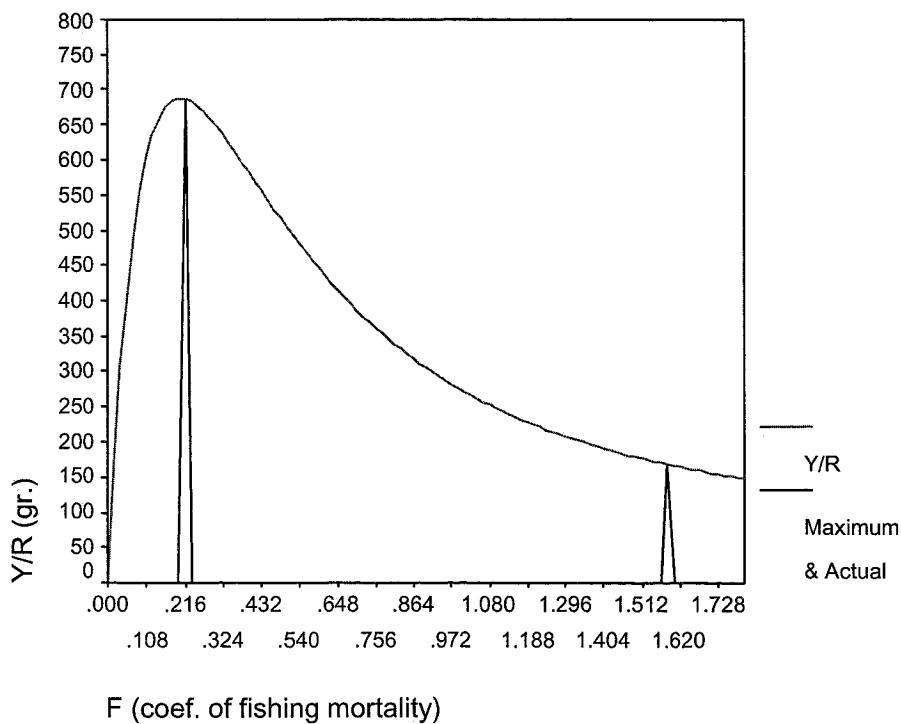


Los reclutamientos han experimentado fuertes variaciones en el periodo estudiado y cuando se han presentado niveles relativamente altos, estos han sido “absorbidos” por las elevadas tasas de mortalidad (a los individuos pequeños no se les permite crecer). Actualmente, en el Mediterráneo español este reclutamiento se ha estimado en torno a los 100 millones de individuos.





La biomasa desovante estimada (correspondiente a los individuos capaces de procrear) es muy baja en todo el periodo, situándose actualmente en apenas 1800 toneladas frente a una biomasa total capturable estimada de 3000 toneladas. Sin embargo, en la última fase del periodo estudiado, la biomasa desovante presenta una tendencia ligeramente positiva.



El rendimiento (captura en biomasa) por recluta es muy inferior al rendimiento máximo sostenible y el esfuerzo actual es muy superior al precautorio recomendado por la FAO.

Todo ello da lugar a un diagnóstico de SOBREEXPLOTACIÓN DE CRECIMIENTO y a una doble búsqueda de alternativas de explotación: Reduciendo el esfuerzo y mejorando la selectividad.

## SIMULACIONES

La tabla muestra un conjunto de simulaciones realizadas sobre distintos escenarios:

-La situación actual (con una edad de primera captura de 0.1837 años)

-Una edad efectiva de primera captura de 0.8898 años, estimación correspondiente al empleo de un copo de malla cuadrada de nylon de 40 mm. Esta estimación se ha obtenido a partir del experimento reportado por Sandra Mallol (Mallol, S. 2002).

-Una edad efectiva de primera captura de 1 año, correspondiente a una talla de 19.31 cm. muy próxima a la talla mínima autorizada de 20 cm.

-Una edad efectiva de primera captura de 2 años, correspondiente a una talla de 27.63 cm. muy próxima a la talla mediana de la madurez ( $L_{50}$  = talla a partir de la cual más del 50% de los individuos habrán alcanzado la madurez sexual).

Y para cada una de estas edades se consideran tres niveles de esfuerzo: el esfuerzo actual, una reducción del 25 % y una reducción del 50 %

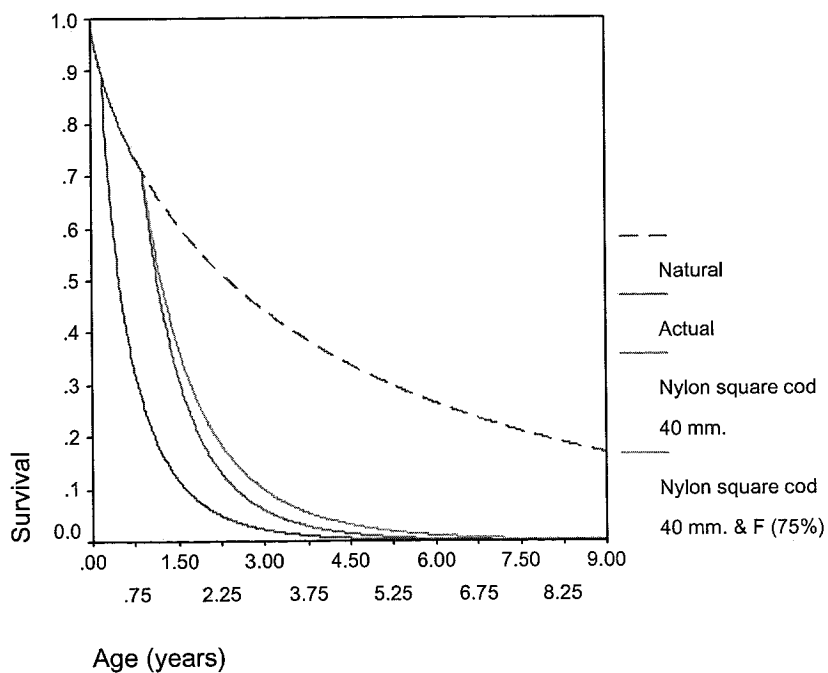
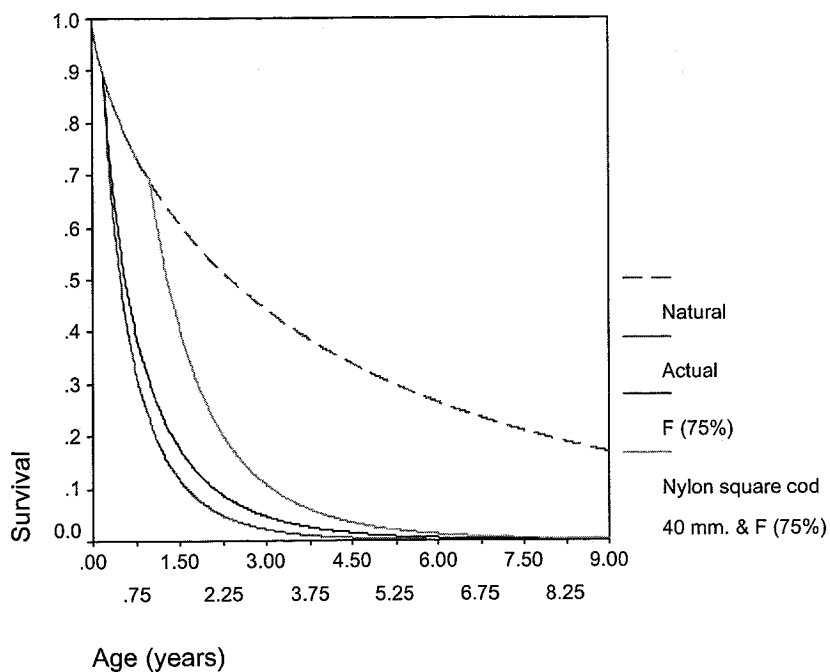
Para cada simulación se proporcionan las siguientes estimaciones: Porcentaje de individuos que alcanzarían la madurez (%Mat.), biomasa desovante por recluta en gr. (SSB/R), esperanza de vida en años (Life Exp.), captura por recluta en el intervalo de tallas no autorizado (C/R in [0, 20 cm] ) con su correspondiente porcentaje sobre la captura total por recluta, captura por recluta en el intervalo de tallas autorizado (C/R in [20,  $L_{\infty}$ ]) con su correspondiente porcentaje, captura total por recluta, las estimaciones análogas para las capturas en peso o rendimientos (Y/R) y finalmente la captura estimada en toneladas.

Como puede apreciarse la adopción de una red con copo de malla cuadrada de nylon de 40 mm. combinada con una reducción del esfuerzo del 25 %, proporcionaría a medio plazo, un porcentaje de madurez y una biomasa desovante cuatro veces mayor que la actual, duplicaría la esperanza de vida, la captura en número no autorizada (de tallas inferiores a 20 cm.) descendería del 86 al 45 %, la captura en peso no autorizada descendería del 27 al 10 % y el rendimiento por recluta y la captura estimada podrían ser tres veces a las actuales.

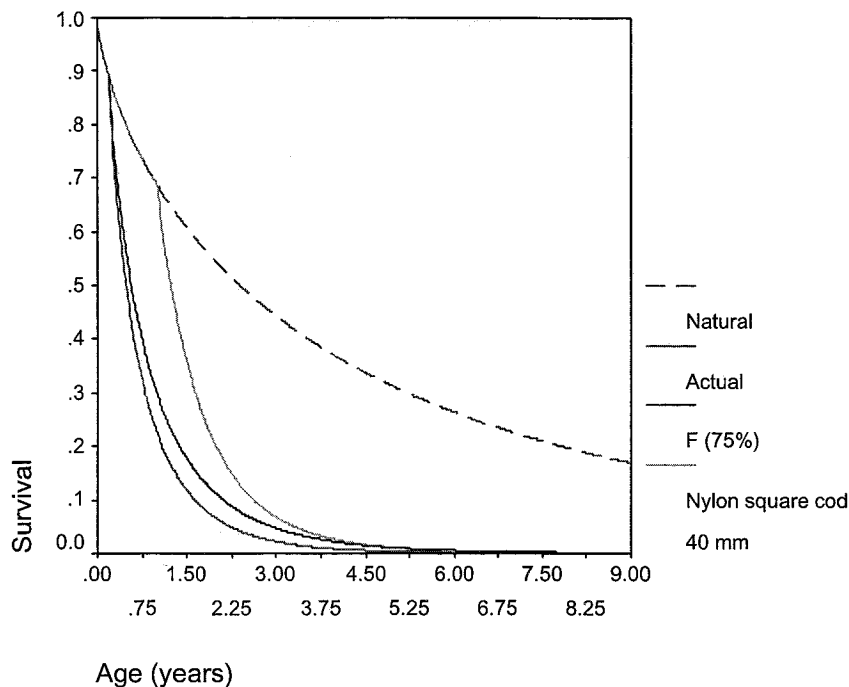
| Tc   | Z actual  | 0.75*F  | 0.5*F   |
|--|---|---|---|
| Actual<br>Tc = 0.1837 years<br>L = 6.50 cm   | %Mat.=4.71<br>SSB/R=17.51 gr.<br>Life Exp. = 0.738<br>(C/R in [0,20 cm])<br>= 0.6231 (86.09%)<br>(C/R in [20,L <sub>∞</sub> ])<br>= 0.1007 (13.91%)<br>C/R=0.724<br>(Y/R in [0,20 cm])<br>= 7.77 (26.64 %)<br>(Y/R in [20, L <sub>∞</sub> ])<br>= 21.39 (73.36%)<br>Y/R = 29.165 gr.<br>Catch = 2916.8 Tm.        | %Mat.=8.47<br>SSB/R=39.71 gr.<br>Life Exp. = 0.921<br>(C/R in [0,20 cm])<br>= 0.5395 (79.27%)<br>(C/R in [20,L <sub>∞</sub> ])<br>= 0.1411 (20.73%)<br>C/R=0.681<br>(Y/R in [0,20 cm])<br>= 7.4614 (16.08%)<br>(Y/R in [20, L <sub>∞</sub> ])<br>= 38.9321 (83.92%)<br>Y/R = 46.393 gr.<br>Catch = 4639.3 Tm.   | %Mat.=15.01<br>SSB/R=92.63 gr.<br>Life Exp. = 1.255<br>(C/R in [0,20 cm])<br>= 0.4201 (69.19%)<br>(C/R in [20,L <sub>∞</sub> ])<br>= 0.1871 (30.81%)<br>C/R=0.607<br>(Y/R in [0,20 cm])<br>= 6.4375 (8.09%)<br>(Y/R in [20, L <sub>∞</sub> ])<br>= 73.1408 (91.91%)<br>Y/R = 79.578 gr.<br>Catch = 7957.8 Tm.     |
| Tc = 0.8898 years<br>L = 14.27 cm<br><br>Corresponds to a net<br>with nylon square<br>cod of 40 mm.<br>(Mallol, S. 2002) | %Mat.=12.81<br>SSB/R=48.325 gr.<br>Life Exp. = 1.312<br>(C/R in [0,20 cm])<br>= 0.3043 (53.00%)<br>(C/R in [20,L <sub>∞</sub> ])<br>= 0.2698 (47.00%)<br>C/R=0.574<br>(Y/R in [0,20 cm])<br>= 11.0525 (16.16 %)<br>(Y/R in [20, L <sub>∞</sub> ])<br>= 57.3334 (83.84%)<br>Y/R = 68.386 gr.<br>Catch = 6838.6 Tm. | %Mat.=17.65<br>SSB/R=83.166 gr.<br>Life Exp. = 1.483<br>(C/R in [0,20 cm])<br>= 0.2442 (45.26%)<br>(C/R in [20,L <sub>∞</sub> ])<br>= 0.2954 (54.74%)<br>C/R=0.540<br>(Y/R in [0,20 cm])<br>= 8.9865 (9.93 %)<br>(Y/R in [20, L <sub>∞</sub> ])<br>= 81.5424 (90.07%)<br>Y/R = 90.529 gr.<br>Catch = 9052.9 Tm. | %Mat.=24.53<br>SSB/R=151.981 gr.<br>Life Exp. = 1.661<br>(C/R in [0,20 cm])<br>= 0.1746 (36.31%)<br>(C/R in [20,L <sub>∞</sub> ])<br>= 0.3062 (63.69%)<br>C/R=0.481<br>(Y/R in [0,20 cm])<br>= 6.5078 (5.15 %)<br>(Y/R in [20, L <sub>∞</sub> ])<br>= 119.737 (94.85%)<br>Y/R = 126.245 gr.<br>Catch = 12624.5 Tm |
| Tc = 1 year<br>L = 15.42 cm  | %Mat.=14.50<br>SSB/R=54.831 gr.<br>Life Exp. = 1.385<br>(C/R in [0,20 cm])<br>= 0.2511 (45.06%)<br>(C/R in [20,L <sub>∞</sub> ])<br>= 0.3062 (54.94%)<br>C/R=0.557<br>(Y/R in [0,20 cm])<br>= 10.2410 (13.60 %)<br>(Y/R in [20, L <sub>∞</sub> ])<br>= 65.0618 (86.40%)<br>Y/R = 75.303 gr.<br>Catch = 7530.3 Tm. | %Mat.=19.40<br>SSB/R=91.433 gr.<br>Life Exp. = 1.554<br>(C/R in [0,20 cm])<br>= 0.1990 (38.00%)<br>(C/R in [20,L <sub>∞</sub> ])<br>= 0.3248 (62.00%)<br>C/R=0.524<br>(Y/R in [0,20 cm])<br>= 8.1811(8.36%)<br>(Y/R in [20, L <sub>∞</sub> ])<br>= 89.6544 (91.64%)<br>Y/R = 97.835gr.<br>Catch = 9783.5 Tm.    | %Mat.=26.12<br>SSB/R=161.897 gr.<br>Life Exp. = 1.854<br>(C/R in [0,20 cm])<br>= 0.1404 (30.09%)<br>(C/R in [20,L <sub>∞</sub> ])<br>= 0.3262 (69.91%)<br>C/R=0.467<br>(Y/R in [0,20 cm])<br>= 5.8170(4.36%)<br>(Y/R in [20, L <sub>∞</sub> ])<br>= 127.553(95.64%)<br>Y/R = 133.370gr.<br>Catch = 13336.7 Tm     |
| Tc = 2 years<br>L = 25.19 cm.  | %Mat.=36.17<br>SSB/R=147.581 gr.<br>Life Exp. = 1.947<br>C/R=0.439<br>Y/R = 144.479 gr.<br>Catch = 14447.9 Tm   | %Mat.=38.86<br>SSB/R=192.946 gr.<br>Life Exp. = 2.095<br>C/R=0.413<br>Y/R = 167.219 gr.<br>Catch = 16721.9 T  | %Mat.=41.71<br>SSB/R=266.988 gr.<br>Life Exp. = 2.357<br>C/R=0.367<br>Y/R = 196.343 gr.<br>Catch = 19634.3 Tm   |

El efecto sobre la supervivencia de la población puede apreciarse en la figura que representa la supervivencia natural (Natural), es decir, en ausencia de explotación, la correspondiente al estado de explotación actual en el Mediterráneo español (Actual), la que resultaría de emplear un copo de malla cuadrada de nylon de 40 mm. (Nylon Square cod 40 mm) y la que resultaría de reducir además el esfuerzo en un 25%. En estas

últimas condiciones un 25% de la población de una generación alcanzaría la citada talla  $L_{50}$  estimada en 27 cm. (frente al 7.12% en la situación actual).



Como se observa en la tabla y en la figura la mejora en la selectividad del arte por si sólo puede tener un efecto decisivo en la recuperación el recurso, que debería complementarse con una reducción razonable el esfuerzo.



### Conclusiones.-

El recurso está sometido a una fuerte sobreexplotación. El esfuerzo actual sobrepasa ampliamente los límites del correspondiente al rendimiento máximo sostenible y del esfuerzo precautorio recomendado por la FAO.

La mortalidad de los juveniles es enorme: sólo el 7% de la población alcanza la talla mediana de madurez  $L_{50}$  y la biomasa desovante apenas alcanza las dos mil toneladas. Los índices de abundancia y los reclutamientos son bajos. Y aún cuando los reclutamientos son relativamente mayores son diezmados por las altas y prematuras mortalidades.

Las simulaciones efectuadas demuestran la necesidad de mejorar la selectividad del arte de arrastre y de complementar estas medidas con una razonable reducción del esfuerzo.

En concreto se ha analizado el posible impacto beneficioso de un copo de malla cuadrada de nylon de 40 mm. y de posibles reducciones del esfuerzo.

Por sus efectos cuantitativos parece prioritaria la mejora en la selectividad del arte sobre la posible reducción del esfuerzo. Se hace necesario por tanto intensificar la investigación dirigida hacia la mejora en dicha selectividad.

Resumiendo: En un marco de precariedad se aprecia en la última fase del período estudiado una incipiente recuperación que debería consolidarse con la adopción de medidas como las que se han sugerido. Y en ese caso la década actual iniciada en 2001 podría y debería constituir UNA DÉCADA DE RECUPERACIÓN para un mar de esperanza.

(\*) Esta metodología ha sido sometida a la revista "Scientia Marina"