

## PESCA I CANVI GLOBAL

CARLES BAS

*Institut de Ciències del Mar (CMIMA-CSIC).*

Adreça per a la correspondència: Carles Bas. Institut de Ciències del Mar (CMIMA-CSIC). Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49. 08003 Barcelona.

### INTRODUCCIÓ

Les variacions en les captures del recurs marins (pesca) estan, en certa manera, relacionades amb la biomassa existent pel que fa a cadascuna de les espècies explotades i aquesta, independentment de ser afectada per la intensitat de l'acció pesquera (esforç de pesca), és també afectada per les variacions ambientals que depenen del que es coneix com a *canvi global* (Speranza *et al.*, 1995). Al mateix temps, cal tenir en compte que l'efecte de la pesca es manifesta en dues direccions estretament relacionades: d'una banda, l'acció de la pesca, dirigida fonamentalment envers unes determinades espècies —espècies objectiu (Speranza *et al.*, 1995)—, provoca una important alteració de la biodiversitat del medi (Stokes i Law, 2000); d'altra banda, l'acció seleccionadora de la pesca és de caràcter estrictament darwiniana (Conover, 2000).

En l'altre extrem de la relació considerada es troben les variacions del canvi global expressat de moltes maneres; la més comuna és, sens dubte, l'anomenat *canvi climàtic*. L'anàlisi del canvi global topa amb importants dificultats que fan que en realitat sols es disposi de sèries estadístiques més o menys llargues o representatives de

diferents tipus d'observacions. En realitat, el problema està relacionat amb la manca d'explicacions quantitatives d'aquestes variacions, particularment de les del tipus climàtic —pel que fa a períodes curts i recents. Això és encara més greu si es pensa en períodes de llarga durada, que serien els que segurament aportarien informacions explicatives amb certa validesa.

Una interpretació molt generalitzada del canvi global des d'una perspectiva referida a la superfície emergida es podria manifestar des de les tres perspectives següents: *efecte hivernacle*, *forat de la capa d'ozó* i *el procés sequera-desertització*. Des del que es podria considerar la formulació o resultat global caldria parlar de *l'escalfament global*, procés difícilment explicat en el moments actuals a partir dels models disponibles que segurament demanen formulacions més acurades.

Aquests processos es relacionen en diferents circumstàncies fàcilment observables en la superfície emergida, però no hi ha cap motiu per no sospitar que situacions paral·leles es puguin donar en zones marines i, en particular, en les oceàniques. El resultat afectarà directament l'ambient en el qual viuen els recursos marins i llurs biomasses. La pesca també se'n ressentirà.

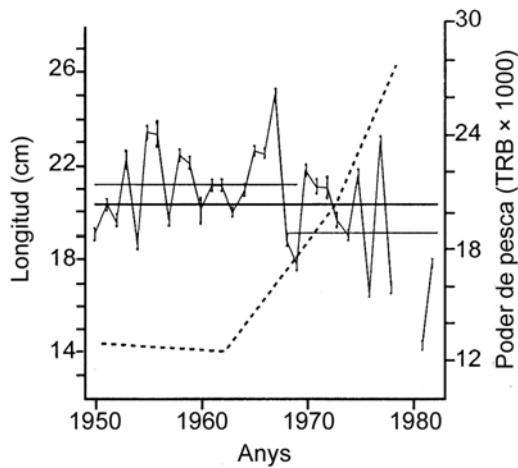


FIGURA 1. *Micromesistius poutassou*. Variacions de la longitud mitjana anual (ML) amb un 95 % de confiança. Valors mitjans entre 1950-1967 i entre 1968-1982. També s'indica el valor mitjà global. La línia de traces indica el poder de pesca (TRB). (Bas i Calderón, 1989).

#### INTERRELACIÓ ATMOSFERA-MAR: ACCIONS PUNTUALS

Les variacions en l'escalfament atmosfèric donen lloc a l'existència d'un tipus de circulació anticiclònica present tant a l'oceà Atlàntic com al Pacífic, un gir al nord i un altre al sud de l'equador: alisis i contraalisis i altres processos de circulació que d'alguna manera estan estrictament relacionats amb els corrents marins. Qualsevol variació que per efecte del canvi global variï el model de corrent en una zona concreta impacta fortament les característiques de l'ambient marí i, en conseqüència, afecta la biomassa del recurs explotat, ja sigui variant la massa o facilitant el canvi de situació que en tots dos casos afectaria la pesca. Aquestes situacions afecten grans àrees marines però són igualment importants les variacions aparentment menors que tenen impactes importants, especialment quan afecten les espècies en moments transcendents del seu procés biològic: per exemple, el període de

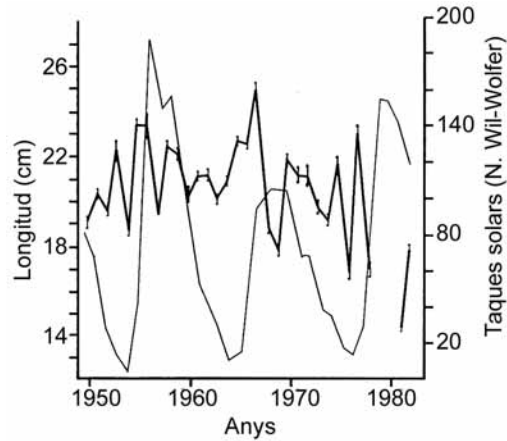


FIGURA 2. *Micromesistius poutassou*. Variacions en la longitud mitjana anual i l'activitat de les taques solars.

la reproducció-naixement, processos nutricionals, etc. Qualsevol d'aquestes circumstàncies provoca canvis ocasionals o periòdics, però sempre importants pel que fa a la pesca.

Les situacions de col·lapse de certes poblacions explotades poden ser el resultat de situacions de sobreexplotació molt excessiva —explicació més freqüent— o de situacions ambientals molt desfavorables —densodependència inversa— (Bas *et al.*, 1999), que dificulta la recuperació i és d'origen ambiental, especialment greu en el període del reclutament. La població de *Clupea strongomeri bentinki* (*sardina española*; Arriaza, 1981) de la costa meridional de Xile —zona de Talcahuano—, considerada totalment col·lapsada per causa de la pesca molt intensiva, es va recuperar totalment quan les condicions ambientals varen ser novament favorables a causa que els canvis ambientals produïren un fort increment de les aportacions nutritives afavorides per l'augment del cabal del riu Bío Bío, que desemboca en aquella zona. Aquesta situació és una de tantes manifestacions de la importància del concepte anomenat *capaci-*

*tat de càrrega de l'ecosistema.* Aquest aspecte representa el límit superior a què pot arribar un ecosistema en el seu desenvolupament en unes circumstàncies ateses. En l'anàlisi del reclutament és clara la influència dels diferents nivells de la capacitat de càrrega que donen lloc a diferents valors màxims del reclutament (Solari *et al.*, 1997; Stokes i Law, 2000). Sembla evident que les variacions en el canvi global es tradueixen en canvis de la capacitat de càrrega del sistema. Si un dels components del sistema és un recurs explotable, és evident que experimentarà variacions importants. Algunes d'aquestes variacions són especialment importants pel fet que si, d'una banda, estan relacionades amb variacions de tipus ambiental —per exemple, canvis en la temperatura lligades a l'existència de taques solars—, d'altra banda és patent l'afecte antròpic lligat a variacions en l'esforç de pesca. Així, en una llarga sèrie d'oscil·lacions en la longitud mitjana de la maire (*Micromesistius poutassou*; Bas *et al.*, 1989) s'observen clarament cicles periòdics que relacionen la mida dels exemplars d'aquesta espècie amb canvis en les taques solars (vegeu les figures 1 i 2). Però al mateix temps, un fort increment en el poder de pesca dóna com a resultat una forta variació en el nivell de les oscil·lacions. En resum, l'efecte ambiental dóna lloc a variacions cícliques del comportament, però la juxtaposició de l'efecte antròpic ocasiona un desplaçament en els nivells d'abundància però no canvia el comportament respecte de l'impacte ambiental. En aquest mateix context de les petites variacions ambientals cal assenyalar les variacions en algunes àrees ciclòniques enriquidores. Com a exemple, cal considerar l'àmplia àrea ciclònica situada al sud del golf de Gènova en el mar de Ligúria. És el resultat de l'acció combinada dels corrents que, procedents de la Tirrena i de Còrsega, originen aquest remolí. Les variacions de tipus ambientals donen lloc a can-

vis en la intensitat de l'estructura del remolí, causa de l'enriquiment de la zona i causa, com a resultat final, de la major o menor quantitat de grans migradors freqüents en la zona, especialment del peix espasa (*Xiphias gladius*). Continuant amb l'efecte que les circumstàncies ambientals poden ocasionar localment, és evident que les variacions climàtiques —corrents i vents— afecten l'estructura d'aquests recursos directament relacionats amb l'existència d'àrees frontals, formació de remolins, dits, etc.; d'altres d'indirectes, com l'efecte xemeneia en els canons, tenen influència en l'abundància i distribució dels estocs dels diferents recursos i, consegüentment, en la pesca. Larrañeta (comunicació personal) assenyala les variacions en la quantitat de sardina en la plataforma de Castelló com a conseqüència de les variacions en la zona de contacte entre el corrent ciclònic descendent i la branca ascendent per la costa llewantina. També és segur que les variacions en la intensitat del corrent atlàntic que circula per la costa algeriana, i que donen lloc a la formació de remolins, estan relacionades amb la pesca de grans migradors en les aigües allunyades d'Algèria. El mateix autor assenyala que les variacions cícliques de la inclinació de l'eix de la Terra poden influir en les variacions de la situació de la zona de contacte entre els corrents del Labrador i del Golf, zona amb gran capacitat productiva i, per tant, de fortes concentracions de bacallà amb importants variacions de les captures relacionades amb els canvis ambientals.

Situacions d'aquest tipus, sempre de caràcter local, es poden assenyalar en molts llocs del planeta, sempre amb una influència directa sobre la pesca i amb resultats molt localitzats de processos de major amplitud. En algunes circumstàncies, petites variacions tenen conseqüències molt acusades en la major o menor abundància de biomassa i, en conseqüència, de millor o pitjor resultats de la pesca. Jury (1985) va ob-

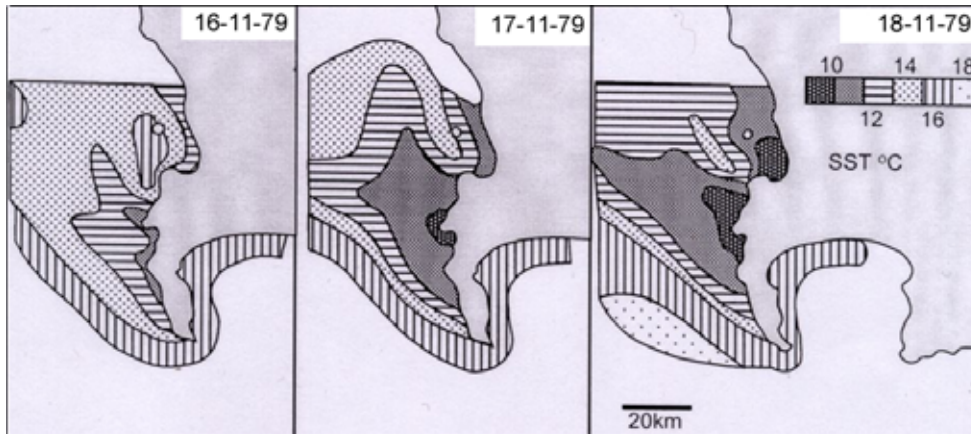


FIGURA 3. Variacions de la temperatura superficial del mar (SST) en la proximitat de Ciutat del Cap sota la influència de la direcció del vent sobre la presència, directament relacionada amb la intensitat de l'aflorament, d'aigües fonses. Fase de creixement de l'aflorament (figura modificada de Jury, 1985).

servar com petites variacions en la direcció dels vents que bufen prop de la península del Cap faciliten canvis en la intensitat d'aflorament d'aigües fonses nutritives i, per tant, canvis en l'abundància del plàncton en una zona de gran potencial i acumulació d'alevins del sorell del Cap (*Trachurus capensis*). La confluència de bones circumstàncies en el període reproductiu asseguraria una bona massa de peix, un bon reclutament i, en conseqüència, bones captures (vegeu les figures 3 i 4). L'amplíssima plataforma patagònica experimenta variacions en la quantitat d'aigües continentals més dolces que procedeixen de l'estret de Magalhães. Les aportacions causen una major amplitud de la zona ocupada per aigües de menor salinitat que arriben fins al golf de Sant Jordi en la costa sud-oriental argentina. Aquesta situació afavoreix l'augment, a voltes massiu, del llagostí *Pleoticus muelleri* (Soverov i Korotuchka, 1998), que dona lloc a l'existència de captures molt abundants. Informacions (comunicació personal) de l'administració de pesca argentina semblen indicar que la periodicitat és d'uns vint anys.

Fenòmens d'aquest tipus ben segur que estan relacionats amb altres de més gran abast però que tenen manifestacions puntuals i específiques amb conseqüències concretes.

### GRANS ÀREES

Al marge d'aquests aspectes puntuals cal considerar, doncs, alteracions de caràcter més ampli. La interdependència entre els canvis globals i l'abundància d'alguns recursos marins queda patent en l'examen dels dipòsits d'escates de la sardina *Sardinops caerulea* (Baumgartner *et al.*, 1996) de la costa californiana, que mostren variacions periòdiques en la densitat i el gruix de les escates dipositades (vegeu la figura 5). Aquesta informació és especialment vàlida si es té en compte que les variacions són degudes exclusivament a factors ambientals sense interferències antròpiques, ja que en el temps considerat, en els quals se succeeixen aquells dipòsits, no existia la pesca intensiva. D'aquest fet ben contrastat es dedueix la importància de l'impacte ambiental. Se-

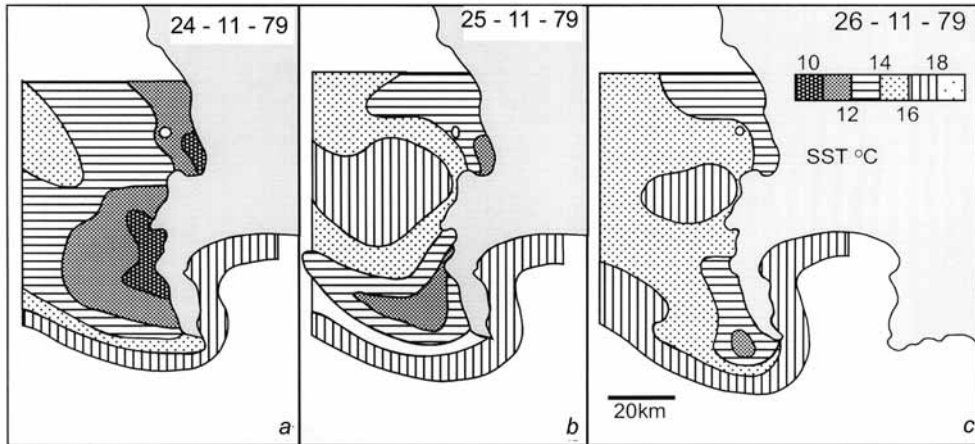


FIGURA 4. Variacions de la temperatura superficial del mar (SST) en la proximitat de Ciutat del Cap sota la influència de la direcció del vent sobre la presència, directament relacionada amb la intensitat de l'aflorament d'aigües fonses. Fase de decreixement de l'aflorament d'aigües fonses (figura modificada de Jury, 1985).

gurament es podrien comentar altres situacions semblants, entre les quals la influència dels períodes glacials seria paradigmàtica. No obstant això, no es disposa de tan bones correlacions com en el cas de la sardina californiana.

Una sèrie de dades que mostra de manera molt clara la influència del medi es pot observar especialment a les àrees orientals dels grans oceans. És un resultat de les variacions dels grans girs oceànics. A l'oceà Atlàntic oriental, el joc d'aquestes oscil·lacions, així com de les situacions hidrogràfiques, dóna lloc a la presència de dues grans àrees productives: una al nord (cap Blanc) i una altra al sud (aflorament de Benguela, vegeu la figura 6). Amb independència del potencial productiu d'ambdues zones, acompanyades d'un seguit de nuclis d'aflorament secundaris, el que és important és l'existència de certes oscil·lacions que marquen el desplaçament de la situació global de la zona nord-equatorial i de la sud-equatorial que estan directament relacionades amb la producció biològica i, per tant, amb producció pesquera (Bas *et al.*, 1985).

Un cert tipus d'oscil·lació és perfectament

observable a l'Atlàntic nord —*North Atlantic Oscillation* (NAO)—, que està estrictament relacionada amb les variacions en l'abundància de certes espècies d'interès per a la pesca. Fenòmens d'aquest tipus es poden observar en la part meridional del gir nord-atlàntic (convergència nord-tropical), que estan relacionats amb el desplaçament de masses d'aigua més càlides des de la part més occidental de les illes Canàries cap a la costa oriental africana. L'impacte d'aquest desplaçament està directament lligat amb les rutes migratòries del túnids que des de la costa de Senegal i Mauritània es desplacen cap a les Canàries, on són objecte de pesca (Bas, 1995). Així es constata que les primeres captures (març-abril) tenen lloc en la zona de l'illa d'El Hierro, la més occidental, mentre que les últimes, a finals d'any, corresponen a les aigües més orientals cap a l'illa de Lanzarote. El desplaçament de la zona de contacte entre les aigües més càlides i les més fredes, que són les zones preferides en les migracions dels túnids, està directament relacionat amb les oscil·lacions esmentades.

A l'hemisferi sud, el gran gir de l'Atlàntic

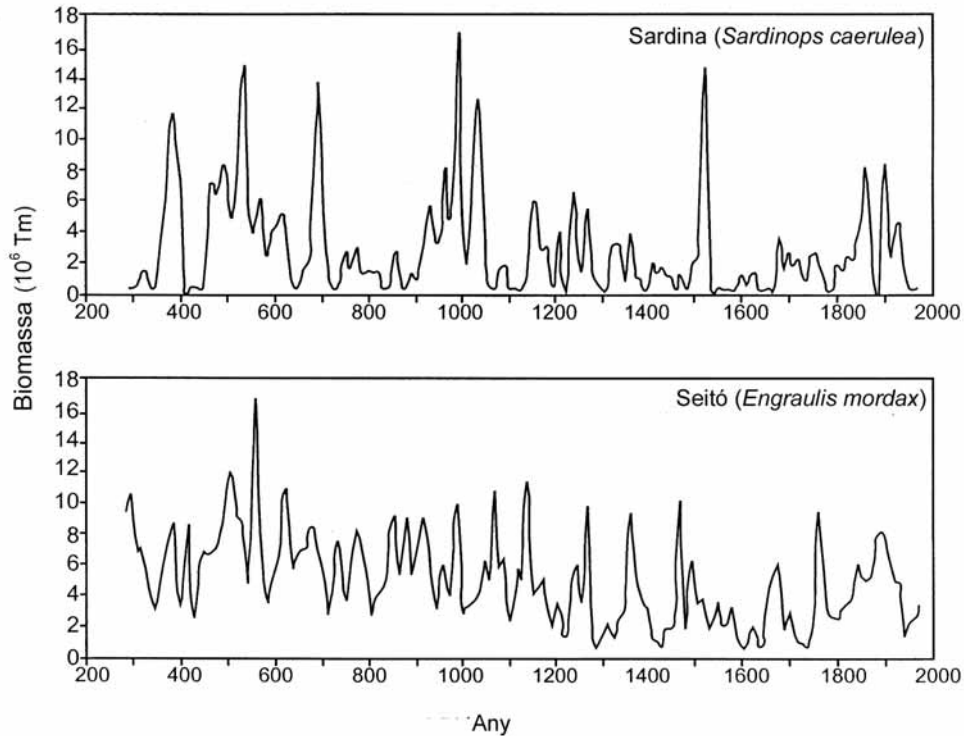


FIGURA 5. Mil set-cents anys d'estimació de la biomassa de sardina i anxova a les costes de la baixa Califòrnia a partir del dipòsit d'escates al sediment.

sud té una branca que discorre cap al sud per la costa brasilera (corrent del Brasil), la qual, en entrar en contacte amb el corrent ascendent de les Malvines, dona lloc a l'existència d'una important àrea productiva en les àrees marines properes a la desembocadura del riu de la Plata, zona del Frente Marítimo. La gran producció d'aquesta zona és afavorida per les aportacions d'una gran quantitat de nutrients per les aigües del riu.

Els desplaçaments de corrents i, en particular, dels fronts de contacte, expliquen (Soverov i Korotuchka, 1998) les variacions obtingudes en la pesca. Durant un grapat d'anys la zona de contacte s'ha traslladat cap al nord (zona sud del Brasil) i això

ha provocat que les importants captures d'*Engraulis anchoita* se situessin en aquesta zona i, per tant, fora de les zones de pesca de les flotes uruguaioargentinaes (Bas, 1992) en la part del Frente Marítimo.

Una zona que mostra una forta oscil·lació és la que correspon al Pacífic oriental estretament relacionada amb el corrent de Humboldt. Aquestes anomalies donen lloc a importants variacions en la biomassa d'algunes espècies, particularment petits pelàgics i pelàgics mitjans —anxova (*Centengraulis* sp.) i sorell del Pacífic (*Trachurus symmetricus*). Les fortes oscil·lacions del Pacífic oriental —fenomen conegut com *El Niño*— tenen no sols conseqüències en la biomassa d'aquestes espècies directament

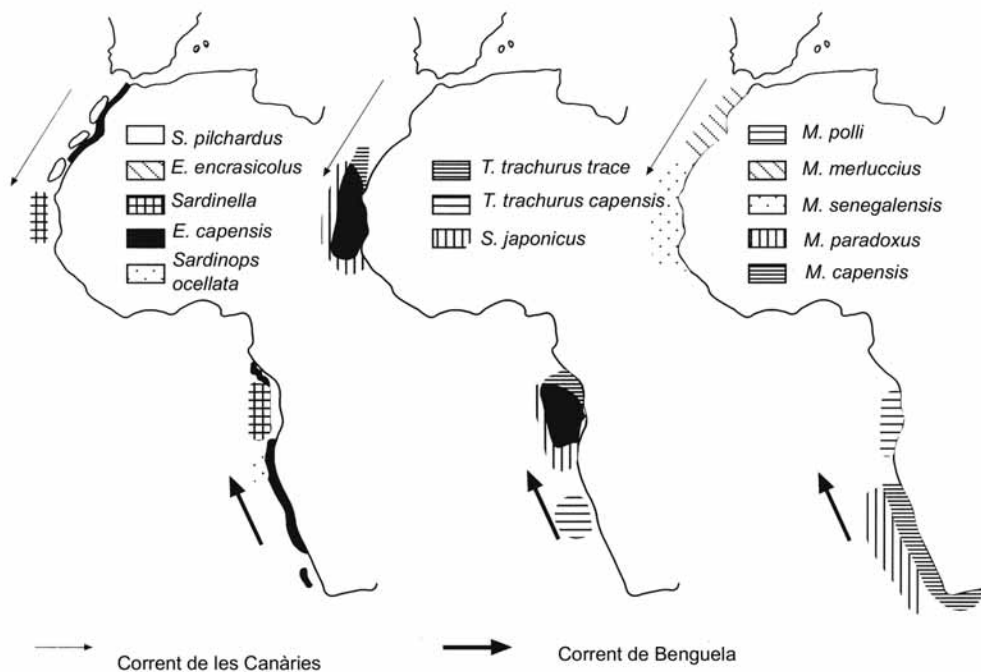


FIGURA 6. Distribució de les espècies més importants a les zones del cap Blanc i Benguela —corrent de Canàries i corrent de Benguela— (Bas, 1985).

relacionades amb la importància de les anomalies, sinó que afecten àrees marines i terrestres molt allunyades. Així, alguns canvis com les variacions en les captures de llagostí al golf de Sant Jordi (Argentina) i la intensitat del corrent de les Malvines, poden estar inversament relacionades amb les anomalies d'El Niño. D'acord amb l'assenyalat anteriorment, unes alteracions importants afecten no sols directament el món marí, sinó també indirectament, ja que, per exemple, fortes pluges sobre les conques fluvials donen lloc a importants increments de les aportacions de tipus terrigen que van a parar al mar, amb un fort augment del seu potencial nutritiu.

D'altra banda, el fenomen d'El Niño s'origina al Pacífic central i aquestes zones presenten importants concentracions de biomassa del sorell *Trachurus symmetricus*,

així com del cefalòpode *Nototodarus sloanii*, dues espècies intensament explotades per flotes pesqueres. Aquesta zona reflecteix molt clarament l'impacte de les variacions ambientals sobre la pesca d'aquestes espècies.

El fenomen d'El Niño ocasiona una forta variació en el recorregut del corrent de Humboldt que, en desplaçar-se i allunyar-se de la costa, especialment al Perú, afecta negativament els mecanismes dels afloraments i, com a conseqüència immediata, es redueix fortament la biomassa de les espècies particularment pelàgiques, fet que causa gravíssims perjudicis en la pesca del Pacífic oriental. Atès que aquest canvi està relacionat amb un canvi en la circulació atmosfèrica, el fenomen d'El Niño no sols afecta la zona immediatament relacionada (Pacífic oriental), sinó també altres àrees del

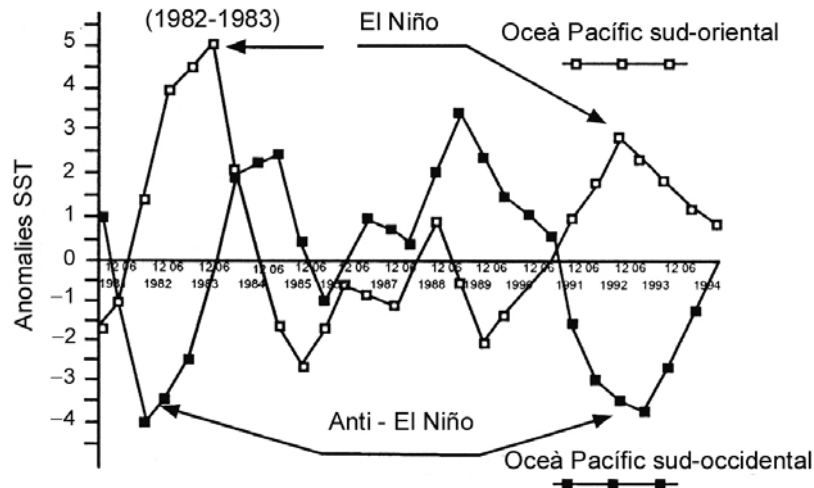


FIGURA 7. Variabilitat de les anomalies de SST (temperatura superficial del mar) entre 1981 i 1992, amb un pronòstic per als mesos de desembre de 1992, 1993 i 1999 (Soverov i Korotuchka, 1998).

planeta, fins i tot algunes zones molt allunyades. De ben segur que el gran impacte del fenomen és afavorit per la gran massa oceànica del Pacífic.

Un exemple important és el del calamar argentí *Illex argentinus*, en el qual els màxims de rendiment es corresponen amb un màxim d'anomalia positiva en el Pacífic (El Niño) i negativa en l'Atlàntic sud-occidental (vegeu la figura 7).

#### ALGUNES REFLEXIONS SOBRE L'IMPACTE AMBIENTAL DEL DESENVOLUPAMENT ECONÒMIC, ESPECIALMENT REFERIT A LA PESCA, EN EL CONTEXT DE LA CAPACITAT DE CÀRREGA

En totes les directrius acceptades pel que fa a la regulació de l'esforç de pesca és present que la primitiva idea que els recursos marins no serien afectats per la pesca ha perdut credibilitat. Huxley, el 1883, te-

nia en compte el «paradigma de la inexauribilitat dels mars» a partir del fet que la capacitat reproductora de moltes espècies explotades és extraordinàriament elevada (citada per Hutchings, 2000). Però la presa de decisions reguladores afectava i en gran mesura afecta l'acció de l'home (pesca) sobre les poblacions explotables. Més recentment, ha quedat en evidència que juntament amb l'acció humana cal considerar l'acció derivada de les variacions ambientals, el canvi global. L'acció derivada de les alteracions ambientals (Arrow *et al.*, 1995) cal considerar-la com a acció perturbadora, però amb capacitat automàtica de recuperació quan els nivells de degradació hauran assolit determinats nivells. Així, la relació entre la degradació produïda per l'home —en aquest cas la pesca i, a ben segur, amb les alteracions ambientals— i la seva recuperació té forma de *u* invertida.

Aquesta relació està condicionada per la capacitat de càrrega del sistema i, en definitiva, del planeta Terra. Aquest en-



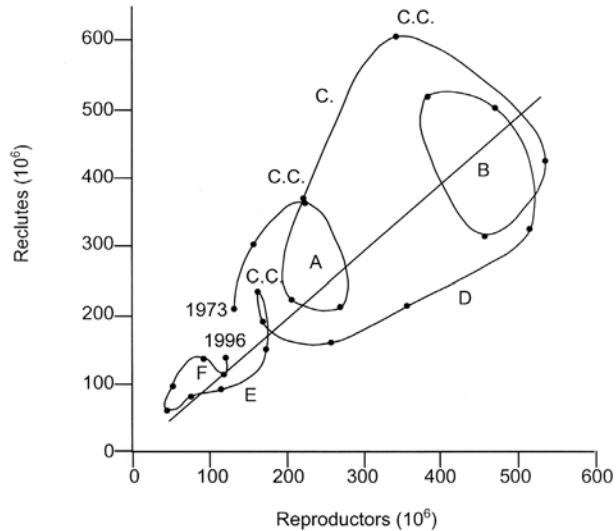


FIGURA 8. Relació reproducció-reclutes. Diferents relacions segons les variacions en la capacitat de càrrega (CC). F. *dependencia inversa* (Solari, Martín i Bas, 1997).

torn sembla confirmat pel fet que una explotació pesquera globalment molt intensa —pràcticament tots els mars estan sobreexplotats— causa una certa tendència a disminuir la pressió, en gran part per motivacions econòmiques, que pot permetre una esperança per a la recuperació de les poblacions explotades i, a la llarga, també de l'ecosistema. Això hauria de permetre assolir un adequat nivell de biodiversitat —indicador de maduresa del sistema— encara que no necessàriament igual que el nivell de la situació precedent. El límit superior en el desenvolupament d'un ecosistema, limitat per la capacitat de càrrega no és estable i experimenta variacions, com es pot constatar en la relació reproductor/recluta (Bas *et al.*, 1998), que varia en el seu valor màxim segons els canvis en la capacitat de càrrega del sistema (vegeu la figura 8). Lligat amb aquest concepte cal esmentar el d'*elasticitat*, que explica la capacitat d'una certa variació lligada a una capacitat de càrrega determinada. Aquesta elasticitat està lligada amb la biodiversitat del sistema, cosa que permet l'existència de certes variacions sense que es produeixi

un desequilibri gran. En aquest sentit és on cal trobar explicació als processos en els quals, juntament amb una explotació excessiva, es produeix un canvi ambiental que pot reduir l'elasticitat del sistema. Si la situació ultrapassa els límits d'elasticitat en una determinada capacitat de càrrega es produeix un col·lapse general precedit d'un procés de *dependencia inversa*. Un bon exemple de tot això el podem trobar en l'estudi de l'explotació pesquera de la Mediterrània. Aquest mar, altament explotat, constitueix un cas de gran interès per posar de manifest les interrelacions entre canvi global, capacitat de càrrega, elasticitat del sistema i efecte de la pesca. Malgrat la important biodiversitat que presenta, no s'escapa del risc d'arribar als límits d'elasticitat i, per tant, de col·lapse del sistema.

## REFERÈNCIES

- ARRIZAGA, A. (1981). *Estudio y variaciones ambientales de la sardina española Clupea strengomera bentinki*. Univ. de Barcelona.[Tesi doctoral]
- BAS, C. (1992). *Estudio de base para el desarrollo de las ciencias del mar en Uruguay*. COI-ORCYT. 57 pàg.

- (1995). *Summaries of contributions presented at the workshop on W. Afr. Fish. organized during the advanced course of Atlantic Ocean East Boundary Systems*. Las Palmas de Gran Canaria. [Coord., C. Bas]
- BAS, C.; CALDERON-AGUILERA, L. E. (1989). «Effect of anthropogenic and environmental factors on the bluewhiting *Micromesistius poutassou* of the Catalanian coast». *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, vol. 54, pàg. 221-228.
- BAS, C.; MARGALEF, R.; RUBIES, P. (1985). *Simposio Internacional sobre las áreas de afloramiento más importantes del oeste africano (Cabo Blanco y Benguela)*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- BAS, C.; MARTIN, J. M.; SOLARI, A. P. (1999). «Considerations over a new recruitment model for exploited fish populations». *Memòries de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona*, vol. 58 (tercera època, núm. 960), núm. 5, pàg. 157-183.
- BAUMGARTNER, T. R.; SOUTAR, A.; RIEDEL, W. (1996). «Natural time scales of variability in coastal pelagic fish populations of the California current over the past 1500 years: response to global climatic change and biological interaction». A: *California Sea-Grant. Coll. Program*. La Jolla (EUA): pàg. 31-37.
- CONOVER, D. O. (2000). «Darwinian fishery science». *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, vol. 208, pàg. 303-307.
- JURY, M. R. (1985). «Case studies of alongshore variations in wind-driven upwelling in the Southern Benguela Region». A: L. V. STLAMSON [ed.]. *South African Ocean colour and upwelling experiment*. Pàg. 29-46.
- SOLARI, A. P.; MARTIN, J. M.; BAS, C. (1997). «Stock and Recruitment in Baltic cod. (*Gadus morhua*): a new approach». *ICES J. Mar. Science*, vol. 54, pàg. 429-443.
- SOVEROV, D. N.; KOROTUCHKA, A. A. (1998). «Variabilidad de las condiciones oceanológicas en el sistema de las corrientes de las Malvinas y El Niño en el periodo 1987-1992». *Frente Marítimo*, vol. 17A, pàg. 7-16.
- SPERANZA, A.; TIBALDI, S.; FANTECKI, R. (1995). *Proceedings of the first DEMETRA october 1991*. European Commission.
- STOKES, K.; LAW, R. (2000). «Fishing and evolutions force». *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, vol. 208, pàg. 307-309.