

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS RESERVAS MARINAS: EL EJEMPLO DEL CABO DE CREUS.



CONVENIO FUNDACIÓN ABERTIS– UNIVERSIDAD DE GIRONA.
A 25.06.2010, PROGRAMA DE FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN
DE LA FUNDACIÓN ABERTIS, Ref. 1018-100305-00

Equipo investigador:

Universidad de Girona: Josep Lloret (coord.), Toni Font, Marta Muñoz,
Margarida Casadevall

Institut de Ciències del Mar-CSIC: Montserrat Demestre, Paloma Martín,
Ana Sabatés

Otros: Sílvia Gómez (UAB), Ignasi Solé (UPC), Núria Zaragoza



1) INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos están afectados no solo por la sobrepesca sino también por los cambios ambientales, entre los que hay que destacar el aumento gradual de la temperatura del agua que se observa tanto en las aguas superficiales como profundas de los diferentes mares y océanos de todo el mundo, y que está ligado al cambio climático. El Mar Mediterráneo es uno de los mares donde este aumento de temperatura es más evidente, sobre todo la zona noroccidental

Los recursos marinos del Mediterráneo se están viendo alterados en los últimos años debido a diferentes causas. Entre ellas, la sobrepesca es una de las principales (estudios recientes demuestran que cerca del 90% de los stocks del Mediterráneo están sobreexplotados). Con todo, se piensa que los factores ambientales, incluido el cambio climático, pueden estar afectando a algunos de estos recursos.

Los estudios oceanográficos realizados por todo el Mediterráneo, sobre todo en la parte occidental, han determinado que la temperatura de las capas más superficiales muestra una clara tendencia ascendente desde los años 70, con incrementos de 1,1°C en superficie y 0,7°C a 80 metros de profundidad. A grandes profundidades (2000 m) también se observa este aumento, pese a que la tasa de incremento es menor. Globalmente, este aumento de temperatura del mar puede tener diferentes consecuencias, entre las que la tropicalización de la biota, con favorecimiento de las especies de algas, invertebrados y vertebrados más termófilos con respecto a las especies propias de los mares templados, constituiría un efecto principal. Por el contrario, las especies de aguas frías se verían perjudicadas.

Este estudio pretende evaluar los impactos —positivos y negativos— sobre la comunidad de peces del Cabo de Creus, incluso considerando especies pelágicas y demersales, tanto de poca profundidad como de grandes fondos. El estudio ha tenido un carácter innovador, ya que no había demasiados estudios que relacionasen el cambio climático con la productividad de los recursos marinos en el Mediterráneo —y menos aún en las reservas marinas— a diferencia de lo que ocurre en otros mares y océanos donde se han realizado numerosos estudios. Los resultados no solo tienen una repercusión biológica y ecológica sino también un impacto económico y social, tanto para los pescadores profesionales como para los pescadores recreativos que explotan estos recursos.

Este estudio tiene en cuenta sobre todo las especies costeras capturadas en la reserva marina del Cabo de Creus. Con todo, también se han considerado las aguas costeras colindantes al Cabo de Creus (básicamente, el Golfo de Rosas y el Golfo de León). En algunos casos, cuando se ha podido obtener datos de todo el mar catalán, los hemos utilizado básicamente para estudiar el patrón latitudinal de distribución de la especie y la evolución de las capturas en los puertos catalanes.

La reserva marina del Cabo de Creus fue creada en 1998 por la Generalitat de Cataluña. Sus fondos marinos se integran en el Golfo de León, una de las zonas más productivas del Mediterráneo debido a la coexistencia de factores excepcionales que vuelven más fértiles sus aguas. La parte marina protegida del Cabo de Creus consta de 3056 hectáreas que se reparten en tres zonas de protección diferentes. El medio marino del Cabo de Creus es muy singular y diverso, ya que en él se pueden encontrar diferentes hábitats con condiciones ambientales

particulares. Esta gran complejidad de hábitats se traduce en una diversidad excepcional de comunidades y especies.

2) MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio ha utilizado diferentes fuentes de datos con el fin de abordar los impactos que está teniendo el calentamiento del agua sobre los recursos marinos del Mediterráneo noroccidental. Al empezar el proyecto se seleccionó una serie de especies que, según la bibliografía consultada, constituían ejemplos de especies de aguas frías (la zona del Cabo de Creus y las aguas colindantes representan aproximadamente el límite meridional de su distribución latitudinal) o de aguas cálidas (la zona representa aproximadamente el límite septentrional de su distribución latitudinal), teniendo en cuenta que la zona de estudio es una de las zonas del Mediterráneo donde las aguas son más frías.

2.1) Capturas históricas

Se ha llevado a cabo una recopilación de los datos sobre capturas históricas, tanto a partir de las lonjas del Cabo de Creus como de los pescadores artesanales y recreativos, quienes nos han cedido libros donde anotaban sus capturas históricas. En algunos casos se ha podido extender el análisis de las capturas a otros puertos de Cataluña. También se han usado datos sobre el seguimiento de la pesca artesanal que realiza mensualmente la UdG en el Cabo de Creus desde 2008. En algunos casos se ha podido obtener una medida del esfuerzo de pesca para calcular la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), que es un indicador de la abundancia o biomasa en el mar de la especie en cuestión. Asimismo, podemos evaluar la presencia o ausencia en las capturas de las décadas de los 70 y 80 de algunas especies raras gracias a la Colección Zoológica marina de Joan Ortensi de Roses, restaurada recientemente.

2.2) Análisis de series temporales de las capturas

Se han analizado los datos históricos de capturas (valores mensuales) para observar estacionalidades y tendencias y establecer una primera relación con la temperatura del agua mediante modelos de series temporales Box-Jenkins. Esto se ha realizado mediante un software llamado ForeTess, desarrollado por el Departamento de Estadística de la UPC.

2.3) Muestreo biológico

Se ha llevado a cabo un muestreo biológico mensual, desde julio de 2010 hasta agosto de 2011 en diferentes puertos del Cabo de Creus (Roses, Port de la Selva) y aguas colindantes (Palamós) de 13 especies seleccionadas para evaluar su condición (estado de salud) y de reproducción (tabla 1). Son un total de 10 especies de aguas cálidas y 3 de aguas frías. Se han comprado los ejemplares a los pescadores y, después de tomar las medidas (talla total con la ayuda de un ictiómetro, y peso total y peso eviscerado con una balanza de precisión $\pm 0.1g$) en el laboratorio, se abrieron los individuos y se pesaron los hígados y gónadas con una balanza de precisión $\pm 0.01g$, e incluso se guardaron las gónadas en formol para poder determinar posteriormente con la lupa binocular el estado de reproducción de cada individuo. En total son 1251 ejemplares comprados e inspeccionados en el laboratorio durante los 13 meses del proyecto.

A partir de las gónadas preservadas en formol, hemos valorado el estado de reproducción de cada individuo para determinar si es juvenil o adulto y, en este último caso, el estado de maduración (pre-puesta, puesta, post-puesta, regeneración, etc.). Para ello, se ha realizado una inspección de las gónadas con lupa binocular en un laboratorio de la UdG y se han asignado estadios de maduración en función de las características de la gónada, según unos estándares internacionales basados en el color y tamaño de las gónadas y en la medida y estado (hidratados o no) de los huevos.

En el caso de *Molva macrophtalma*, se ha efectuado un análisis más exhaustivo que en el resto de especies, al considerarla una de las pocas especies de aguas frías de las que se han podido obtener datos suficientes. Además de las capturas y la reproducción, hemos analizado su condición y evaluado diferentes índices de condición.

2.4) Entrevistas

Hemos efectuado entrevistas a pescadores profesionales de diferentes edades y modalidades de pesca (palangre, trasmallo, traína, arrastre) a fin de valorar los cambios históricos que ellos han percibido en las especies, siguiendo un modelo de entrevista elaborado con la ayuda de la antropóloga social implicada en el proyecto. En total se han efectuado 29 entrevistas a pescadores profesionales —hemos prestado especial atención a los pescadores de mayor edad, que son los que mejor han presenciado los cambios de la fauna marina— y 15 a pescadores recreativos. En algunos casos hemos documentado estos cambios con fotografías de las especies en cuestión tomadas en el momento de la captura y cedidas por los propios pescadores.

2.5) Larvas

Con respecto a algunas especies sobre las que se dispone de información, hemos comparado la abundancia de larvas en la zona de estudio según los resultados de las campañas oceanográficas efectuadas en los años 70 con la abundancia de larvas medida en las campañas efectuadas durante los últimos 10 años.

2.6) Temperatura del mar

La serie temporal del agua del mar en la zona de estudio se ha obtenido a partir de los datos de la estación oceanográfica del Estartit, que opera el Sr. Josep Pascual desde principios de los años 70, y que muestra una tendencia positiva del agua superficial a calentarse. Esta estación oceanográfica es un referente en el Mediterráneo y se ha utilizado en distintos estudios oceanográficos para demostrar el calentamiento de las aguas mediterráneas.

3) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En general, los resultados de este estudio proporcionan indicaciones claras sobre los cambios que se están produciendo en las especies de aguas cálidas y frías de la costa del Parque Natural del Cabo de Creus y las zonas colindantes (Golfo de Rosas y Golfo de León). Cabe destacar que estas aguas son de las más frías del Mediterráneo y, por tanto, es aquí donde mejor pueden detectarse estos cambios.

Con respecto a las especies de aguas cálidas, los resultados obtenidos nos muestran un patrón de distribución latitudinal claro: son menos abundantes en la zona norte de Cataluña, donde las aguas son más frías, y más abundantes en la zona sur de la costa catalana, donde las aguas son más cálidas. Asimismo, los resultados nos confirman por primera vez el aumento de la abundancia de estas especies en la zona del Cabo de Creus y las aguas colindantes (aunque muchas veces no se observa ese patrón a nivel de toda Cataluña). En general, las entrevistas efectuadas a los pescadores y los datos de una colección zoológica de Roses, que incluye muestras recogidas durante los años 80, nos confirman estos resultados, así como el análisis de series temporales Box-Jenins de dos especies: *Coryphaena hippurus* y *Pomatomus saltatrix*. En general, son especies que se capturan en cantidades lo suficientemente importantes (excepto *C. hippurus*¹).

Los estudios que hemos realizado en cuanto a la reproducción de 9 especies de aguas cálidas para las que se ha podido realizar un muestreo biológico constatan que estas especies se reproducen en el Cabo de Creus. De estas especies, *Balistes capriscus* y *Sphyraena viridensis* no habían sido descritas en el Cabo de Creus durante los años 70-80 (colección J. Ortensi). De *B. capriscus* no hemos podido obtener suficientes datos para indicar su periodo de reproducción. El importante aumento de la abundancia de larvas de algunas especies en la zona de estudio respalda los resultados anteriores: los resultados muestran un aumento considerable de la cantidad de larvas de todas las especies de aguas cálidas en la zona de estudio respecto a los años 80, sobre todo en el norte de la costa catalana (en *Trachinotus ovatus* y *Coryphaena hippurus* hemos pasado de la ausencia a la presencia de larvas). En general, estos resultados confirman que estas especies de aguas cálidas no solo están de paso, sino que están bien asentadas en la zona, donde se llegan a reproducir.

Finalmente, la presencia en la zona de estudio, aunque sea con baja ocurrencia, de especies de aguas cálidas como *Xyrichtys novacula*, *Balistes capriscus*, *Lichia amia*, *Mycteroperca rubra*, *Dentex gibbosus*, *Sparisoma cretense*, *Fistularia commersonii*, *Epinephelus costae*, *Euthynnus alletteratus* o *Mobula mobular*, refuerza la hipótesis de que el calentamiento de las aguas está provocando la llegada progresiva de especies más termófilas. En algunos casos, como en el de *Sparisoma cretense*, incluso nuestros datos muestran su aparición por primera vez en la zona del Cabo de Creus y aguas colindantes. Igualmente, *Sphyraena viridensis* no había sido recogida aún en las décadas de los 70 y 80 en el Cabo de Creus (colección Joan Ortensi), mientras que actualmente muestra una población bien presente, aunque no tan numerosa como la de *S. sphyraena*.

En cuanto a las especies de aguas frías, en general muestran un patrón de distribución latitudinal claro: son más abundantes en la zona norte de Cataluña, donde las aguas son más frías, y menos abundantes en la zona sur de la costa catalana, donde las aguas son más cálidas. Sus periodos de puesta se corresponden claramente con los periodos más fríos del año, es decir, el invierno. No disponemos de datos sobre las larvas de estas especies, ya que los muestreos de ictioplancton de los periodos 1983-1984 y 2003-2004 se realizaron durante la primavera-verano, y no en la estación fría (cuando sería probable encontrar las larvas).

Al parecer, la captura de *Alosa fallax* siempre ha sido ocasional. En el caso de *Molva macroptalma* y *Argentina sphyraena*, las capturas son importantes (aunque con tendencia a la baja en el último caso). En ambos casos las capturas son máximas durante la primavera-verano y, si hay alguna tendencia, como en el caso de *A. sphyraena*, es a la baja.

¹ De la melva (*A. rochei*) solo se pudieron obtener 5 ejemplares por motivos logísticos, pese a que las capturas de esta especie son importantes

Las especies de aguas frías que nos muestran una mayor disminución son *Sprattus sprattus* y *Molva molva*. *S. sprattus* era frecuente en las capturas del Cabo de Creus hasta inicios de 1980, pero desde entonces casi ha desaparecido de las capturas (aunque no del todo, ya que reapareció en 2011). En cambio, es probable que la lengua de bacalao (*Molva molva*) sí haya desaparecido del todo de las aguas del Cabo de Creus, donde habitaba y se pescaba hace 50 años (Nadal y Sunyer 1981). Tanto el calentamiento de las aguas como la explotación pesquera parecen ser la causa de su desaparición local de las capturas. En general, las entrevistas efectuadas a los pescadores nos confirman estos resultados, así como el análisis de series temporales de una especie (*Argentina sphyraena*).

Es evidente que la pesca tiene un efecto negativo sobre las poblaciones y que se puede combinar con el efecto del calentamiento del agua del mar. Con respecto a las especies de aguas frías, a diferencia de lo que ocurre con las de aguas cálidas, no es fácil averiguar qué parte de la disminución de la población se debe al calentamiento del agua y qué parte se debe a la sobrepesca. Los estudios que hemos llevado a cabo sobre su reproducción nos confirman que estas especies se reproducen durante los meses de invierno, aparentemente sin ningún problema. La falta de otros estudios de reproducción de estas especies no nos permite realizar un análisis comparativo de nuestros datos.

Estos cambios en la abundancia de las especies pueden comportar consecuencias para la pesca comercial, ya que varía el valor global de la captura. Los cambios detectados también pueden tener consecuencias sobre la pesca recreativa, ya que la aparición o incremento de la abundancia de nuevas especies de aguas cálidas puede resultar atractiva para este colectivo. Es evidente que todos estos cambios son difíciles de gestionar a nivel de las reservas marinas, sobre todo si se considera que el calentamiento del agua del mar se debe a un efecto global y no local.

5) AGRADECIMIENTOS

Queremos dar las gracias al Dr. Martí Boada (UAB) y a Georgina Flamme (Fundación Abertis) por su ayuda durante el desarrollo del proyecto, así como a las cofradías de pescadores de Port de la Selva, Roses y Palamós, a los pescadores profesionales y recreativos que han participado en el estudio, incluida la Asociación Catalana para una Pesca Responsable (Oriol Ribalta y Ramon Aguilar), y al Museo de Pesca de Palamós (Alfons Garrido). Finalmente, nuestro agradecimiento al Parque Natural del Cabo de Creus; especialmente a su directora, Victòria Riera, por su apoyo.