



Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura,
Ramaderia i Pesca
Direcció General de Medi Natural

SEGUIMENT TEMPORAL DE LA RESERVA MARINA DE LES ILLES MEDES

INFORME ANUAL. ANY 1997

PCC 10.05.227.07/5



UNIVERSITAT DE BARCELONA
Departament d'Ecologia

ÍNDIX

PRESENTACIÓ	5
ESTADO BIOLÓGICO DE LA PRADERA DE <i>Posidonia oceanica</i> DE LAS ISLAS MEDES. INFORME DE 1997	11
SEGUIMENT TEMPORAL DE LA GAROTA COMUNA <i>Paracentrotus lividus</i> EN LES ILLES MEDES. EXERCICI 1997 ...	25
SEGUIMENT TEMPORAL DE LA GORGÒNIA <i>Paramuricea clavata</i> DE LES ILLES MEDES. EXERCICI 1997 ...	39
AVALUACIÓ DE LA POBLACIÓ DE LLAGOSTES (<i>Palinurus elephas</i>) DE LES ILLES MEDES. EXERCICI 1997	45
SEGUIMENT DE LA POBLACIÓ DE MEROS (<i>Epinephelus marginatus</i>) I D'ALTRES ESPÈCIES VULNERABLES DE LES ILLES MEDES I LA COSTA VEÏNA PARCIALMENT PROTEGIDA	49
REPRODUCCIÓ DEL MERO <i>Epinephelus marginatus</i> A LES ILLES MEDES DURANT L'ESTIU DE 1997	73
CONCLUSIONS I RECOMANACIONS	89
APÈNDIX I	95
APÈNDIX II	147

PRESENTACIÓ

L'objectiu que marca la Llei 19/1990, de 10 de desembre del Parlament de Catalunya és la conservació de la fauna i flora dels fons marins de les illes Medes. I l'objectiu dels treballs de seguiment que, des del 1990, ve efectuant l'equip del Departament d'Ecologia en la Reserva Marina de les Illes Medes per encàrrec del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (primer de la seva Direcció General de Pesca Marítima, i des del 1996 de la Direcció General de Medi Natural) és avaluar els resultats de la dita conservació.

Com sia que, òbviament, aquest seguiment no es pot fer sobre tots els elements de la fauna i flora, el primer que hom es va plantejar fou una tria dels elements biològics (espècies, comunitats) sobre els quals treballar, selecció que es pretén representativa de tot el conjunt. En els ecosistemes bentònics marins conviuen espècies i comunitats de molt diferent dinàmica. Les que han esdevingut més preuades a cop de fer-se escaduseres al llarg de tota la costa catalana són quasi sense excepció les menys dinàmiques (corall, gorgònies, llagostes, neros.etc.), perquè toleren pitjor la pèrdua d'estabilitat del sistema en el que han evolucionat. La dinàmica poblacional d'aquestes espècies, que han evolucionat en el si d'ambients particularment estables, pot mostrar-se molt sensible als eventuais increments de la mortalitat o/i a la reducció del reclutament, resultants de l'aparició d'un factor de perturbació nou. L'home ha esdevingut probablement el principal factor de perturbació dels ecosistemes marins, com ho és en la major part dels ecosistemes terrestres. Al mar, però, tot és molt més recent. Tot just fa uns pocs centenars d'anys que posseïm la capacitat de pertorbar els fons marins, i, com aquell que diu, fins ahir de forma molt poc agressiva, ja que ho feiem a cegues, mitjançant rudimentàries arts de pesca. Les formes de perturbació recents inclouen eines d'explotació força més potents i formes de degradació més sibilines (l'eutrofització i contaminació de les aigües) o precises (mitjançant l'accés directe amb escafandre autònom). En general, les dificultats d'accés han fet que l'efecte de l'activitat humana sobre els sistemes bentònics sigui lleu, excepte allà on l'esforç (que grollerament hom pot suposar proporcional a la densitat de població) s'ha fet intensiu.

La Costa Brava pot ser un exemple de superposició d'usos intensius, i les Illes Medes un cas extraordinàriament especial. Si bé les mesures de protecció han fet desaparèixer de forma dràstica les activitats extractives, no han pogut modificar la tendència a l'eutrofització de les seves aigües, procés que és general en la major part de la façana costanera mediterrània; alhora, les activitats de lleure i d'educació ambiental en fan també una utilització intensiva. Per aquesta singular combinació i intensitat d'usos, les Medes esdevenen un laboratori fascinat on desenvolupar estratègies de gestió per a la resta dels espais costaners. Sobretot quan es tracta de donar solucions a una situació que està esdevenint cada cop més freqüent: la dels espais protegits, amb una gestió d'usos restringits però oberts a la visita, quan no la hiperfreqüentació, i les acvitats de lleure, que també tenen una incidència en el medi.

Potser és arribat el moment de plantejar-nos quin tipus d'àrea protegida volem. Certament, conservació i aprofitament econòmic del patrimoni natural són compatibles en el marc de l'exhibició controlada, el turisme verd, l'educació ambiental i altres usos respectuosos de la natura. Però l'equilibri resulta extremadament delicat, sobretot en espais petits com el que ens ocupa. En funció del grau de prioritat que hom vulgui donar a la conservació o a l'exhibició, hom pot arribar, en els extrems, a un santuari de la natura o a un parc aquàtic d'atraccions «naturals». El patrimoni natural compatible amb un i altre model és també diferent.

Essent els criteris de conservació de la fauna i flora submarines la raó fonamental de la creació de la Reserva Marina de les Illes Medes, a ningú li escaparà la

importància d'un coneixement correcte de l'evolució del seu patrimoni com a premissa prèvia a qualsevol presa de decisions. Per això, l'oportunitat d'aquest seguiment no decreix sino que esdevé cada cop més vital, a mida que la gestió de la Reserva, que guanya en professionalitat, interessa cada cop més l'opinió pública. Conscients de l'interés que susciten aquests resultats, creiem necessari repetir una sèrie d'advertiments que no per reiteratius són sempre assumits; però així és com funciona la natura.

Els processos biològics operen lentament, molt més lentament del que demana la nostra impacient cultura. Si hom ho pensa fredament, és millor que sigui així, però sovint agrairiem "una petita empenta" per veure més clares les tendències temporals. Els processos biològics, quan hom estudia sistemes complexos com el que ens ocupa, operen, a més, fent avenços i reculades, produint moviments contradictoris; les "tendències" tenen forma de dents de serra i resulten difícils d'interpretar. Aquest darrer any del seguiment n'hem tingut algunes proves, d'aitals canvis de tendència, alguns dels quals corresponen a descriptors que semblaven tenir les pautes més clares. Una visió pessimista de tot plegat ens portaria a concloure que quants més anys de seguiment s'acumulen, més complexes semblen les interpretacions. Però en realitat el que cal és una sèrie temporal prou llarga, obtinguda amb mètodes totalment equiparables, per arribar a veure tendències més enllà del que només podem interpretar com soroll. És per això que, a desgrat de resultar tediosos, aquests estudis han de repetir els mateixos tòpics, quan seria més agraït introduir continus canvis innovadors.

És per això que, pensant en aquells que no tinguin accés a les Memòries dels anys precedents, repetirem breument els arguments principals d'aquest estudi. La creació el 1983 de la Reserva de Pesca de les Illes Medes va encetar una intensa dinàmica biològica i també econòmica en aquest espai, els efectes de la qual són a hores d'ara inqüestionables. L'encert de la creació de la Reserva es va veure confirmat per l'espectacular recuperació de la ictiofauna (Garcia-Rubies & Zabala, 1991) que, en augmentar l'atractiu turístic de les illes, de retruc va afavorir les activitats econòmiques dels promotors de visites turístiques, subaquàtiques i de creuers. El prestigi d'un espai protegit ha atret també als propietaris d'embarcacions esportives que des d'antic han preferit les seves aigües com a lloc de bany. Tot plegat, però, ha produït un increment fora mesura de la pressió sobre les illes que podria resultar inconvenient, i la Generalitat de Catalunya va dictar la llei 19/1990 per prevenir els excessos. Tanmateix, és innegable que qualsevol limitació al desenvolupament de les activitats turístiques per raons de conservació pot interferir amb els interessos dels promotors econòmics involucrats en aquestes activitats. No és menys cert que les Illes Medes són un patrimoni públic i que la Generalitat de Catalunya amb aquesta llei vol vetllar per la seva conservació per a ús i gaudi de tots els ciutadans i de les generacions futures. Entre els interessos privats dels primers i els interessos col·lectius dels segons s'han plantejat conflictes que la Generalitat de Catalunya s'ha vist obligada a arbitrar. Per aquest motiu, les mesures concretes de gestió han de ser fruit d'una decisió meditada i, per sobre de tot, basada en dades experimentals tan quantificables i analitzables com sigui possible. El Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, responnent a una sol·licitud del DARP i preveient la urgència d'aportar aquesta informació, va presentar el 1989 un programa de recerca dirigit a l'estudi de l'evolució del patrimoni natural de les Illes Medes. Es tracta d'un projecte eminentment aplicat a la gestió i centrat en tres objectius bàsics:

- Fer un inventari quantitatiu de l'estat actual dels recursos de les Illes Medes. És el que vàrem anomenar PUNT ZERO o situació el 1991. Davant la impossibilitat d'estudiar-ho tot, vàrem seleccionar una colla d'espècies i comunitats interessants per la seva situació de fragilitat, pel seu valor comercial o pel seu valor com a indicadors de qualitat ambiental (veure les memòries precedents).

- Establir l'efecte (beneficiós o nociu) de la protecció de les Illes Medes sobre el

seu patrimoni natural, per comparació amb el de les zones costaneres immediates però no protegides. Es el que vàrem anomenar EFECTE RESERVA.

- Establir l'efecte que té sobre aquest patrimoni la visita d'un nombre elevat de capbussadors. Es el que vàrem anomenar EFECTE FREQUËNTACIÓ.

El Pla d'Usos preveu un seguiment temporal plurianual, del que aquesta Memòria constitueix la setena entrega, corresponent als resultats obtinguts en 1997. Els resultats acumulats els anys precedents confirmaven la impressió de que la pressió humana sobre les Illes Medes havia anat en alguns aspectes massa lluny. I els efectes d'una freqüentació excessiva es feien notar. Quan, per garantir la validesa d'uns resultats que eren preocupants vàrem ampliar el volum dels controls i les zones d'estudi (anys 1992 i 1993), vàrem veure reforçada la imatge copsada des de l'inici del seguiment: les diferències entre la Reserva i la costa no protegida s'aguditzaven, com també ho feien les diferències dins de la Reserva entre les zones poc visitades i les que pateixen la màxima freqüentació.

Caldrà repetir un cop més que cap estudi científic, cap, donarà la recepta màgica per calcular el límit màxim tolerable de visitants d'una reserva de natura. Sobre tot perque no és aquesta la perspectiva que hauria de guiar la filosofia a seguir. Les directrius de la Cimera de la Terra de Río de Janeiro (CNUMAD), del 1992, que propugnaren la idea d'un desenvolupament sostenible de la Terra, consagren el principi de prudència que obliga als qui "amb les seves decisions o activitats puguin afectar el medi ambient a renunciar a una activitat de la que no puguin demostrar en primer lloc l'absència de danys". A mesura que abastem una sèrie temporal més consistent, la comparació entre localitats diferents (el disseny experimental SFT), que havia constituït "per defecte" el cor inicial del nostre estudi, va perdent sentit. Això és així perque en sistemes d'una elevada heterogeneïtat espacial la comparació de localitats diferents sota la premissa de representar diferents fases d'una mateixa sèrie històrica és molt criticable, i aquesta crítica ha presidit tot el nostre enfocament. El que succeeix és que una sèrie temporal de vuit anys tampoc resulta suficient per a obtenir gaires certituds.

Aquest darrer any, quan la trajectòria que descriu el comportament de qualsevol de les variables estudiades ja té vuit punts de referència, la fase de les dents de serra a que al.ludiem en memòries anteriors és ben clara. Entre dos registres diferents sempre es pot veure una tendència; però quan hom té tres o quatre registres, és possible que aquests no s'ordenin d'una forma senzilla i apareixin les oscil.lacions. Dit d'una altra forma, resulta fàcil veure una tendència de canvi entre dos anys, però és més il.lusori esperar que aquesta tendència es perllongui sense canvis a quatre o sis.

Amb aquest advertiment no volem però insinuar que les interpretacions dels anys anteriors hagin de ser modificades. Globalment, totes les grans tendències assenyalades en el passat es confirmen. Però en mig d'un règim de normalitat en què la major part dels descriptors evolucionen sense gaires canvis cap a l'estabilització o cap als increments naturals esperables del procés de creixement, poden produir-se petites inversions en les tendències o simplement una pèrdua de significació de les diferències entre situacions. En bona part, aquestes "anomalies" són evidència de que les diferències que pretenem detectar es troben per sota del rang de sensibilitat del mètode utilitzat; en part, de que la heterogeneïtat espacial de les comunitats bentòniques, fins i tot a petita escala, és tan elevada que els seus efectes resulten difícils de bloquejar en el disseny experimental.

Tot plegat, un recordatori de la complexitat de l'evolució dels sistemes naturals i un avís perque no oblidem la prudència a l'hora de treure'n conclusions. I un argument més per a perseverar en la consecució d'una sèrie temporal prou llarga com per a documentar sense ambigüitats l'evolució d'aquest laboratori d'ecologia a cel obert que són les illes Medes. Potser cal recordar que l'interès de l'estudi ultrapassa l'àmbit de la gestió de les Medes i fins i tot del del nostre país. Per una banda,

les illes són una projecció en el temps actual de la situació en què antigament es trobava la nostra costa. I també tenen un caràcter prospectiu, car ens mostren estadis futurs del litoral després d'un hipotètic atur de l'explotació humana.

La memòria que ara us presentem és un bon testimoni dels clars i obscurs que es manifesten en un seguiment temporal quan aquest supera la novetat dels primers anys i s'endinsa en l'evolució dels processos a més llarga escala. Durant els primers anys, la descripció (primer) i la confirmació (després), dels patrons més generals en la distribució de densitats, mides, recobriments, etc. resulta una feina sempre agraiïda per la quantitat de resultats que aporta i la simplicitat aparent de la seva interpretació. Quan l'acumulació de dades any rera any comença a mostrar que, darrera una pauta comuna de continuïtat, es manifesten variacions oscil·lants, dents de serra d'amplitud (i possiblement de període) variable, hom s'enfronta a la més delicada tasca de destriar entre processos molt diversos, la suma dels quals pot donar un senyal aparentment caòtic. Però, precisament, en la importància que té per als gestors d'un espai protegit com el de les Illes Medes la comprensió del paper que juguen aquests processos complexos en la conservació del patrimoni que gestionen, rau l'interés d'aquests seguiments.

Per concretar unes idees potser massa abstractes, seria desitjable (encara que no sempre possible) distingir l'efecte d'aquells processos que es troben sota la total competència i responsabilitat dels gestors (freqüentació, ancoratge, pesca furtiva, etc..) del d'aquells altres incontrolables (temporals, cicles biològics de període llarg, reclutament) o que, tot i sent-ho, són situats clarament fora de la seva capacitat de decisió (contaminació).

Aquesta memòria mostra com la perseverància en el seguiment durant un període suficientment llarg d'anys dota a aquest procediment de la sensibilitat necessària per detectar tot un ventall d'efectes; des d'aquells que ens confirmen que les mesures de gestió adoptades són les adients, fins les que proven la inadequació de la gestió vigent. Aquest és el cas, per exemple, del seguiment de les poblacions de peixos, que entre 1996 i 1997 suggereix l'existència d'una activitat extractiva furtiva que no havia existit durant els anys precedents i que posa en entredit la suficiència de les mesures de vigilància; o el del seguiment de les poblacions de garotes o llagostes, que mostren que per aquestes espècies la Reserva és un espai eminentment obert, de forma que processos "externs" relacionats amb la pròpia biologia de l'espècie (reclutament des del plàncton, migracions) poden tenir molt més pes que els processos "interns" controlables per mesures de maneig i gestió; o el de la pradera de *Posidonia*, que mostra com les mesures de control de l'ancoratge i substitució dels morts per barrines metàl·liques esta produïnt l'efecte desitjat de conservació i possiblement de recuperació de l'alguer en el seu sector més superficial.

Sota l'excusa de les dificultats d'interpretació, altres arguments d'interés econòmicista no directament relacionats amb els objectius de conservació o la por de recollir proves que confirmen la pròpia incompetència, poden alentir la temptació de no proseguir amb aquests seguiments. Quan éa encara fresc a la ment de tothom el cas de Doñana i les conseqüències de la política "d'amagar el cap sota l'ala" o de plantejar les "càrregues" de la conservació amb poca seriositat, creiem innecessari apel·lar als imperatius legals existents. Confiam que l'esperit que va portar a la Generalitat de Catalunya a declarar la protecció de la fauna i flora de les Illes Medes i que durant prop de deu anys l'ha duta a desenvolupar mesures de gestió originals, i en alguns sentits modèliques, segueixi viu i continuï alentant una decidida política de rigor i responsabilitat pública. No sols el patrimoni natural de tots els catalans, sinó la mirada de molts altres espais mediterranis que ens han pres com a referent, estan pendents de la nostra actuació.

(Altres reserves de països veïns, com el Parc Nacional de Port-Cros i la Reserve Naturelle de Scandola, han establert programes de cooperació amb la Universitat de Barcelona i en concret, amb el mateix equip que treballa a les Illes Medes, per

tal de compartir els protocols i els resultats de la recerca. Així mateix, aquest equip participa en un projecte internacional per tal d'establir uns patrons estandaritzats de seguiment dels efectes de la protecció en reserves marines mediterrànies.)

Un altre any, esperem que la dedicació i la sinceritat que posem en aquests estudis contribueixin a esperonar la fermesa del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca en defensar una gestió sostenible de la Reserva enfront d'alguns interessos econòmics que, tot i legítims, no poden entrar en confrontació amb el mandat del Parlament de Catalunya (Llei 19/1990) de preservar la fauna i la flora submarines de les Illes Medes. Per la nostra part, que és la del Departament d'Ecologia de l'Universitat de Barcelona, refermem la voluntat d'invertir tot l'esforç i coneixements en aquest empeny. Sigui aquesta memòria el millor testimoni del nostre compromís.

Signat: Joandomènec Ros

Catedràtic del Dpt. d'Ecologia de la UB

Barcelona, a 2 de juny de 1998

ESTADO BIOLÓGICO DE LA PRADERA DE *Posidonia oceanica* DE LAS ISLAS MEDES. INFORME DE 1997

Javier ROMERO, Marta PÉREZ, Marta MANZANERA, Pere RENOM, Olga INVERS y Miguel Angel MATEO

Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona
Diagonal 645, 08028 Barcelona

OBJETIVOS

La pradera de *Posidonia oceanica* se cuenta entre los ecosistemas de mayor interés biológico del Mediterráneo, por su elevada producción primaria, por su capacidad de albergar y alimentar a numerosas especies vegetales y animales y por su papel estabilizador de los sedimentos litorales. A la vez, se trata de una de las comunidades marinas más seriamente amenazada por la acción humana, de forma que en numerosos puntos, especialmente de la cuenca noroccidental, se ha constatado una importante regresión de la misma.

En el archipiélago de las islas Medes, la pradera de *Posidonia oceanica* ocupa una extensión aproximada de 8.8 Ha, por lo que podemos considerar que se trata de uno de los ecosistemas cuantitativamente más importantes de estas islas (Figura 1). Así, dentro del plan plurianual de seguimiento de la reserva submarina de las islas Medes, se justifica plenamente el esfuerzo invertido en evaluar el estado biológico del mismo, tanto para obtener una diagnosis de su estado actual como para documentar sus cambios interanuales. Los datos adquiridos tienen una especial relevancia en cuanto a que son comparables no sólo con los de años previos del programa de seguimiento de la reserva sino también con datos existentes de años anteriores a la protección (concretamente, 1984 y 1987), siendo una de las series temporales más largas existentes en la actualidad sobre este ecosistema.

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

Estrategia para la elaboración del informe de 1997

El presente informe propone como objetivos:

(i) Repetición de las medidas de densidad, por conteo directo, y de cobertura, por el méto-

do habitual de las fotografías y por un método alternativo (transectos) que ya fue ensayado en años anteriores, en las cuatro estaciones fijas.

(ii) Repetición de las medidas de densidad y cobertura sobre el transecto permanente.

(iii) Seguimiento del claro abierto en la pradera en 1990.

(iv) Adquisición de datos sobre la floración de la planta y sobre las poblaciones de equinodermos acompañantes.

(v) Inicio, a nivel experimental, de un programa de seguimiento de la población de *Pinna* sp de la pradera.

Durante 1997, se elaboró, asimismo, una cartografía detallada de la pradera de *Posidonia* de las Islas Medas. Los resultados se entregan en un informe aparte.

Definiciones

Entendemos por densidad de haces el número de haces por metro cuadrado de sustrato. Los haces son agrupaciones individualizables de hojas (de 3 a 7 hojas por haz) que aparecen en el extremo de ejes (rizomas) de crecimiento vertical. El recuento de dichos haces suministra un descriptor básico de vitalidad de la pradera, así como una primera aproximación a otras variables cuantitativas (producción, biomasa, etc.) ecológicamente relevantes.

Los haces de *Posidonia* pueden disponerse de manera continua, o bien pueden ir apareciendo entre ellos calveros de arena o rizoma muerto (que recibe el nombre de mata), lo que comporta una ocupación incompleta del sustrato. Entendemos como cobertura la fracción de sustrato recubierto por *Posidonia* viva, esto es, el cociente (como porcentaje) entre la superficie de los rodales de la planta y la superficie de rodales más calveros.

Al hablar de densidad, nos referimos, salvo indicación en contrario, a la densidad en el inte-

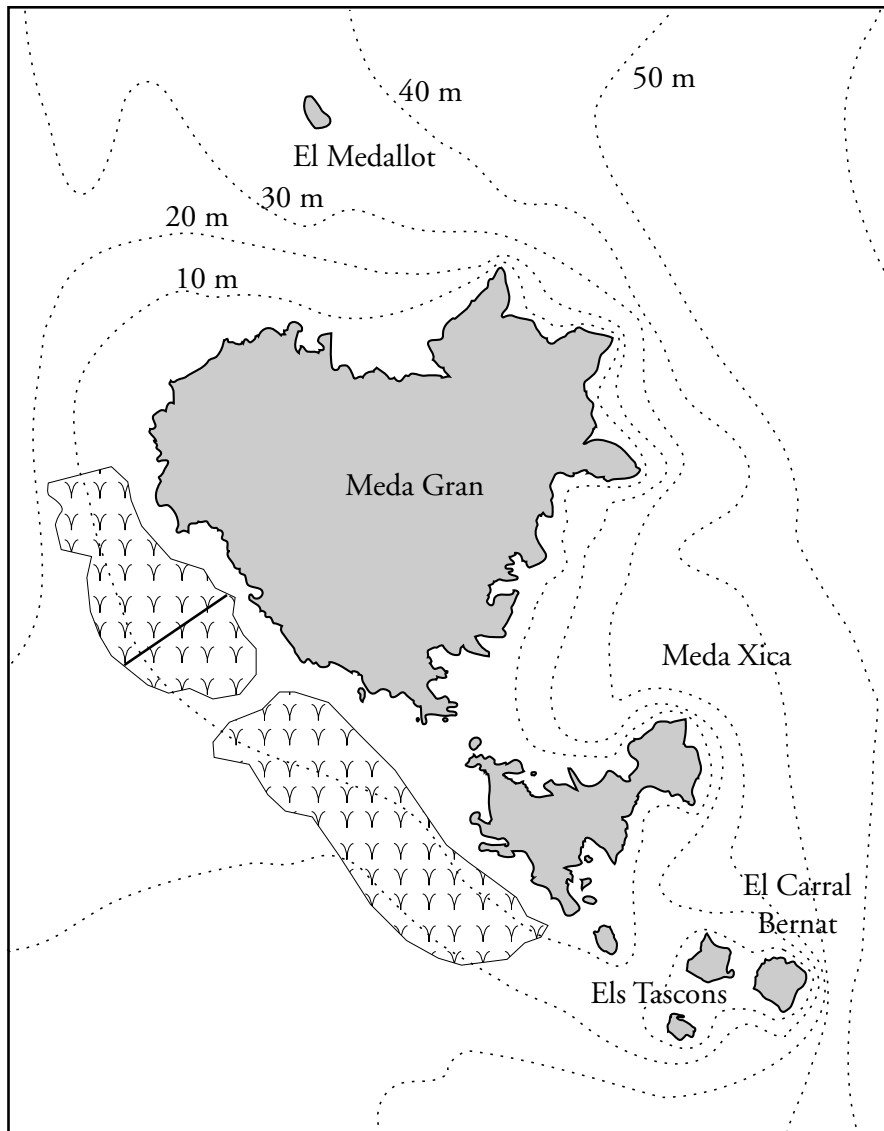


Fig. 1. Mapa esquemático de la pradera de *Posidonia* oceánica de las Islas Medas, con la localización del transecto permanente. El contorno de la pradera es aproximado, y está basado en observaciones acumuladas a lo largo de los años de seguimiento. El límite superior y los límites laterales son los más imprecisos.

rior de los rodales. Por lo tanto, la variable “densidad” hace referencia sobre todo a una propiedad intensiva de la pradera, mientras que la variable “cobertura” es de tipo más extensivo. Ambas variables pueden ser combinadas en un descriptor sintético mixto, la densidad global, que definimos como el producto entre la densidad y la cobertura (en tanto por uno).

Métodos

Recuentos de densidad

La densidad se estima mediante el recuento en inmersión de haces en el interior de un cuadrado de 40x40 cm, subdividido en cuatro subcuadrados de 20x20. Los cuadrados se colocan al azar en el interior de rodales de *Posidonia*, y se anota el número de haces presentes en cada uno de los cuatro subcuadrados.

Estima de la cobertura: método fotográfico

La estima de la cobertura se realiza mediante fotografía submarina. Las fotografías se toman a 1 m del sustrato, verticalmente, con una máquina NIKONOS III, objetivo 35mm con lente frontal SUBAWIDER, e iluminación con flash SEA & SEA. Sobre cada foto se dibuja la silueta de la superficie recubierta por vegetación y se digitaliza mediante un *scanner* (Epson GT 8000). Posteriormente se calcula el porcentaje de superficie recubierta mediante un programa de análisis de imágenes (IMAT, Universidad de Barcelona).

Estima de la cobertura: los transectos

Por primera vez en 1995 se empleó para la estima de la cobertura el método de los transectos, que se describe a continuación. Desde enton-

ces ha venido aplicándose simultáneamente al método fotográfico.

Para cada una de las cuatro profundidades correspondientes a las cuatro estaciones fijas (ver más adelante), se tiende una cinta métrica graduada en centímetros y de 50 m de longitud total, procurándose que el inicio y el final del transecto estén aproximadamente a la misma profundidad, lo que no siempre es posible, en especial en la estación más profunda. Se definen tres tipos de fondo, a saber: mata (rizoma muerto), arena (sedimento no vegetado) y *Posidonia* (planta viva). Un buceador recorre el transecto y anota la situación exacta de cada cambio en el tipo de fondo. Si el tipo de fondo es mata o arena, y la distancia entre dos cambios sucesivos inferior a 10 cm, no se considera el cambio.

A partir de estos datos, puede calcularse el porcentaje que ocupan sobre el total cada tipo de fondo, y por lo tanto la cobertura. Siendo la mata el resultado de la muerte de la *Posidonia*, este método presenta como ventaja, además de su mayor precisión, el suministrar datos sobre el eventual aumento (regresión) o disminución (recolonización) de este tipo de fondo.

De manera general, este método debe dar valores de cobertura inferiores al método fotográfico, ya que mediante los transectos son perceptibles claros de pequeñas dimensiones, que pasan desapercibidos en el tratamiento de las fotografías. Obviamente, la manipulación de los datos excluyendo del cómputo de cobertura claros de dimensiones crecientes (de 10 cm, 20 cm, 30 cm etc., valores que a partir de aquí denominaremos "ventana") dará estimas crecientes de cobertura, que para una cierta ventana coincidirá con el valor hallado mediante el método fotográfico.

Se han tratado los datos de la manera indicada, con el fin de intercalibrar ambos métodos y validar de nuevo el método de transectos en el marco del programa plurianual de seguimiento.

Balizamiento del claro

En la memoria de 1994 se describía la actualización y los objetivos que se persiguieron al balizar el claro abierto en 1990. En 1997, se ha seguido dicho balizamiento para comprobar la evolución temporal del claro. Así, y al igual que en años anteriores, se han visitado las 14 piquetas instaladas, anotando el estado del límite de la pradera entre cada dos de ellas, así como otros datos relevantes (altura sobre el fondo, distancia entre piquetas sucesivas, etc.). Como datos com-

plementarios y más objetivos (y por lo tanto reproducibles en años sucesivos) se han medido los siguientes decriptores:

- la distancia entre la piqueta y la planta de *Posidonia* viva más cercana a la piqueta, tanto por el lado de la "pradera" (esto es, de la Meda Gran, con signo "-"), como por el lado del calvero (esto es, de mar abierto, con signo "+").

- la densidad de haces en las inmediaciones de la piqueta, entendiendo como tal la densidad máxima que pudiera obtenerse con uno de los vértices del cuadrado de muestreo (40x40 cm) en contacto con dicha piqueta.

Distribución de las muestras: transectos y estaciones fijas

La selección de los puntos de muestreo es lógicamente un aspecto crítico para la posterior interpretación de los resultados obtenidos. La totalidad de las medidas han sido realizadas en una franja que sigue la línea de máxima pendiente y de límite superior a límite inferior de la pradera (véase Fig. 1). En dicha franja se han seguido dos estrategias complementarias:

a) Estaciones fijas: se han seleccionado cuatro puntos a lo largo del gradiente batimétrico (límite superior ó 5 m, 6.5 m, 8.7 m y 14 m ó límite inferior) representativos del intervalo batimétrico el que vive esta especie en el área de estudio. En cada uno de ellos se ha estimado la densidad mediante el recuento de 15 cuadrados en las estaciones de 5 y 13 m, de 17 en la de 6.5 m y de 18 en la de 8.7 m y la cobertura mediante la realización de 9 fotografías, así como de tres transectos por estación.

b) Transecto permanente: se tendió un cabo de límite superior a límite inferior de la pradera según la línea de máxima pendiente con marcas numéricas (chapas) metro a metro (longitud total cercana a los 80 m). Sobre dicho transecto y en cada una de las chapas pares se contaron los haces presentes en un cuadrado de 40 x 40 cm, según la técnica descrita. Asimismo, se anotó la profundidad. El profundímetro se calibra, en todas las ocasiones, en relación a un punto fijo de profundidad conocida. Posteriormente, y también en las chapas pares, se realizaron fotografías para la estima de la cobertura.

Ambas estrategias son complementarias, ya que las estaciones fijas suponen una inversión de esfuerzo puntual e importante, que permite un conocimiento preciso, base imprescindible para comparaciones interanuales, mientras que el

transecto revela sobre todo la tendencia o tendencias generales de variación de estos descriptores con la profundidad. Hay que hacer constar también que los datos obtenidos describen adecuadamente la franja estudiada, pero sólo con ciertas precauciones son generalizables al conjunto de la pradera.

Recuento de equinodermos

En 1997 se añaden los datos de recuento de las tres especies principales de equinodermos que viven en la pradera: *Paracentrotus lividus* (erizo común), *Sphaerechinus granularis* (erizo de púas violetas) y *Holothuria tubulosa* (cohombro de mar), a los presentados en el informe de 1996. Los recuentos se realizaron en las estaciones fijas empleando los cuadrados utilizados en los recuentos de número de haces. Los resultados se expresan en individuos por m².

Floración

En otoño de 1997, la pradera experimentó una floración moderada. Se presentan los datos de recuento de inflorescencias por metro cuadrado y se comparan con datos de años en que también se ha producido una floración. La intensidad de la floración se expresa como el porcentaje de haces con flores sobre los haces totales.

Población de *Pinna* sp.

Este año se ha iniciado, experimentalmente, el seguimiento de la población de *Pinna* sp.

(nacra) cercana al transecto permanente. Para ello, dicho transecto ha sido recorrido por tres buceadores, uno por el centro y los otros dos situados a 5 m a cada lado. Las nacras localizadas de esta forma se identificaron mediante una piqueta con un código de abrazaderas, se anotó su posición y se tomaron, para cada una, dos medidas: la altura (distancia desde la superficie de sedimento hasta la parte más elevada) y la anchura valvar máxima.

Análisis de datos

La comparación entre medias correspondientes a distintas estaciones se ha realizado mediante un ANOVA de un factor (estación) o dos factores (estación y año). Los datos tomados en continuo a lo largo del transecto han sido tratados mediante análisis de regresión.

RESULTADOS

En las tablas 1 y 2 se presentan los valores de densidad y cobertura (obtenida por el método fotográfico) de las estaciones fijas de todos los años estudiados. En las figuras 2 y 3 se presentan las desviaciones respecto a la media de los datos de densidad y cobertura de cada estación fija para todos los años estudiados.

En 1997, los cambios de densidad (con respecto a 1996) que se reflejan en la tabla no resultan significativos y la tendencia en los últimos años es hacia una cierta estabilización (salvo, tal vez a 6.5 m). Las densidades de 1997 son altas,

Tabla 1. Densidad (haces m⁻²) en las cuatro estaciones fijas. Se da el error standard para cada valor (n oscila entre 10 y 20, según las estaciones y los años).

AÑO	ESTACION			
	5 m	6.5 m	8.7 m	14 m
1984	628 ± 19	540 ± 17	455 ± 11	340 ± 14
1987	746 ± 28	658 ± 25	462 ± 22	291 ± 22
1990	646 ± 22	584 ± 32	561 ± 24	193 ± 14
1991	531 ± 39	-	448 ± 13 (*)	181 ± 14
1992	537 ± 26	494 ± 19	462 ± 19	173 ± 11
1993	593 ± 16	466 ± 26	442 ± 23	158 ± 13
1994	481 ± 14	519 ± 16	555 ± 27	213 ± 18
1995	601 ± 12	583 ± 21	529 ± 26	191 ± 17
<u>1996</u>	<u>581 ± 29</u>	<u>644 ± 28</u>	<u>573 ± 31</u>	<u>206 ± 9</u>
1997	596 ± 38	541 ± 31	596 ± 19	248 ± 14

(*) corresponde en realidad a la una zona comparable situada a 10 m de profundidad

Tabla 2. Cobertura (%) en las cuatro estaciones fijas. Se da el error standard para cada valor ($n = 8$ en la mayoría de los casos).

AÑO	ESTACION			
	5 m	6.5 m	8.7 m	14 m
1984	76.8 ± 2.9	49.2 ± 4.1	44.8 ± 2.9	39.3 ± 2.3
1987	82.1 ± 3.9	61.0 ± 4.8	46.1 ± 2.4	43.1 ± 3.0
1990	67.6 ± 2.3	49.1 ± 5.3	37.6 ± 3.1	6.1 ± 1.9
1991	-	-	48.1 ± 4.9*	-
1992	75.0 ± 6	48.6 ± 2.2	39.4 ± 4.4	20.7 ± 5
1993	71.2 ± 2.6	45.8 ± 2.7	31.8 ± 0.6	6.9 ± 0.4
1994	48.4 ± 3.6	26.2 ± 2.8	28.4 ± 1.7	19.1 ± 2.7
1995	64.1 ± 2.9	49.5 ± 6.3	44.3 ± 5.8	13.7 ± 2.0
1996	73.4 ± 3.2	57.6 ± 16.7	43.3 ± 15.4	12.3 ± 0.53
1997	71.2 ± 3.4	55.4 ± 5.2	51.7 ± 5.4	11.8 ± 1.9

(*) corresponde en realidad a la una zona comparable situada a 10 m de profundidad

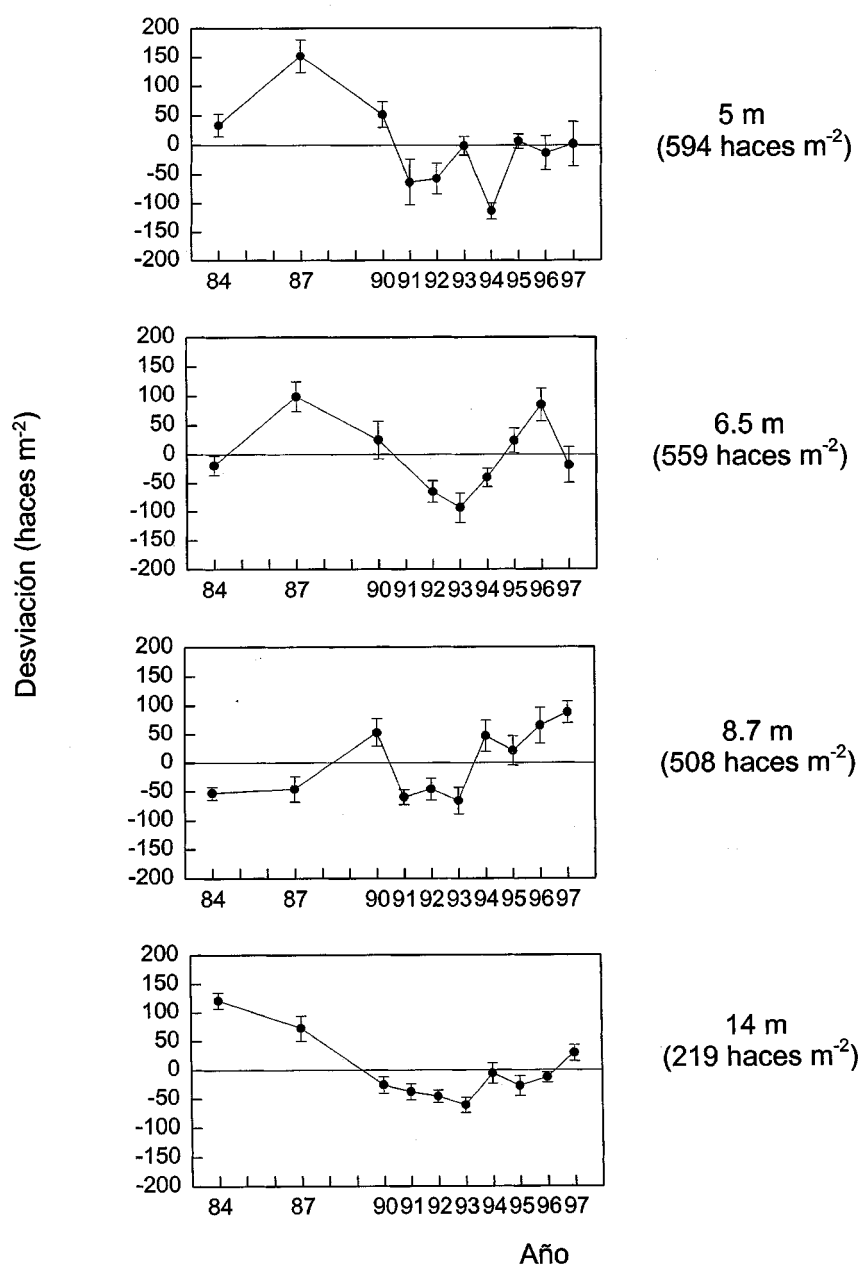


Fig. 2. Desviaciones respecto a la media de los datos de densidad (haces m⁻²) de las cuatro estaciones fijas para todos los años estudiados. Se da el valor medio de la serie para cada profundidad. Las barras verticales representan el error estandar.

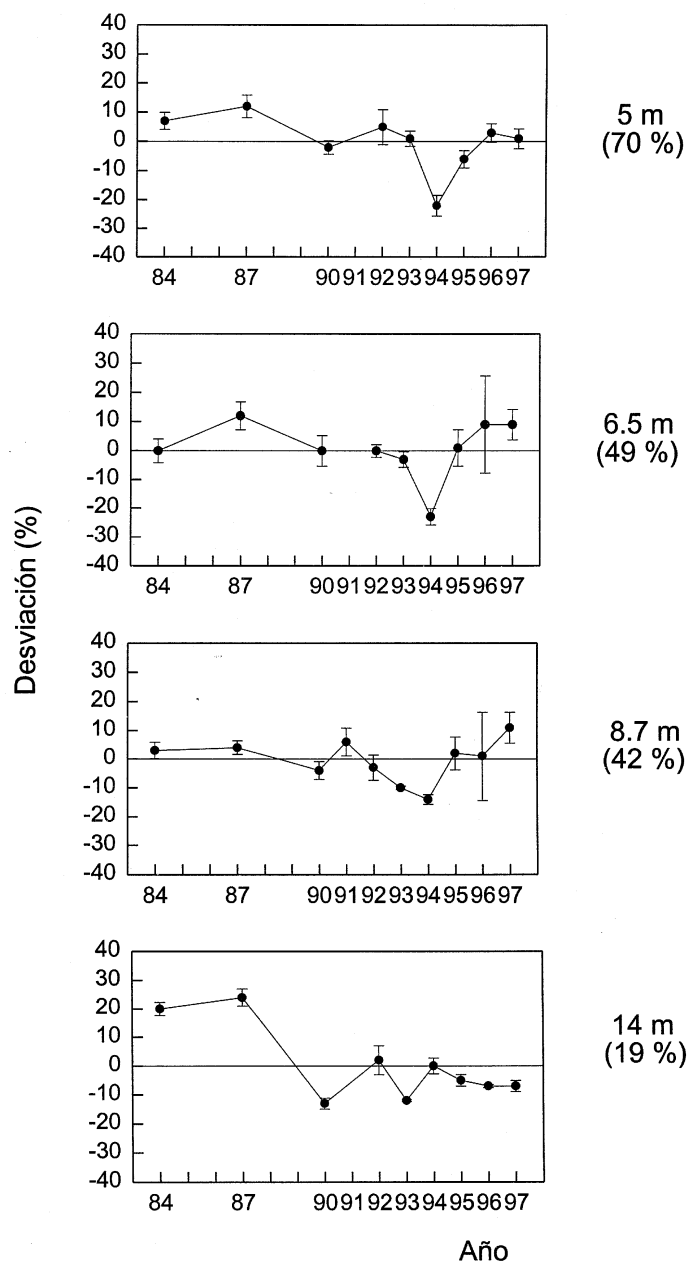


Fig. 3. Desviaciones respecto a la media de los datos de cobertura (%) por el método fotográfico de las cuatro estaciones fijas para todos los años estudiados. Se da el valor medio de la serie para cada profundidad. Las barras verticales representan el error estandar.

con la particularidad de que las diferencias batimétricas, entre estaciones, se han atenuado o incluso han cambiado de signo. La estación profunda es la única que presenta un valor significativamente más bajo que las otras, situación que se mantiene desde hace unos años pero sin acentuarse.

Las tendencias aquí apuntadas (mantenimiento de los valores, con una moderada tendencia al alza sobre todo entre 7 y 10 m) se confirman si consideramos los cambios en densidad a lo largo del transecto permanente por rangos batimétricos (tabla 3).

En lo que se refiere a la cobertura (tabla 2), es necesario recordar que en 1994 hubo una dismi-

nución considerable de valores, que se recuperaron en años posteriores. En 1997, se mantiene esta tendencia positiva (figura 3), y los valores hallados son superiores o iguales a los de 1996.

El método de transectos da valores de cobertura (tabla 4) inferiores a los obtenidos con el método fotográfico (tabla 2); en cualquier caso, las discrepancias son pequeñas y se deben al hecho ya comentado de la mayor sensibilidad del método de los transectos, que es capaz de detectar claros de medida pequeña (10 cm) imperceptibles en el tratamiento de las fotografías. En la figura 4 puede apreciarse como cambia la cobertura en función de la ventana considerada. Del análisis de esta figura podemos concluir

Tabla 3. Comparación de densidades (haces m-2) por rangos batimétricos de los transectos a partir de 1990.

Rango batimétrico (m)	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997
5-6	463	438	393	388	403	523	522
6-7	276	313	258	337	440	419	427
7-8	125	292	301	208	344	301	359
8-9	188	296	127	105	400	197	244
9-10	142	102	219	183	241	272	277
10-11	248	142	101	83	196	180	278
11-12	0	0	0	0	67	0	58
12-13	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	9.5	0	0	0
+14	48	85	70	91	61	67	65

Tabla 4. Cobertura (%) y error standard de los distintos tipos de fondo obtenida mediante el método de los transectos. Se muestran los resultados obtenidos aplicando la ventana mínima de discriminación de diferentes tipos de sustratos (10 cm).

Sustrato	Año	Profundidad (m)			
		5	6.5	8.7	14
Posidonia	1995	53.5 ± 5.1	58.2 ± 2.1	40.1 ± 2.3	12.5 ± 2.9
	1996	56.9 ± 6.6	51.8 ± 2.1	39.8 ± 4.3	15.4 ± 4.5
	1997	50.4 ± 2.2	51.6 ± 0.2	47.1 ± 2.2	16.2 ± 2.1
Mata	1995	34.3 ± 4.4	37.4 ± 2.8	32.7 ± 1.3	1.80 ± 1.6
	1996	40.2 ± 7.9	47.7 ± 2.3	44.7 ± 3.3	8.12 ± 5.5
	1997	41.9 ± 2.6	44.7 ± 5.3	26.3 ± 8.6	0.22 ± 0.2
Arena	1995	12.2 ± 5.7	4.8 ± 0.8	27.2 ± 3.3	85.8 ± 3.3
	1996	3.2 ± 1.6	0.5 ± 0.2	15.5 ± 3.1	76.4 ± 1.3
	1997	7.9 ± 1.9	2.3 ± 2.3	21.6 ± 8.2	84.1 ± 1.8

Tabla 5. Comparación entre las estimas de cobertura obtenidas mediante el método de los transectos y el método fotográfico.

Cobertura transecto %	Ventana estimada (eq. 1) cm	Cobertura fot. esperada %	Cobertura fot. observada %
50.4	22.7	65	71.2
51.6	23.4	57	55.4
47.1	20.9	55	51.7
16.2	9.9	15	11.8

que para la estación superficial es necesaria una ventana de alrededor de 29 cm para que ambos métodos coincidan, de 17 cm para que coincidan a 6.5 m, y de 14 cm para que lo hagan a 8.7 m.; en la estación profunda no existen diferencias entre ambos métodos de estima. Ello es lógico ya que cuanto más clareada se encuentra la pradera menos importancia tienen los claros de pequeñas dimensiones para determinar el valor de cobertura.

En 1996, se proponía la siguiente expresión que relacionaba el tamaño de la ventana y la cobertura:

$$\text{VENTANA} = 6.70 * e^{0.0242 * \text{COBERTURA}} \quad (\text{eq. 1})$$

$$r=0.95 \quad (p=0.001; n = 8)$$

(con la cobertura, según el método de los transectos, expresada en porcentaje, y la ventana expresada en cm).

En 1997, se ha usado dicha expresión para estimar la cobertura esperada (método fotográfico) a partir de los datos de los transectos; en la tabla 5 se dan los resultados de este ejercicio, pudiéndose observar una concordancia razonablemente buena entre ambas, en todos los casos inferior a los errores standar.

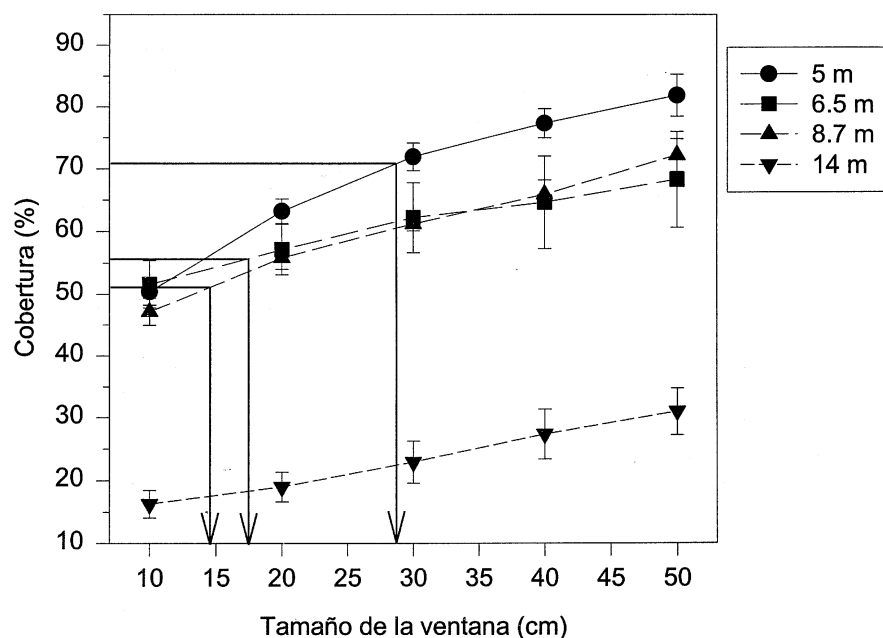


Fig. 4. Valores de cobertura (%) resultantes de la aplicación de diferentes ventanas de discriminación de datos en los transectos de cada estación fija.

Tabla 6. Valores de densidad global (cobertura x densidad) para cada una de las estaciones fijas en los diferentes años muestreados.

AÑO	ESTACION			
	5 m	6.5 m	8.7 m	14 m
1984	483	264	204	132
1987	612	401	212	125
1990	433	286	213	11
1991	-	-	215*	-
1992	397	202	129	36
1993	422	240	141	11
1994	233	136	158	41
1995	385	291	233	27
1996	426	371	248	25
1997	424	299	308	29

(*) corresponde en realidad a la una zona comparable situada a 10 m de profundidad

Tabla 7. Coeficientes de regresión $Y=mx+b$, donde Y puede ser la densidad o la cobertura y x es la profundidad ($n=35$, aproximadamente). r significativamente distinto de 0 en todos los casos ($p < 0.05$).

	1984	1987	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	x = Prof								
Y = Den.									
b	477	560	589	668	205*	203*	757	695	765
m	-31.54	-32.1	-45.9	-50.4	-2.7	-2.45	-52.8	-48.3	-53.91
r	0.51	0.48	0.62	0.67	0.33	0.24	0.73	0.63	0.73
Y = Cob.									
b	87.4	78.3	103.7	123.4	83.2	75.6	**	79.8	92.4
m	-3.99	-2.47	-7.1	-9.7	-5.99	-5.68	**	-5.34	-5.86
r	0.56	0.31	0.69	0.87	0.79	0.87	**	0.77	0.73

* calculado con los datos suavizados

** no se pudieron obtener los datos de cobertura del transecto permanente por problemas técnicos.

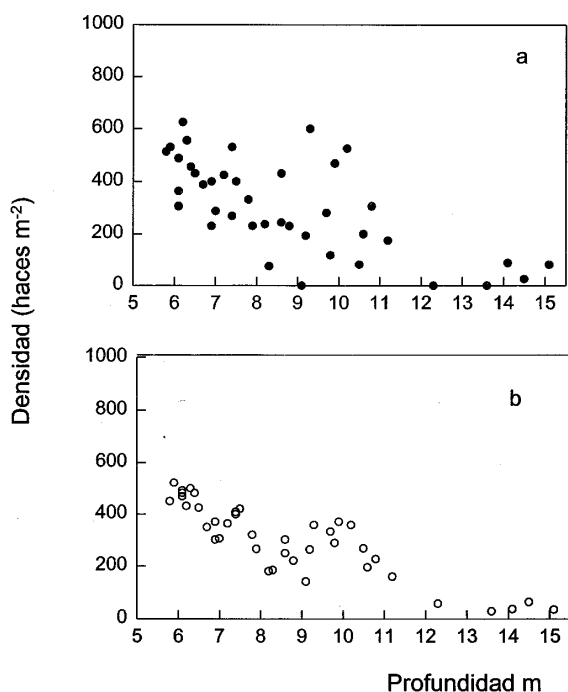


Fig. 5. Variación de la densidad (haces m⁻²) en función de la profundidad en el transecto permanente. a) datos brutos. b) datos suavizados por el sistema de medias móviles (n=3).

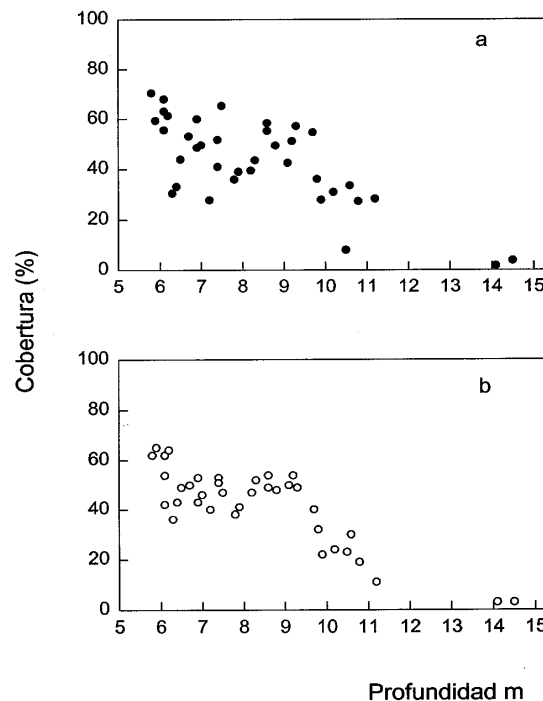


Fig. 6. Variación de la cobertura (%) en función de la profundidad en el transecto permanente. a) datos brutos. b) datos suavizados por el sistema de medias móviles (n=3).

Los valores de densidad global (tabla 6) reflejan las tendencias ya comentadas de densidad y cobertura, esto es, aumento o estabilización. Las relaciones entre profundidad y densidad (tabla 7), muestran una pendiente m que se sigue manteniendo alta tras dos años (1993 y 1994) de valores muy bajos.

En la figura 5 se presentan los valores de densidad a lo largo del transecto y en la figura 6, los de cobertura. Los datos en bruto muestran una gran heterogeneidad, pero mediante el suavizado por el método de medias móviles se aprecia claramente la tendencia a la disminución de densidad y cobertura. También se aprecia claramente la existencia de una zona sin vegetación (que corresponde al calvero) entre los 11 y 13 m de profundidad aproximadamente.

En la tabla 8 aparecen los datos tomados en el seguimiento del calvero. La comparación con las observaciones de años anteriores, y especialmente con 1996, año en el que se hizo un esfuerzo para sistematizar los datos, nos lleva a la conclusión de que se ha mantenido estable en el período considerado, tal vez con una muy leve tendencia a la recuperación, en el límite de la capacidad de resolución del método. No se aprecian cambios drásticos en su morfología o extensión, ni en el nivel del sedimento, que parece aumentar levemente del lado de la Meda Xica y

disminuir del lado de l'Estartit, si bien en valores inferiores a 1 cm año⁻¹. La densidad en las inmediaciones de las barras tiende a aumentar. Salvo en un caso (sobre 14 observaciones), las manchas próximas a las barras parecen haber crecido; en otro caso, parece haber aparecido una mancha nueva.

En la tabla 9 se presentan los datos de densidad de equinodermos en las cuatro estaciones fijas y para todos los años para los que se tienen datos. En general, *Paracentrotus lividus* es la especie más abundante en las tres estaciones más someras mientras que en la estación profunda prácticamente desaparece, *Holothuria tubulosa* presenta una densidad media siendo algo mayor en las estaciones más profundas. Por último, *Spaerechinus granularis* presenta poblaciones muy poco densas, para las cuales la poca resolución del método (tamaño del cuadrado empleado) impide tener datos válidos.

La evolución de la población del erizo común (*Paracentrotus lividus*) en la pradera muestra un máximo en los años 1993 y 1994, habiéndose reducido los valores desde entonces hasta la actualidad.

En la tabla 10 se presentan los datos de densidad de flores y de intensidad de floración de los años en los que se han visto flores. Comparando los datos de 1997 con los de otros años se puede

Tabla 8. Datos del balizamiento del calvero. Cada una de las estacas metálicas llevaba un cierto número de bridas blancas (B) o negras (N). Se da la altura de la estaca sobre el sedimento (Alt) en cm, la densidad máxima (Dmax, en haces m⁻²) que se puede contar con el cuadrado de muestreo tocando por un vértice a la estaca, y la distancia (Dist, en cm) de la estaca a la Posidonia viva más próxima, por el lado profundo o hacia mar abierto (con signo +) y por el lado somero, hacia la Meda Gran (con signo -); estos valores se dan para los dos últimos años de observaciones.

Nº	Id.	Alt. cm		Dmax haces m ⁻²		Dist 1996		Dist 1997		Observaciones
		1996	1997	1996	1997	+	-	+	-	
1	1N	40	36	369	400	150	8	150	0	Colocado en la intersección entre el calvero y la discontinuidad transversal, sobre una mancha densa; se observa manchita progradante
2	2N	38	44	375	369	-	0	-	0	Desde 1N, transecto sigue borde pradera hasta 2/3 del recorrido a 2N, en que entra en zona muy clareada.
3	3N	24	22	363	400	-	0	-	0	Zona clareada, con manchas dispersas
4	4N	28	27	100	144	122	0	122	0	De 4N a 1B se pasa por una gran concavidad, observándose una serie de manchitas progradantes (7); un poco antes de 1B se cruza por poco una pequeña convexidad.
5	1B	28	28	0	0	-	109	-	99	La barra está en un claro; en dirección a 2B, se deja hacia tierra una cierta convexidad; se observan tres manchitas progradantes
6	2B	35.5	34	113	238	23	-	23	139	En dirección a 3B, se observa una mancha progradante, y luego cerca ya de 3B una mancha en dirección a tierra.
7	3B	36.5	38	81	106	-	14	-	13	Transecto alejado del límite; a media distancia de 4B se cruza una mancha; luego hay otra en dirección a tierra.
8	4B	28	28	244	206	0	0	3	0	Transecto alejado del límite; no hay manchas progradantes, cuatro manchas (una grande y tres pequeñas) hacia tierra.
9	5B	32	34	119	163	53	47	49	42	En dirección a NX, seguimos alejados del límite; se cruza pequeña progradación justo cerca de 5B, y luego una mancha ya más cerca de 2NX.
10	2NX	35	36	313	425	6	-	-	4	En dirección a 5N, dos lenguas progradantes y luego nada
11	5N	33	34	394	394	-	11	37	17	Tres manchas progradantes; del lado de 5N, una mancha hacia tierra y a mitad de camino de 6N una lengua del lado de tierra.
12	6N	33.5	33	0	63	-	53	-	45	Tres manchas progradantes, unos 0.5 m entre el transecto y el límite.
13	s/m'	31	33	0	0	-	70	68	60	
14	s/m	35	35	150	213	22	8	6	76	En el límite profundo de la pradera, intersección con la prolongación teórica del calvero. El transecto, desde esta estaca y hacia s/m', va subiendo, atraviesa un trozo de pradera muy esquilado y luego deja la pradera a mano izquierda.

Tabla 9. Datos de recuentos (inv. m⁻²) de equinodermos presentes en las distintas profundidades estudiadas.

AÑO	Especie	PROFUNDIDAD											
		5 m			6.5m			9.1 m			13 m		
		n	MED	SEM	n	MED	SEM	n	MED	SEM	n	MED	SEM
1987	<i>Holothuria</i>	5	-	-	5	0.40	0.24	5	1.00	0.45	5	0.60	0.24
	<i>Paracentrotus</i>	5	2.20	0.58	5	1.80	0.58	5	0.60	0.40	5	-	-
	<i>Sphaerechinus</i>	5	0.40	0.40	5	0.40	0.40	5	0.20	0.20	5	-	-
1990	<i>Holothuria</i>	6	2.08	1.32	5	2.50	1.53	5	2.00	-	10	0.69	0.69
	<i>Paracentrotus</i>	6	1.04	1.04	5	5.00	2.34	5	-	-	10	-	-
	<i>Sphaerechinus</i>	6	-	-	5	-	-	5	1.00	-	10	-	-
1993	<i>Holothuria</i>	15	1.67	0.96	15	2.50	1.02	15	1.67	0.96	15	5.42	1.20
	<i>Paracentrotus</i>	15	7.08	2.01	15	8.33	2.08	15	2.92	1.03	15	0.83	0.57
	<i>Sphaerechinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	<i>Holothuria</i>	12	3.65	2.10	15	0.42	0.42	15	2.50	0.82	10	3.13	1.40
	<i>Paracentrotus</i>	12	12.50	3.17	15	10.00	2.71	15	0.83	0.57	10	-	-
	<i>Sphaerechinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	<i>Holothuria</i>	20	2.50	0.95	10	1.25	0.83	10	1.25	0.83	10	3.12	1.04
	<i>Paracentrotus</i>	20	5.30	1.22	10	8.12	2.95	10	1.25	1.25	10	-	-
	<i>Sphaerechinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	<i>Holothuria</i>	20	1.88	0.66	15	3.33	1.48	15	2.08	1.00	15	6.23	3.75
	<i>Paracentrotus</i>	20	6.88	1.10	15	8.75	2.10	15	1.67	0.96	15	5.99	3.75
	<i>Sphaerechinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	<i>Holothuria</i>	20	-	-	15	2.68	1.37	15	0.42	0.42	10	9.82	3.17
	<i>Paracentrotus</i>	20	2.5	0.88	15	5.36	1.77	15	1.25	0.9	10	-	-
	<i>Sphaerechinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 10. Densidad de flores (inflorescencias m⁻²) e intensidad de floración (I.f. como porcentaje de haces con flores) en las estaciones fijas en los años que se han observado flores.

Prof.	1983		1994		1997	
	Den.	I.f.	Den.	I.f.	Den.	I.f.
5 m	73 ± 16	12	73 ± 12	15	8.75 + 3.9	1.5
6.5 m	44 ± 8	8	36 ± 14	7	6.25 + 1.6	1.1
8.7 m	4	0.9	47 ± 11	8.5	<1	0
14 m	9 ± 3.5	2.6	6 ± 2	2.8	0	0

Tabla 11. Datos de la población de *Pinna* sp. de la zona de estudio

Ejemplar	Identificación	Altura (cm)	Anchura (cm)
1	2B	25	18
2	2B1N	6	7
3	1B1N	7.5	8
4	3B	11	14
5	2N1B	22	22
6	1B	38	21

decir que la floración ha sido más bien escasa, quedando confinada a la parte más superficial de la pradera.

Por último, en la tabla 11 se presentan los resultados obtenidos del recuento de *Pinna* sp.. Teniendo en cuenta la existencia

de una cierta incertidumbre sobre la extensión explorada que orientativamente situamos entre 850 y 950 m², más posibles ejemplares que pasaron desapercibidos, podemos mencionar un valor de densidad de entre 60 y 70 ind. Ha⁻¹.

DISCUSIÓN

Diagnosís biológica

En cuanto a los parámetros de densidad y cobertura, la situación actual de la pradera (1997) puede considerarse globalmente buena, con valores sensiblemente parecidos a los de 1984, fecha de obtención de los datos más antiguos de que se dispone. De esta afirmación se excluye la parte más profunda, donde, por una parte, se abrió en 1990 un amplio calvero que, si bien no ha progresado, tampoco muestra síntomas de recuperación y donde, por otra parte, tanto la densidad de haces como la cobertura vegetal han disminuido netamente. Esta evolución negativa de la parte profunda se produjo fundamentalmente entre 1987 y 1990-1991, y parece en la actualidad estabilizada (caso del calvero) o con una pequeña recuperación (densidad y cobertura).

La evolución del último año se caracteriza, al igual que en los últimos dos o tres años, por una estabilización de los descriptores básicos; sólo a 6.5 m se aprecia una cierta disminución de la densidad.

Es voluntad del equipo encargado del programa de vigilancia abordar un estudio estadístico detallado de los datos cuando se disponga de al menos 10 años seguidos de observaciones, por lo que en el presente informe no se discuten en profundidad los resultados. No obstante, puede distinguirse un patrón común a todas las estaciones, junto con unas desviaciones de dicho patrón específicos de cada profundidad.

La tendencia común parece haber sido una pérdida de densidad en la época 1990-1993, y una disminución de la cobertura en 1994; los valores se recuperan en el período 1993-1997, si bien con alguna fluctuación. Las estaciones más someras mostraron máximos en densidad y cobertura entre 1984 y 1987 si bien las diferencias entre los valores actuales y aquéllos son ahora muy pequeños. La estación profunda (13 m) sufrió una pérdida de individuos y de cubierta vegetal muy fuerte en algún momento entre 1987 y 1990, pérdida que siguió, más lenta, hasta 1993 y que entre 1994 y la actualidad se ha recuperado sólo parcialmente. La estación de 8.7 m es la única que presenta en la actualidad unos valores de los indicadores biológicos por encima de los hallados en 1984 y 1987.

Lo anteriormente expuesto sugiere la existencia probable tanto de factores locales como facto-

res globales, que determinarán las fluctuaciones observadas.

En resumidas cuentas, podemos afirmar que el estado de la pradera de *P. oceanica* de las islas Medas es globalmente satisfactorio, aunque la situación en las partes profundas se halla relativamente deteriorada si bien estabilizada. No se identifican, al menos de manera obvia, factores que puedan comprometer la existencia de la pradera de *P. oceanica* en las islas Medas. Sólo quedan dudas respecto a la calidad del agua, y en particular al enturbiamiento causado por el agua del río Ter (y eventualmente por otras causas más locales). Esto podría ser la causa de algunas de las fluctuaciones interanuales observadas, así como de la pérdida de calidad (y de extensión en años anteriores) observada en las cercanías del límite profundo de la pradera. Se espera que el análisis de la serie temporal obtenida, en relación a factores ambientales clave, permita, en el futuro, una mayor concreción de estos aspectos.

Conclusiones

1º) La calidad biológica de la pradera de las islas Medas puede calificarse, globalmente de satisfactoria.

2º) Los valores de densidad y cobertura hallados en 1997 confirman la ausencia de grandes cambios en estos descriptores.

3º) La zona profunda es la que presenta, históricamente, una mayor pérdida de calidad, y esto es así tanto en las cercanías del transecto como en otras zonas. En la actualidad, no obstante, a situación se mantiene estable.

4º) El calvero abierto en 1990 se mantiene sin cambios importantes en cuanto a su morfología o extensión.

Recomendaciones y perspectivas

- La calidad del agua, a la que a menudo se atribuyen muchos de los efectos de la degradación de las praderas, debe ser estudiada en profundidad para evaluar correctamente las causas de las pérdidas de calidad apreciadas

- En 1997 se ha elaborado una cartografía de la pradera (vease apéndice 1). Se recomienda actualizar periódicamente esta cartografía en unos lapsos prudentes (por ejemplo, cada cinco años).

- Se estima asimismo de gran interés el renovar el conjunto de balizas que marcan el límite inferior de la pradera, que después de más de 10 años sumergidas (se colocaron en

1987) han concluido su vida útil. Esta herramienta, de muy bajo coste pero de enorme precisión, permite un seguimiento extensivo con un esfuerzo mínimo.

- Deben retirarse definitivamente de la pradera los bloques de cemento (muertos) fondeados para amarre de embarcaciones. El sistema de tubos metálicos clavados en la mata parece ser inocuo, y no parece haber ninguna razón válida para mantener bloques de cemento sobre el fondo vegetado, ni siquiera en zonas de calveros. Caso de ser imprescindible la presencia de muertos para embarcaciones de gran tonelaje, éstos deben y pueden ponerse fuera del límite exterior de la pradera.

- Combinando los dos puntos anteriores, se propone colocar una línea de muertos de fondeo siguiendo exactamente el límite de la pradera. Esta línea de muertos serviría para el fondeo a la vez que para el seguimiento de del límite inferior. Opcionalmente, y a criterio del órgano gestor de la reserva, podría permitirse el fondeo de la línea hacia afuera.

AGRADECIMIENTOS

A Xavi de Pedro, por animarnos desde las antípodas. A Josep M^a Llenas por su apoyo polifacético (moral, técnico, logístico, irónico).

SEGUIMENT TEMPORAL DE LA GAROTA COMUNA

Paracentrotus lividus EN LES ILLES MEDES. EXERCICI 1997

Bernat HEREU i Mikel ZABALA

Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona
Diagonal 645, 08028 Barcelona

INTRODUCCIÓ

Els herbívors marins tenen un paper fundamental en la composició i l'estructura de les comunitats algals arreu del món (Lawrence, 1975; Lubchenco & Gaines, 1981; Hay, 1991). En els mars temperats les garotes són considerades com els herbívors més importants, i en el Mediterrani occidental *Paracentrotus lividus* l'espècie de garota més abundant (Harmelin et al. 1980, 1981) es la que més importància té com a herbívor dins la comunitat d'algues fotòfiles (Verlaque, 1987). El fet que la seva densitat i distribució estigui afectada pels seus depredadors (Sala, 1996) i alhora influeixi significativament sobre les comunitats algals, fa que estigui considerada una espècie clau (Paine, 1966), indicadora de l'estat i dels canvis que es puguin produir en la comunitat d'algues fotòfiles.

Els resultats del censos realitzats durant els anys 1991-96 indiquen que la densitat i estructura de mides de *P.lividus* depèn tant de la topografia del substrat com del grau de protecció que gaudeix la zona. L'efecte de la topografia es manifesta en el fet de que en els fons de blocs les densitats són majors i les talles mitjanes menors que en les parets verticals.

El diferent grau de protecció també té un efecte clar, ja que dins la zona protegida les densitats són menors i la talla mitja superior que en les zones no protegides, encara que en els últims anys aquestes diferències tendeixen a atenuar-se.

Tenim l'impressió que la densitat actual de garota *P. lividus* sobre el litoral Mediterrani és un fet recent, mediat per la pressió de l'home sobre els seus depredadors (peixos, crustacis...) i que té unes conseqüències molt nocives per les poblacions algals: la major part dels fons mediterrànics actuals mostren símptomes de sobrepastura amb comunitats empobrides per l'excesiva pressió her-

bívora de les garotes (Kempf, 1962; Vukovic, 1982; Verlaque & Nedelec, 1983; Verlaque, 1987; Sala, 1996).

Una qüestió interessant a resoldre es valorar fins a quin punt una elevada densitat de peixos és capaç de controlar demogràficament les poblacions de garotes (Tegner & Dayton, 1981; McClanahan & Muthiga, 1989; McClanahan & Shafir, 1990; Sala & Zabala, 1996)

Els objectius d'aquest apartat del seguiment temporal de la reserva es comparar l'evolució de la densitat i de l'estructura demogràfica de les poblacions de les garotes dins i fora de la reserva en situacions que, excepte en la densitat de peixos, són molt similars.

Aquest any per primer cop es presenten les dades de la garota negra *Arbacia lixula* que s'han pres en els mateixos transectes i utilitzant la mateixa metodologia que *P. lividus* des de l'any 1995. Aquesta espècie es freqüent en la mateixa franja batimètrica que *P.lividus*, encara que s'han descrit microhàbitats diferenciats per ambdues espècies: així com *P. lividus* ocupa els fons dominats per algues erectes, *A. lixula* queda relegada a zones més esciàfiles amb dominància de algues calcàries incrustants. Es per aquest fet que s'ha descrit aquesta distribució com una forma de partició dels recursos (Frantzis et al., 1988; Kempf, 1962)

A més de la possible competència amb *P. lividus* (ja sigui pels recursos tròfics o per els refugis que les protegeixen contra els seus depredadors), *A. lixula* té l'interès afegit que es considera una espècie termófila (Francour et al., 1994), podent donar molta bona informació sobre possibles canvis a més gran escala.

D'aquesta manera aquest any introduïm un nou descriptor en el control d'invertebrats herbívors de la zona infralitoral. L'estudi comparat de les poblacions d'ambdues espècies donarà probablement una molta bona informació adicional.

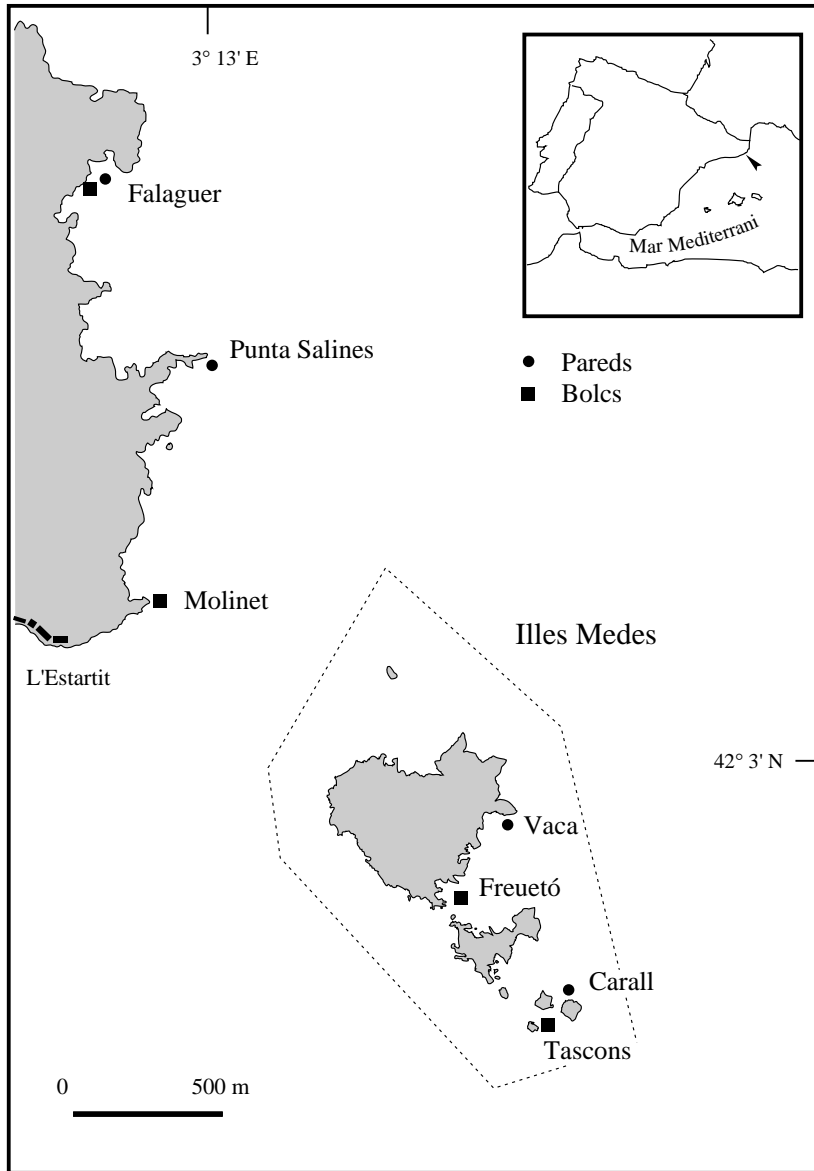


Figura 1. Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Segiment 1997. Localització dels transectes.

METODOLOGIA

Les variables triades són: 1) la densitat (nombre d'individus per metre quadrat: Ind/m²) i 2) l'estructura de les mides de la població quan es considera el diàmetre de la closca sense espines en cm. com a descriptor.

La metodologia utilitzada es la de censos visuals sobre transectes fets amb escafandre autònom. Els transectes cobreixen una superfície de 50m², i està delimitats per una cinta mètrica de 50 metres de llargada i per una barra de PVC de 1 metre de llargada amb la que es ressegueix el recorregut de la cinta mètrica. Per a calcular l'estructura de talles es mesura el diàmetre de la closca sense espines mitjançant un peu de rei amb precisió de ±1mm. En cada transecte es medeix un mínim de 100 individus, passant a continua-

Taula 1. *Garota comuna* (*Paracentrotus lividus*). Segiment 1996. Situacions experimentals dins i fora la reserva.

	Blocs	Paret
RESERVA		
C. Bernat		X
Tascons	X	
Vaca		X
Freuetó	X	
RESERVA (Costa)		
Molinet	X	
Punta Salines		X
NO RESERVA		
Falaguer	X	X

ció a contar totes les garotes trobades -sense mesurar-les- per a calcular la densitat. En el cas de *Arbacia lixula* s'han mesurat tots els individus degut a la baixa densitat de les poblacions d'aquesta espècie.

Les situacions experimentals han estat definides com a diferents combinacions del tipus de fons (blocs i paret) i el grau de protecció (reserva o no reserva), tal i com es mostren en la taula 1. De cadascuna de les situacions s'han fet 3 transectes, sient un total de 24. Aquests, han estat cada any els mateixos i s'hi troben representades totes les situacions experimentals. Les localitzacions de les estacions de mostreig no han variat respecte l'any passat i es mostren en la figura 1.

La profunditat dels transectes té una mitjana de 6m, i varia entre 5-7m. .

Per tal de veure la significació estadística de les diferències observades, s'ha realitzat anàlisi de la variància (ANOVA) de les dades resultants dels paràmetres "densitat" i "diàmetre mitjà" de les poblacions.

RESULTATS

Paracentrotus lividus

Estat de les poblacions el 1997

Els resultats obtinguts en el seguiment de *P. lividus* es resumeixen en la taula 2 i en la figura 2. La taula 2 mostra les mitges i desviacions mitja-

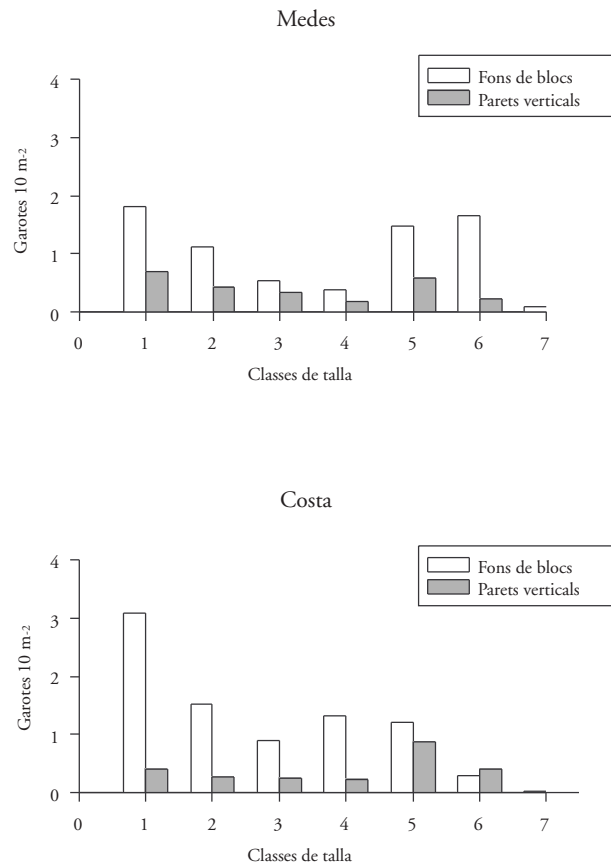


Figura 2. Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Segiment 1997. Estructura de talles dins i fora de les Medes; a) Medes; b) Costa del Montgrí.

nes de les densitats i les talles de *P. lividus*. En la figura 2 es representa en forma d'histogrames les densitats de cada classe de talla de dins i de fora la reserva en cada tipus de fons.

Taula 2. Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Segiment 1997. Densitats (Ind/m^2) i diàmetres mitjans (cm) i desviacions típiques de la garota comuna (*Paracentrotus lividus*) en els punts de mostreig de les Illes Medes i la costa del Montgrí durant l'any 1997.

	DENSITAT		DIÀMETRE	
	Xn	STD	Xn	STD
RESERVA				
Carall Bernat	0.14	0.40	3.22	1.54
Tascons	1.79	1.38	3.49	1.93
Vaca	4.02	1.63	3.08	1.78
Freuetó	8.31	4.73	3.62	2.10
COSTA RESERVA				
Punta Salines	4.60	5.06	3.78	1.70
Molinet	7.36	4.99	2.34	1.64
NO RESERVA				
Falaguer paret	3.52	3.93	4.06	1.78
Falaguer blocs	9.04	3.73	3.06	1.47

L'anàlisi comparatiu de les diferents estacions de dins i fora la reserva mostren unes densitats superiors fora de la zona protegida tant en els fons de blocs ($F(1,57) = 7,52; p < 0,008$) com en les parets verticals ($F(1,59) = 4,68; p < 0,034$). Les talles, en canvi no mostren un patró uniforme, ja que en els fons de blocs són superiors dins la zona protegida ($F(1,46) = 295,69; p < 0,00$) i en les parets verticals son inferiors ($F(1,14) = 73,88; p < 0,00$).

Evolució de les poblacions al llarg dels anys de seguiment.

Les variables en que s'ha centrat aquest estudi al llarg dels anys han estat sempre les densitats i les talles. Tant l'evolució de les densitats com la de les talles de *P. lividus* de cada estació al llarg dels anys d'estudi, es mostren en les figures 3, 4 i 5.

La figura 3 i 4 mostren l'evolució de les densitats i les talles mitges de *P. lividus* de cada estació durant els anys de seguiment. La figura 5 mostra en forma d'histogrames la freqüència rela-

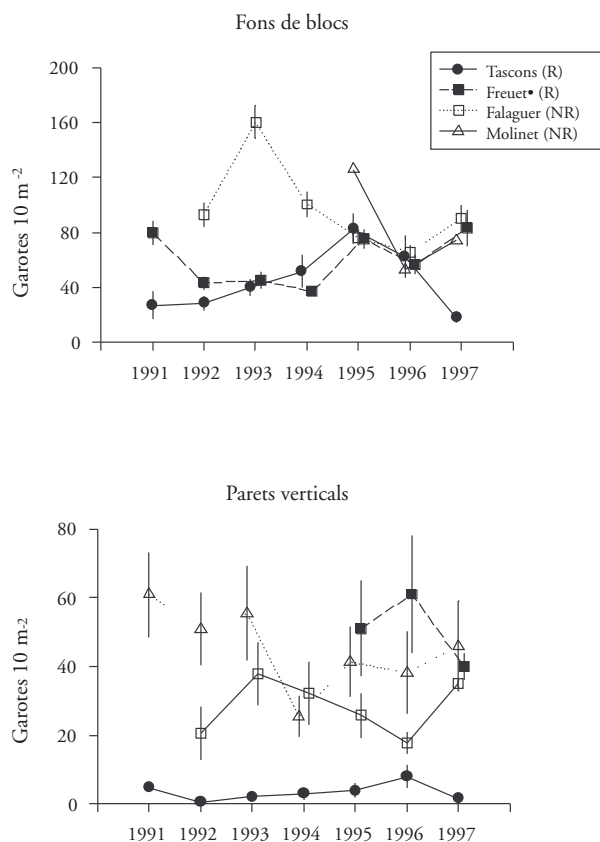


Figura 3. *Garota comuna* (*Paracentrotus lividus*). Segiment 1990-1997. Evolució de les densitats (Ind/m^2) al llarg dels anys de seguiment en les diferents situacions experimentals estudiades; a) fons de blocs, b) parets verticals. Signes plens: Medes; Signes buits: costa del Montgri.

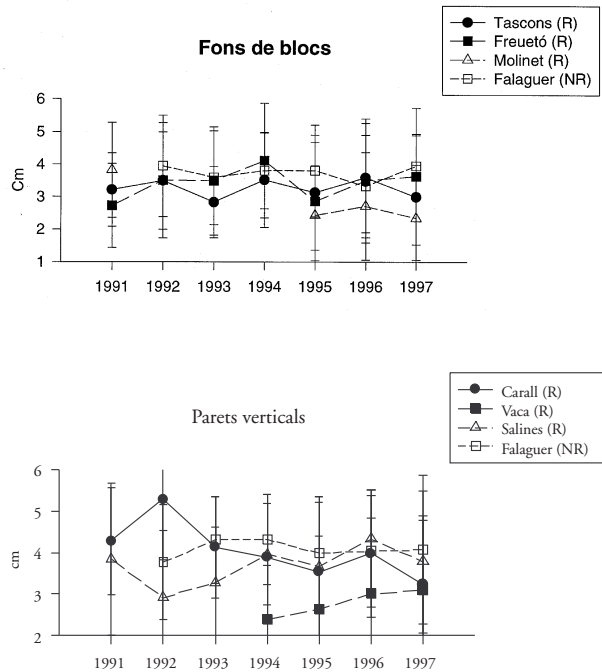


Figura 4. *Garota comuna* (*Paracentrotus lividus*). Segiment 1990-1997. Evolució de les talles mitges (cm. diàmetre) al llarg dels anys de seguiment en les diferents situacions experimentals estudiades; a) fons de blocs, b) parets verticals. Signes plens: Medes; Signes buits: costa del Montgri.

tiva de les diferents talles de cada estació durant tots els anys de seguiment.

Les densitats de *P. lividus* mostren una tendència a una homogeneització de les estacions de dins i de fora de la reserva. Així com els primers anys s'observà, sobretot en els fons de blocs, una densitat menor a les estacions de dins la reserva, durant els últims anys aquestes tendències sembla que tendeixen a disminuir, assolint totes les estacions (exceptuant enguany la dels Tascons) uns valors similars.

Les estructures de talles mostren un any més un patró bimodal, amb els pics centrats en les talles petites de 1 i 2 cm i en la talla 5-6 cm. Aquest patró es comú en els dos tipus de fons estudiats, encara que les classes de talla més petites estan més ben representades en els fons de blocs degut a l'efecte del substrat que ja va quedar demostrat en les anteriors memòries, i que un any més es manté.

En algunes estacions es pot observar un augment relatiu de les classes de talla petites, com l'estació del Carall Bernat el 1994, La Vaca el 1995, Freuetó i Tascons el 1992. Aquesta entrada de individus joves reflecteix forts pics de reclutament detectats en aquestes estacions.

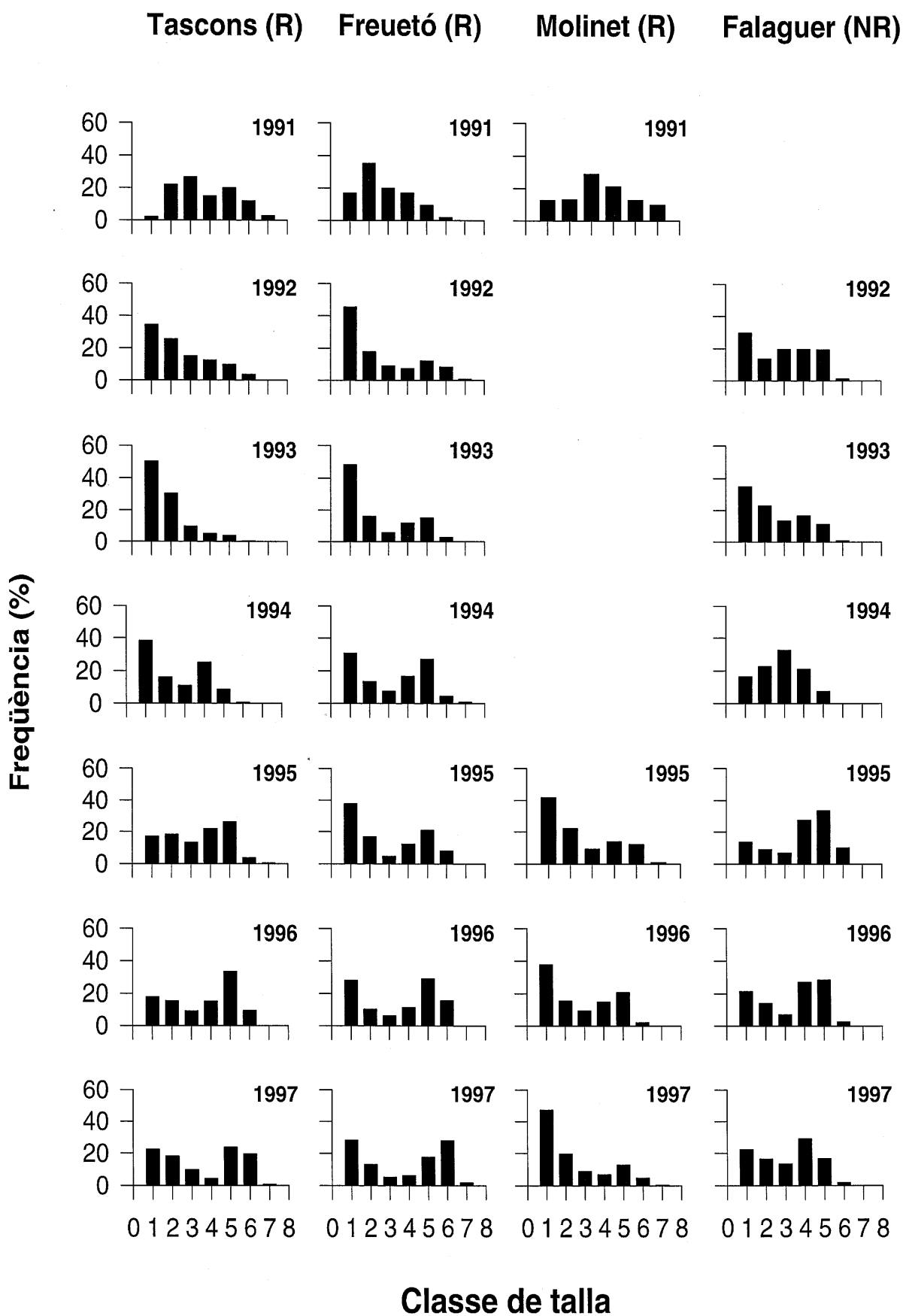


Figura 5. Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Segiment 1990-1997. Distribució de les talles a les estacions de fons de blocs al llarg de tots els anys de seguiment.

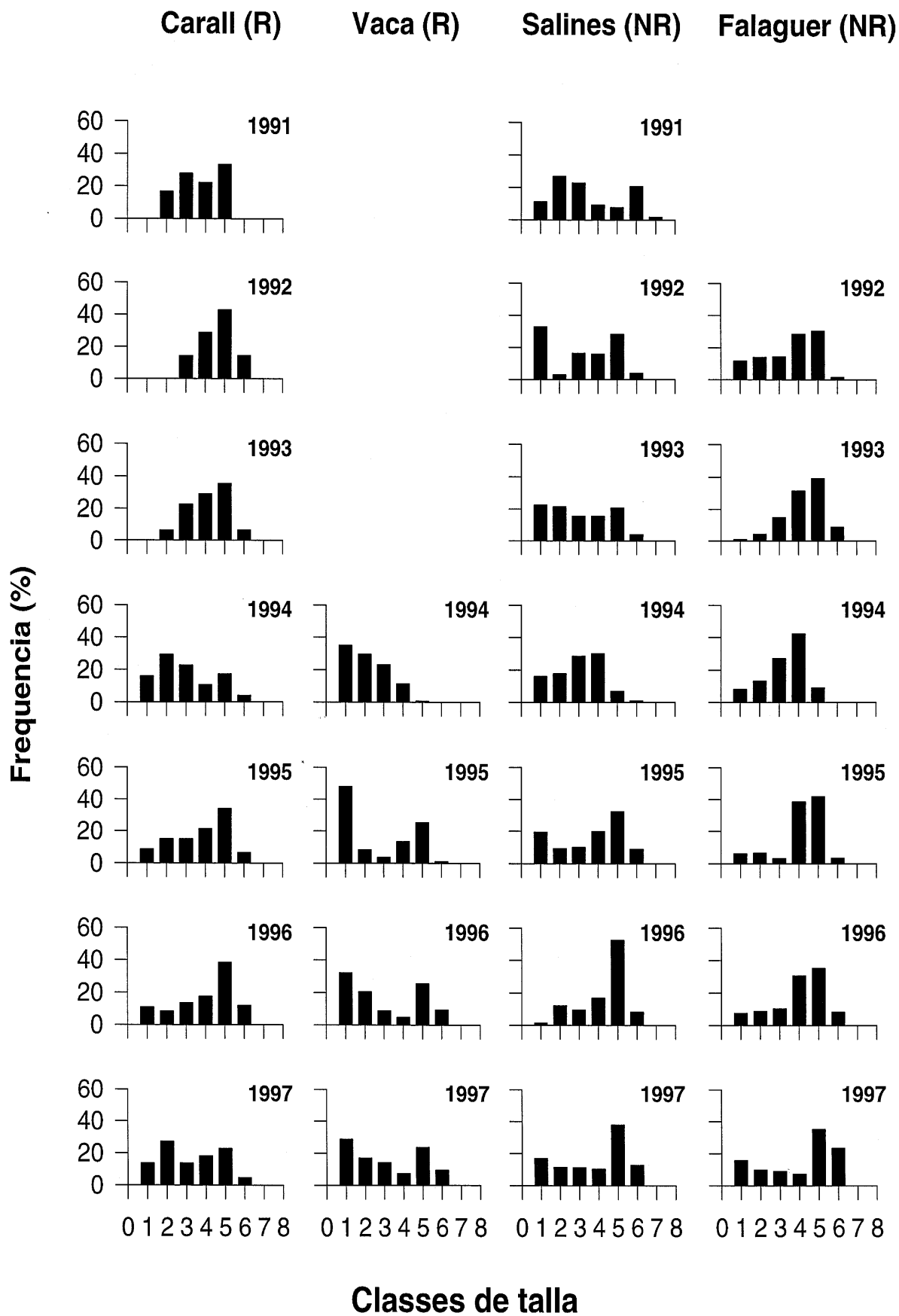


Figura 5 (continuació). Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Segiment 1990-1997. Distribució de les talles a les estacions de parets al llarg de tots els anys de seguiment.

Taula 3. Segiment 1997. Densitats mitges (Ind/m²) i desviacions típiques de *A.lixula* en les diferents situacions experimentals els anys 1995-97.

		1995		1996		1997	
		Mitja	Std.Dv.	Mitja	Std.Dv.	Mitja	Std.Dv.
Reserva	Paret	0,06	0,11	0,11	0,25	0,07	0,12
	Blocs	0,36	0,50	0,31	0,69	0,67	0,63
Costa	Paret	0,20	0,33	0,13	0,27	0,19	0,29
	Blocs	0,15	0,39	0,45	0,56	0,46	0,47

Taula 4. Segiment 1997. Talles mitges (cm) i desviacions típiques de *A.lixula* en les diferents situacions experimentals els anys 1995-97.

		1995		1996		1997	
		Mitja	Std.Dv.	Mitja	Std.Dv.	Mitja	Std.Dv.
Reserva	Paret	4,00	0,61	4,03	0,84	3,91	0,92
	Blocs	3,56	0,85	3,41	0,82	3,80	0,78
Costa	Paret	4,49	0,62	4,28	0,75	4,50	0,62
	Blocs	3,79	0,41	3,76	0,43	3,80	0,85

Arbacia lixula

Estat de les poblacions

Les taules 3 i 4 mostren els valors obtinguts en els censos de 1995, 1996 i 1997 de les densitats i talles de les diferents situacions experimentals estudiades. L'evolució de les densitats mitges i de les talles mitges de cada estació es representen en les figures 6 i 7. La figura 8 mostra els histogrames de l'estructura de talles de les poblacions de *A.lixula* en les mateixes estacions.

Efecte de la topografia.

En aquesta espècie de garota, igual que en *P.lividus*, es veu un efecte clar del tipus de fons tant en la mida com en la densitat. L'anàlisi de les densitats mostren uns valors superiors en els fons de blocs que en les parets verticals ($F(1,385)=34,42$; $p<0,00$), i la mitja de les mides és superior en les parets verticals que en els fons de blocs ($F(1,752)=85,23$; $p<0,00$).

Efecte de la reserva.

L'efecte de la protecció sobre les poblacions de *A.lixula* es molt notòria a les parets verticals tant en les densitats superiors fora de la reserva, ($F(1,174)=6,56$; $p<0,021$), com en les talles ($F(2,224)=17,98$; $p<0,00$).

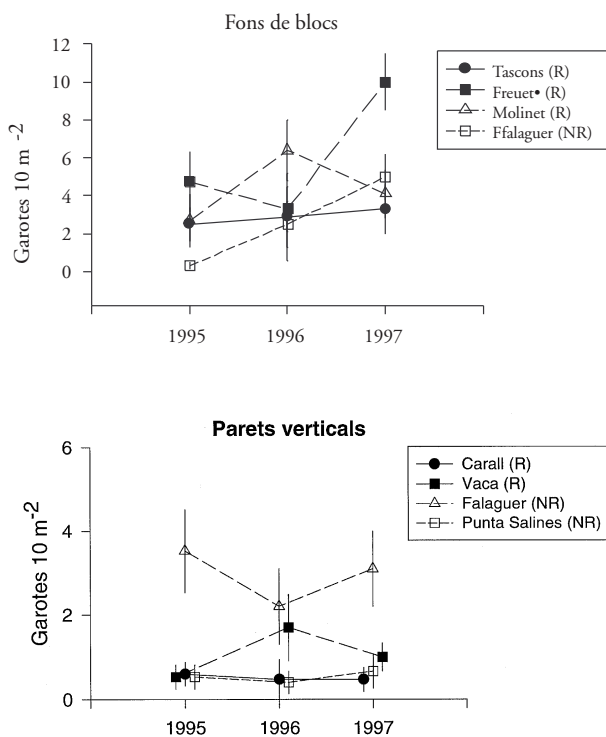


Figura 6. Garota negra (*Arbacia lixula*). Segiment 1995-1997. Evolució de les densitats (Ind/m²) al llarg dels anys de seguiment en les diferents situacions experimentals estudiades; a) fons de blocs, b) parets verticals. Signes plens: Medes; Signes buits: costa del Montgri.

En els fons de blocs no hi han diferències significatives pel que fa a les densitats ($F(1,174)=6,56$; $p<0,256$) però si en canvi en les

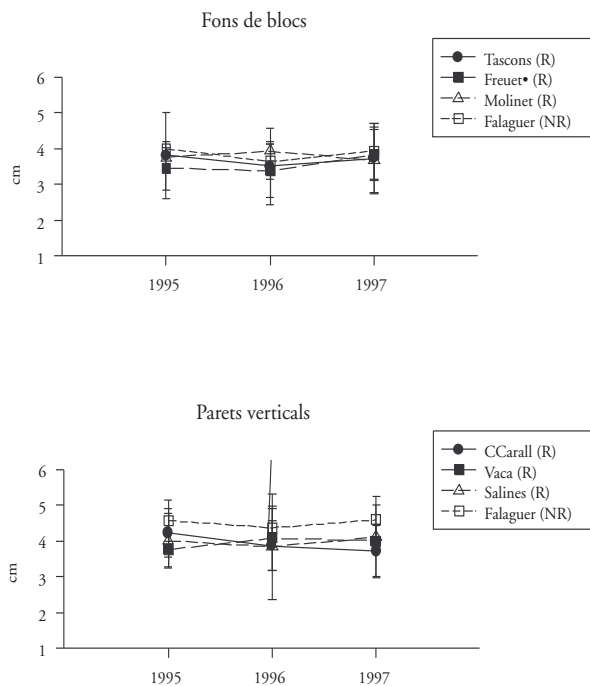


Figura 7. Garota negra (*Arbacia lixula*). Segiment 1995-1997. Evolució de les talles mitges (cm. diàmetre) al llarg dels anys de seguiment en les diferents situacions experimentals estudiades; a) fons de blocs, b) parets verticals. Signes plens: Medes; Signes buits: costa del Montgrí.

talles, igual que en les parets verticals, son superiors a fora que dins de la reserva ($F(1,581)=4,90$; $p<0,027$).

Evolució de les poblacions. Interval 1995-1997.

Durant els tres anys d'estudi s'han pogut observar canvis en les densitats de les poblacions de *A. lixula*. Així, les densitats mitges en els fons de blocs han sofert un increment, tant dins com fora de la zona de reserva (sobretot l'any 1997) ($F(2,87)=3,37$; $p<0,02$). Aquestes diferències no s'han observat en les zones de parets verticals ($F(2,17)=,04$; $p<0,96$).

L'estructura de talles de les poblacions mostren un patró unimodal, clarament diferent al de *P. lividus*, amb una important acumulació en les talles de 4 i 5 cm.

No s'han trobat diferències en la mitja dels diàmetres entre els diferents anys de control ($F(2,751)=,76$; $p<0,467$).

CONCLUSIONS

Un dels efectes indirectes o en cascada més notables de la pressió humana (excesiva) sobre els depredadors de molts ecosistemes, tant terrestres

com aquàtics, és el desenvolupament desmesurat d'algunes poblacions d'herbívoros; els herbívors, lliures de control, poden produir severos episodis de sobre-pastura que, en reduir excessivament la cobertura vegetal necessària per a moltes altres espècies (com recurs tròfic i refugi), de retruc porten a un empobriment de la biodiversitat global del sistema. Aquest efecte ha estat posat en evidència amb els ungulats domèstics (p.e. cabres), amb els grans herbívors de la savana africana (p.e. elefants), però també en els sistemes litorals tropicals amb els equinoderms que mengen coralls (p.e. estrelles i garotes).

Un tema de recerca d'interès evident per a la gestió del patrimoni natural és avaluar fins quin punt la restauració dins els espais protegits de les poblacions de depredadors a les seves densitats "naturals" és capaç d'evitar o, en el seu cas de rectificar, una situació aguda de sobre-pastura i les seves conseqüències empobridores per la biodiversitat de l'espai.

És un fet ben establert que les garotes *Paracentrotus lividus*, els principals herbívors dels litorals rocosos mediterrànics, són capaces de canviar substancialment el paisatge vegetal per sobre-pastura (fins a produir els anomenats "jardins d'oursins" (Verlaque, 1987). Com també sembla ben demostrat que alguns peixos litorals, bàsicament espàrids (sargs *Diplodus sargus* i *D. vulgaris*, orades *Sparus aurata*) i làbrids (julivia *Coris julis*), consumeixen quantitats substancials d'aquestes garotes (Sala, 1996). El que no està ben establert encara a la Mediterrània, tot i haver estat suggerit (Sala, 1996) i provat en alguns mars tropicals (McClanahan & Muthiga, 1989), és la capacitat efectiva de la ictiofauna d'exercir un control real de les poblacions de garotes.

Front el poder regulador de la depredació (en aquest cas per part dels peixos) es troba el poder desestabilitzador (dinamitzador) del reclutament, que consisteix en l'adició de nous individus juvenils a les poblacions bentòniques des del plancton. Com les larves planctòniques poden ser desplaçades llargues distàncies pels corrents, el reclutament anual pot ser llargament independent de la mida de la població local de reproductors. Això portaria a les poblacions a un estat molt allunyat dels clàssics models d'equilibri (Lotka i Volterra en Margalef, 1974). Començem a tenir evidències que el reclutament de *Paracentrotus lividus* és un procés enormement fluctuant entre anys i entre llocs (Lozano et al., 1995); i que pot assolir màxims tan elevats (hom ha detectat més de 3000 reclutes per m^2 ; Sala, 1996) com

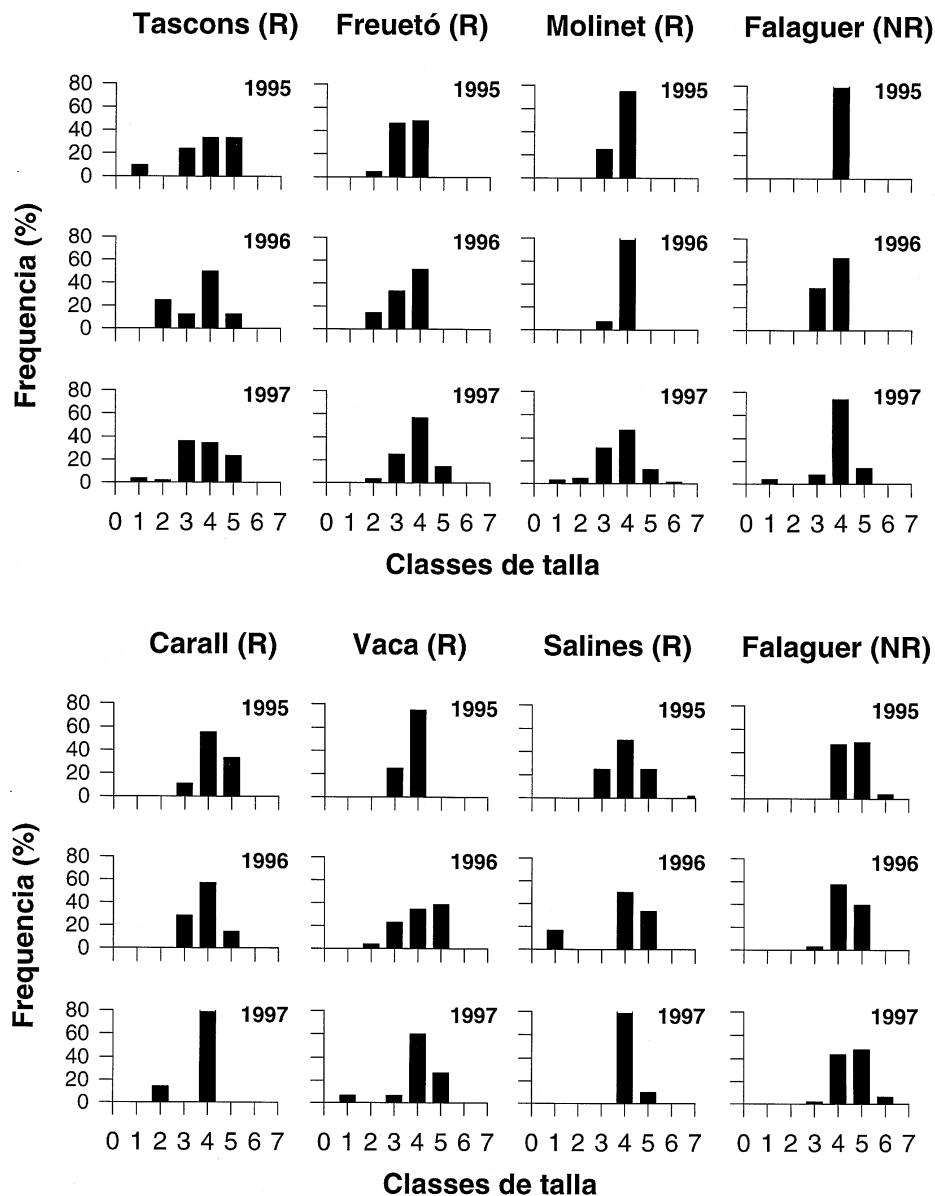


Figura 8. Garota negra (*Arbacia lixula*). Segiment 1995-1997. Histogrames de les classes de talla de cada estació al llarg de tots els anys de seguiment

per transformar completament l'estructura demogràfica d'una població.

En el conflicte sobre quin dels dos processos resulta dominant, la capacitat reguladora de la depredació o la capacitat desestabilitzadora del reclutament, un tercer factor pot tenir una importància definitiva: la topografia. Com demostren les experiències de preferències dietàries amb palangres (Sala, 1996), les fases crítiques per a la depredació de *Paracentrotus lividus* per part dels peixos són les etapes juvenils, des dels post-reclutes de tan sols uns mil·límetres de diàmetre fins a la talla d'uns 3 cm de diàmetre (Sala, 1996). Quan aquests exemplars són exposats damunt roques de superfície llisa la majoria són

consumits abans de 3 dies; però en presència d'esclerxes i blocs de mida adequada per servir-ne de refugi, sembla que bona part d'aquestes garotes són capaces d'escapar de la depredació.

Així que, perfilant la qüestió, el que interessa discutir aquí no és la possible capacitat reguladora dels peixos depredadors sobre les poblacions de *Paracentrotus lividus*, que potencialment sembla indiscutible, sino la seva capacitat real en ambients on el reclutament és important i la rugositat adequada a la supervivència dels juvenils. En concret, es tracta d'avaluar fins quin punt a les Reserves Marines, on l'efecte depredador dels peixos pot trobar la seva màxima expressió, les poblacions de peixos són capaces d'anular

de forma efectiva l'efecte contrari del reclutament en presència de fons rugosos.

La hipòtesi d'un control efectiu de les poblacions de garotes per part dels peixos dins les Reserves Marines, la podem desglosar en quatre prediccions que resulten fàcilment testables quan es comparen les densitats i l'estructura de talles de poblacions situades dintre i fora de la Reserva. Si l'hipòtesi és correcta hom espera trobar dins la Reserva:

1) valors de densitat significativament més baixos,

2) un percentatge més important de les classes "refugi" ($\Delta > 4$ cm), que ha de reflectir-se en una talla mitjana superior per al conjunt de la mostra

3) una evolució temporal menys fluctuant, que ha de reflectir-se en una variança més petita de les mitjanes anuals. Aquesta predicció pot testar-se per les densitats i les talles mesurades durant l'interval 1991-97.

4) una més gran diferència entre les talles mitjanes de les poblacions dels fons de blocs (refugi) i de parets (no refugis), que en les poblacions de fons equivalents de fora de la Reserva.

Suposem que els peixos poden depredar sobre les garotes amb més facilitat a les parets verticals, llises i sense refugis, que als fons de blocs sota els que aquestes poden trobar el seu refugi diurn. Sabem que a partir de 4 cm de diàmetre les garotes escapen de la part més important de la depredació dels peixos gràcies a la seva talla (Sala, 1996). En conseqüència, si la pressió dels peixos és forta, a les parets on els refugis són escadusers han de predominar les talles grosses, mentre que als blocs la presència de refugis permet subsistir als individus de talles petites. És a dir que una elevada pressió dels peixos ha de maximitzar la diferència en la talla mitjana entre les poblacions dels dos ambients, mentre que si la densitat de peixos és feble totes les talles poden viure als dos ambients i la diferència de la talla mitjana entre ambients ha de fer-se mínima.

A més, el sector de costa comprés entre el Molinet i Punta Salines, nominalment protegit des de 1990, ha evolucionat en aquests 8 anys, des d'una situació de no protecció similar a la de la resta de la costa fins a una situació de Reserva que, per la seva "joventut" i per un grau de vigilància més laxa podem considerar de grau mig entre el de les Medes i la costa no protegida. La densitat de peixos en aquest sector ha augmentat significativament (veure la memòria de

peixos de 1995 i 1997; Garcia-Rubiés i Zabala) de forma que l'evolució de les densitats i talles de les garotes constitueix un experiment no controlat de l'efecte de la depredació dels peixos. Si aquest efecte fos significatiu, hom podria preveure una evolució temporal a les estacions del Molinet i Pta. Salines en el sentit de :

5) un decrement de la densitat ,

6) un augment de la talla mitjana, i

7) un augment de la diferència entre les talles mitjanes dels fons de blocs (Molinet) i paret (Pta. Salines).

Alternativament, si l'efecte del reclutament fos més important que el degut a la mortalitat induïda pels peixos, cap de les anteriors prediccions tindria per que acomplir-se.

A la llum de les dades recollides durant el període de 8 anys comprés entre 1991 i 1997 revisem el grau d'acompliment d'aquestes prediccions.

Densitats significativament més baixes a la Reserva.

Les densitats varen ser significativament més baixes dins la Reserva que fora de la Reserva entre 1991 i 1994 (ambdós inclosos), però les diferències es varen anar dil·luïnt a partir de 1995 fins anul·lar-se quasi totalment els anys 1996 i 1997 (Fig. 3). Les diferències semblaven més consistentes a les parets verticals, però la inclusió de la paret de la Cova de la Vaca (Reserva), amb densitats molt superiors a les del Carall Bernat, l'altra paret de la Reserva, i més elevades que les del Falaguer (fora de la Reserva) posa en evidència que les diferències poden ser degudes a fenòmens locals i a factors que escapen a la nostra anàlisi, com la micro-rugositat de la paret o la fondària del peu de la paret que pot condicionar la capacitat de recolonització per migració dels adults. Tanmateix, si hom observa l'estructura de talles de la població de la Vaca, jove i marcadament bimodal, resulta evident que les densitats actuals provenen d'algun episodi recent de fort reclutament.

Talles mitjanes significativament més grans

La predicció de que les talles mitjanes han de ser més grans dins la reserva, on les garotes poden trobar un refugi en la talla contra els depredadors (peixos), no s'acompleix de forma consistent ni als fons de blocs ni a les parets verticals. El diàmetre mig de les garotes era significativament superior dins la Reserva que fora de la Reserva als fons de blocs entre 1991 i 1993, i al 1992 als fons de

paret. Però en 1994, amb l'incorporació de la paret de la Vaca al seguiment, es va invertir la tendència i en els anys posteriors les talles mitjanes són similars o superiors fora de la Reserva (Fig. 4).

Evolució temporal menys fluctuant

La única estació de la Reserva que sembla acomplir la predicció d'una evolució temporal poc fluctuant de les poblacions de garotes és la del Carall Bernat. És aquesta una estació que, pel seu perfil o potser per la dificultat de ser recolonitzada per les garotes que puguin desprendre-se'n durant els temporals, ha mostrat de sempre densitats extremadament baixes. Pel que fa a les demés estacions, tant de fons de blocs com de parets, i tant pel que fa a la densitat com a la talla mitjana, la variança de les mitjanes anuals no permet distingir les poblacions de la Reserva a les Medes, de les de la Reserva recent a la costa, de les de fora de la Reserva (Fig.3).

Més gran diferència entre la talla mitjana dels fons de blocs i els fons de paret.

Durant els anys 1991-93 la predicció sembla acomplir-se als parells d'estacions de la Reserva, Carall Bernat (paret)- Tascons (blocs), on les diferències són molt superiors a les observades al parell Pta. Salines (paret) - Molinet (blocs) i al parell Falaguer (paret)-Falaguer (blocs). Però aquestes diferències s'esmoreeixen i arriben a invertir-se a mida que passen els anys, de forma que en 1997 la talla mitjana de les garotes de les parets només és superior a la de les poblacions de blocs fora de la Reserva i a la Reserva "recent". A les Medes, on la pressió depredadora dels peixos és màxima, la distribució de les talles mitjanes és inversa a la predicció.

Tendència temporal al decrement de la densitat a la Reserva "recent"

No es veu una tendència clara en les densitats. A l'estació de Pta. Salines la densitat va decreixer, com previst, entre els anys 1991 i 1994, però va augmentar entre 1995 i 1997 fins a recuperar quasi un 30 % de la densitat perduda. A l'estació del Molinet, les densitats es varen medir l'any 1991 i després en l'interval de 1995 a 1997. El valor de 1995 era superior al de 1991 però després va decreixer entre 1995 i 1996 per tornar a augmentar en 1997 fins a valors propers als de 1991.

Tendència temporal a l'increment de la talla mitjana

Tampoc es veu una tendència clara en les talles mitjanes. A l'estació de la Pta. Salines la talla mitjana decreix de 1991 a 1992; creix, com previst però imperceptiblement, entre 1992 i 1996, però torna a baixar en 1997 per assolir valors molt propers als de 1991. A l'estació del Molinet, les talles mitjanes dels darrers anys (1995-97) són sensiblement inferiors a la talla mitjana de 1991.

Aquests resultats poden haver quedat enfosquits per la pressió de recol·lecció humana que selecciona les talles més grosses. Tanmateix, la pressió d'extracció de garotes en aquesta zona nominalment protegida, si ha existit, no sembla suficient per justificar les diferències.

Tendència temporal a l'augment de les diferències en les talles mitjanes dels fons de paret i blocs

L'absència de dades dels fons de blocs del Molinet entre els anys 1992 i 1994 no permet comparar més dades que la referència de 1991 amb les dades dels anys 1995-97. En aquest cas si que sembla observar-se la tendència esperada i les diferències augmenten a favor dels fons de paret. Però cal recordar que una tendència semblant ha estat observada a la costa immediata exenta de protecció, on les poblacions de peixos no han patit una recuperació quan no han mostrat una clara regressió.

En definitiva, no sembla acomplir-se cap de les prediccions fetes sota la premisa d'un eficaç control dels peixos sobre les poblacions de garotes. Al contrari, una simple ullada a l'evolució conjunta de la densitat i la talla mitjana de les poblacions d'algunes estacions de la Reserva de les Medes (p.e. La Vaca) permet concloure que no sols han existit episodis de fort reclutament, sino que els seus efectes es detecten sobre les classes diamètriques de 1-2 cm, que previsiblement han sobreviscut durant més d'un any assentades en aquelles localitats a la pressió dels peixos. Aquests episodis de reclutament són capaços de trastocar les distribucions de densitat i l'estructura de talles de totes les poblacions, sense que en aquest aspecte es pugui detectar un efecte diferencial de la Reserva.

En conseqüència, la conclusió més clara d'aquesta monitorització apuntaria a que els peixos, ni tan sols quan es troben en densitats idealment

elevades com a la Reserva de les Illes Medes, són capaços de controlar a curt-mig termini els pulsos demogràfics deguts a la variabilitat del reclutament, quan aquest és abundant i el substrat ofereix la rugositat adequada per servir de refugi.

Les densitats de *A. lixula* son de un ordre de magnitud inferior a les de *P. lividus*. Malgrat això es comporten de una forma similar. Aquest fet podria estar donat també per l'efecte dels depredadors (en els fons de blocs la disponibilitat de refugis es superior a la de les parets verticals), encara que creiem que no és tant important com en *P. lividus*.

Un fet que es constata en aquest estudi, i que pot ser important de cares al futur, es l'augment en les densitats de les poblacions d'aquesta espècie que s'ha donat des de 1995 en fons de blocs. Aquest augment podria estar causat per variacions temporals a llarg termini de les poblacions d'*A. lixula*. Aquesta, sembla que es una espècie de dinàmica més lenta que no es reproduïx cada any, tal com es pot deduir en l'anàlisi de l'estructura de talles, on les classes de talla petita son pràcticament inexistent, i en canvi hi ha una gran dominància de unes poques classes grans. Degut a aquesta baixa freqüència de reclutes en les poblacions, en els anys següents de un relutament es podrien donar canvis significatius en les densitats i les talles de les poblacions.

El fet que les poblacions d'*Arbacia lixula* puguin augmentar podria afectar a les poblacions de *P. lividus*, amb les que, encara que no s'hagi descrit que competeixin tròficament, si que ho poden fer per l'espai que ocupen (refugis).

El fet que en la zona protegida hi haguï hagut un canvi més gran faria pensar que l'efecte reserva podria ser significatiu sobre les poblacions d'*A. lixula*, encara que no es podrà determinar fins a tenir una sèrie més llarga o es facin estudis experimentals.

BIBLIOGRAFIA

- Frantzis, A., Berthon, J.F., & Maggiore, F. 1988. Relations trophiques entre les oursins *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* (Echinoidea Regularia) et le phytobenthos infralittoral superficiel dans la baie de Port-Cros (Var, France). *Sci Rep Port-Cros Nat Park*, 14, 81-140.
- Harmelin, J.G., Bouchon, C., & Hong, J.S. 1981. Impact de la pollution sur la distribution des échinodermes des substrats durs en Provence (Méditerranée nord-occidentale). *Téthys*, 10, 13-36.
- Harmelin, J.G., Bouchon, C., Duval, C., & Hong, J.S. 1980. Les échinodermes des substrats durs de l'île de Port-Cros, Parc National (Méditerranée Nord-Occidentale). *Eléments pour un inventaire quantitatif. Trav Sci Parc Nat Port-Cros*, 25-38.
- Hay, M.E. 1991. Fish-seaweed interaction on coral reef: effect of herbivorous fishes and adaptations of their prey. In Sale P.F. (Ed.), *The Ecology of Fishes on Coral Reef*. (pp. 96-119). San Diego, California, U.S.A: Academic Press.
- Kempf, M. 1962. Recherches d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lmk.) et *Arbacia lixula* (L.). *Rev Trav Stn Mar Endoume*, 25, 47-116.
- Lawrence, J.M. 1975. On the relationships between marine plants and sea urchins. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev*, 213-286.
- Le Direach, J-P, Charbonnel, E., & Marchadour, M. 1987. Le probleme de l'évaluation des stocks chez *Paracentrotus lividus* (Lmk): exemple d'une campagne de denombrement autour de l'archipel du frioul (Marseille, France). Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles, C.F. Bouderesque edit., GIS Posidonie publ., Marseille, Fr., 199-220.
- Lozano, J., J. Galera, S. López, X. Turón, C. Palacín & G. Morera, 1995. Biological cycles and recruitment of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in two contrasting habitats. *Mar Ecol Progr Ser*, 122: 179-191.
- Lubchenco, J., & Gaines, S.D. 1981. A unified approach to marine plant-herbivore interactions. I. Populations and communities. *Annu Rev Ecol Syst*, 12, 405-437.
- McClanahan, T.R., & Shafir, S.H. 1990. Causes and consequences of sea urchin abundance and diversity in Kenyan coral reef lagoons. *Oecologia*, 83, 362-370.
- McClanahan, T.R., & Muthiga, N.A. 1989. Patterns of predation on a sea urchin, *Echinometra mathaei* (de Blainville), on Kenyan coral reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 126, 77-94.
- Paine, R.T. 1966. Food web complexity and species diversity. *Am Nat*, 100, 65-75.
- Sala, E. 1996. The role of fishes in the organization of a Mediterranean subtidal community. Univ. de la Méditerranée-Aix-en-Provence-Marseille II, France.
- Sala, E., & M. Zabala 1996. Fish predation and the structure of the sea urchin *Paracentrotus lividus* populations in the NW Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 140 71-81.
- Tegner, M.J., & Dayton, P.K. 1981. Population structure, recruitment and mortality of two sea

- urchins (*Strongylocentrotus franciscanus* and *S. purpuratus*) in a kelp forest near St. Diego, California. *Mar Ecol Progr Ser*, 5, 255-268.
- Verlaque, M. & C.F. Boudouresque. Relations entre *Paracentrotus lividus* (Lamarck) et le phytobenthos de Méditerranée occidentale. Marseille, France: GIS Posidonie Pub. 5p. Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles.
- Verlaque, M., & Nedelec, H. 1983. Biologie de *Paracentrotus lividus* (Lamarck) sur un substrat rocheux en Corse (Méditerranée, France): alimentation des adultes. *Vie Milieu*, 33, 191-201.
- Vukovic, A. 1982. Florofaunistic changes in the infralittoral zone after *Paracentrotus lividus* (L.) population exploitation. *Acta Adriat*, 23, 237-241.

SEGUIMENT TEMPORAL DE LA GORGÒNIA *Paramuricea clavata* DE LES ILLES MEDES. EXERCICI 1997.

Rafel COMA¹ i Emilià POLA²

¹ Institut de Ciències del Mar. Passeig Joan de Borbó s/n. 08039 Barcelona

² Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona
Diagonal 645, 08028 Barcelona

INTRODUCCIÓ

L'objectiu d'aquest apartat del programa de monitorització del patrimoni natural de les Illes Medes és estudiar la mortalitat de la gorgònia *Paramuricea clavata*, provar de separar les causes de mortalitat naturals i antròpiques, i avaluar les taxes de mortalitat degudes a cadascuna d'elles. La finalitat última és la búsqueda de criteris de gestió que permetin reduir la regressió poblacional de l'espècie si tal regressió existeix (Weinberg, 1991).

Gràcies als treballs de recerca que ha fet possibles de forma paral·lela aquest programa de monitorització, ara sabem que la gorgònia *Paramuricea clavata* és una de les espècies més llargues i de creixement més lent (Coma, 1994) de les comunitats bentòniques de substrat rocós mediterrani. La taxa anual d'increment de l'alçada de les colònies és situada en promig per sota de 1.5 cm, i s'estima que un exemplar de 60 cm d'alçada té a les Illes Medes una edat d'uns 50 anys (pensi's que a d'altres localitats de la Mediterrània han estat observades gorgònies de més de 120 cm d'alçada màxima). Els organismes d'aquestes característiques (espècies k; Pianka, 1970) acostumen a exhibir uns valors dels paràmetres demogràfics de reclutament i mortalitat baixos i controlats (Margalef, 1974).

Es per això que la comprovació des de l'any 1991 (vegeu Memòria-1991) de l'existència d'una forta mortalitat de les gorgònies a les zones més visitades de les Illes Medes ens va posar sobre la pista del que podia ser una disfunció poblacional greu. La gravetat d'aquest procés rau en que pot comprometre seriosament el valor patrimonial de les Illes Medes, atès que es tracta d'una de les espècies que més contribueixen al seu atractiu. L'interès d'aquesta espècie té dues vessants: d'una banda, la seva pròpia bellesa; de l'altra, el seu valor com suport de persistència i complexitat

per a la resta de la comunitat coral·lígena, que és qui congrega els valors més preuats dels fons rocosos mediterranis.

MATERIAL I MÈTODES I DISSENY EXPERIMENTAL

A les memòries dels anys 1992 i 1993 es descriuen els mètodes utilitzats per aquests controls. Resumint podem dir que, si inicialment s'utilitzaren paral·lelament dues metodologies diferents, les parcel·les i els transectes, els segons han donat millors resultats que les primeres, desplaçant-les totalment en les nostres preferències. La parcel·la ha resultat ser un mètode més lent e imprecís, per la dificultat de re-localització tant de la parcel·la com a unitat (menor front de contacte), com de les colònies dins la mateixa (risc d'oblit o de doble recompte).

Com la mort es produeix principalment per arrabassament de les colònies, l'hipòtesi de partida més versemblant atribueix aquesta mortalitat a l'activitat dels escafandristes. Però aquest extrem ha de ser curiosament comprovat, tota volta que existeixen altres causes de mortalitat naturals - com la depredació o la competència de altres organismes pel substrat- o induïdes per l'home, com la contaminació.

El nostre disseny experimental, forçosament limitat perquè no existeixen gorgònies en totes les condicions desitjades, tendeix a discriminar els diferents processos i avaluar les respectives taxes de mortalitat. Hom ha analitzat l'efecte de dos factors sobre la mortalitat: el caràcter de reserva o no reserva de la localitat, i la talla de les colònies. Per a totes les colònies controlades s'anota el grau d'epibiosi en 6 categories segons el percentage de la longitud total de la colònia recoberta per epibionts: 1) no epifitades, 2) < 5 %, 3) 5- < 33 %, 4) 33- < 66 %, 5) 66-99% i 6) totalment epifita-

da. Els principals organismes epibionts son identificats per a cada colònia. Les categories descrites per a controlar el grau d'epibiosis representen un compromís entre l'importància d'aquest paràmetre com agent de mortalitat natural i el gran esforç que un control precís de l'evolució d'aquest paràmetre representaria (mitjantcant fotografies i anàlisi d'imatges), el qual està fora del abast d'aquest seguiment. La importància de l'epibiosi i resultats preliminars foren extensament expòsats en el informe del any 1995. L'epibiosi doncs ha sigut estimada durant el any 1997, però no serà comentada aquest any donat que s'ha d'entendre com un paràmetre que sols pot ser interpretar després d'una serie llarga d'anys.

Sent la mortalitat anual un valor forçosament residual, es necessita l'estudi d'una mostra poblacional molt elevada per garantir la significació estadística de les diferències observades entre diverses situacions experimentals. L'acumulació d'evidències al llarg d'una sèrie llarga d'anys ens ha semblat l'única forma prudent d'establir les relacions de causalitat. Així doncs, aquest any s'han afegit colònies a la població inicial per tal de mantindre el nombre total de colònies aproxi-

madament constant, per això s'han eliminat els valors acumulatius.

Els resultats presentats a continuació constitueixen la recopilació i actualització de tots els controls realitzats sistemàticament des de l'any 1992 fins a la data. Aquests resultats estan basats en el seguiment sistemàtic de 8 transsectes de aproximadament 50 colònies cadascun que donen lloc a uns 2400 controls de colònies de gorgònies (Taula 1).

RESULTATS

Mortalitat per arrabassament 1997

El nombre total de colònies controlades durant l'any 1997 es de 413 (Taula 2). Aquestes colònies estan distribuïdes en 8 transsectes independents, quatre dels quals estan dins la reserva (210 colònies) i quatre fora de la reserva (203 colònies). La taula 1 descriu les característiques i localització geogràfica d'aquests transsectes.

Al llarg de l'any 1997, han causat baixa un total de 24 colònies. Tretze d'elles en els transsectes dins la reserva i 11 en els transsectes de fora de la reserva (Taula 3a). D'aquestes 24 colònies 8, tres dins la reserva i cinc fora, han pogut mort totalment epifitades (Taula 3c). Dins de la reserva, la distribució del nombre de colònies arrabassades es distribueix desigualment entre els diferents transsectes. Així, el transecte 8 presenta 6 colònies arrabassades mentres que el transecte 7 sols en presenta 1. Al igual que l'any passat, el transecte fondo del Carall Bernat (transecte 7, Taula 1) ha patit una mortalitat per arrabassament inferior al dels transectes soms (transectes 6,8 i 9, Taula 1). Amb això es repeteix la situació descrita per als primers anys, en la qual la mortalitat observada en els transsectes soms és molt superior a la dels fondos (veure Memòria-1995 i 1996).

Fins aquest exercisi la mortalitat fora de la reserva sempre havia estat inferior a la mortalitat dins la reserva (Taula 4). No obstant, en el període 1996-97, igual que com ja observarem l'any 1996, no s'observen diferències en la mortalitat de les colònies de *Paramuricea clavata* dins i fora de la reserva. Dins la reserva, el nombre de colònies que han causat baixa representen del ordre del 6.5 % de les colònies mostrejades, 1.5 % de les quals han sigut trobades totalment recobertes per epífits (Taula 4). Fora de la reserva, el nombre de colònies que han causat baixa representen

Taula 1. Característiques dels transsectes considerats en aquest estudi.

Transsecte	Lloc	Reserva	Fondària (m)
6	Carall Bernat	SI	14-16
7	Carall Bernat	SI	35-41
8	Pota del Llop	SI	14-16
9	Roques del Guix	SI	12-15
10	Montgrí	NO	22-24
11	Montgrí	NO	24-26
12	Montgrí	NO	26-27
13	Montgrí	NO	27-28

Taula 2. Nombre de colònies per any i transecte.

Transsecte	1992	1993	1994	1995	1996	1997
6	50	47	46	42	50	53
7	50	45	41	38	52	56
8	50	47	44	42	50	50
9	50	48	48	46	50	51
10	50	50	47	44	50	50
11	50	50	47	43	38	50
12	50	50	49	48	47	50
13	50	50	50	48	44	53
Totals	400	387	372	351	381	413

Taula 3a. Percentatge de colònies que han causat baixa per any i transsecte. Valor absolut (v.a.), percentatge sobre el total (%).

Transsecte	1993		1994		1995		1996		1997	
	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%
6	3	6%	1	2%	4	9%	6	14%	2	4%
7	5	10%	4	9%	3	7%	1	3%	1	2%
8	3	6%	3	6%	2	5%	3	7%	6	12%
9	2	4%	0	0%	2	4%	4	9%	4	8%
10	0	0%	3	6%	3	6%	4	9%	2	4%
11	0	0%	3	6%	4	9%	5	12%	3	8%
12	0	0%	1	2%	1	2%	1	2%	5	11%
13	0	0%	0	0%	2	4%	4	8%	1	2%
Total, promig	13	3%	15	4%	21	6%	28	8%	24	6%

Taula 3b. Colònies que han causat baixa per mortalitat naturals. Valor absolut (v.a.), percentatge sobre el total (%).

Transsecte	1993		1994		1995		1996		1997	
	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%
6	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%
7	0	0%	1	2%	2	5%	0	0%	0	0%
8	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	3	6%
9	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
10	0	0%	0	0%	2	4%	0	0%	0	0%
11	0	0%	0	0%	2	4%	1	2%	0	0%
12	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	5	11%
13	0	0%	0	0%	2	4%	0	0%	0	0%
Total, promig	0	0%	1	0%	9	2%	2	1%	8	2%

Taula 3c. Colònies que han causat baixa per arrabassament. Valor absolut (v.a.), percentatge sobre el total (%).

Transsecte	1993		1994		1995		1996		1997	
	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%
6	3	6%	1	2%	3	7%	5	12%	2	4%
7	5	10%	3	7%	1	2%	1	3%	1	2%
8	3	6%	3	6%	2	5%	3	7%	3	6%
9	2	4%	0	0%	2	4%	4	9%	4	8%
10	0	0%	3	6%	0	0%	4	9%	2	4%
11	0	0%	3	6%	2	4%	4	9%	3	8%
12	0	0%	1	2%	0	0%	1	2%	0	0%
13	0	0%	0	0%	0	0%	4	8%	0	0%
Total, promig	13	3%	14	4%	10	3%	26	7%	15	4%

el 5.7 % de les colònies mostrejades, 2.7 % de les quals han sigut trobades totalment recobertes de epífits. Així doncs, el percentatge de colònies arrabassades dins la reserva ha sigut superior al de fora de la reserva (Taula 4).

Mortalitat per arrabassament acumulada entre 1992-1997

Des que es varen traçar els transsectes en 1992, la mortalitat acumulada promig per arra-

bassament dins la reserva (27.3 %) és aproximadament el doble de la observada fora de la reserva. La mortalitat natural promig acumulada fins aquest any es superior fora de la reserva (6.9 %) que dins la reserva (3.9 %, Taula 4).

Dins de la reserva la mortalitat per arrabassament acumulada mostra que les zones somes i més visitades com el Carall Bernat i la Pota del llop son les que han rebut les taxes de mortalitat més elevades, 31 % i 30 % respectivament. (Taula 3b).

Taula 4. Evolució de les causes de la mortalitat dins i fora de la reserva (en %).

RESERVA	1993	1994	1995	1996	1997
Morts naturals:					
Promig	0,0	0,6	1,2	0,6	1,5
Desviació	0,00	0,01	0,02	0,01	0,03
Arrabassades:					
Promig	6,5	3,8	4,4	7,6	5,0
Desviació	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03
NO RESERVA	1993	1994	1995	1996	1997
Morts naturals:					
Promig	0,0	0,0	3,6	0,6	2,7
Desviació	-	-	0,01	0,01	0,05
Arrabassades:					
Promig	0,0	3,5	1,1	7,2	3,0
Desviació	-	0,03	0,02	0,03	0,04

L'anàlisi de l'efecte de la talla sobre la mortalitat (Fig.1), ens permet de suggerir que les colònies petites (meny de 20 cm) acumulen la major part de les desaparicions.

DISCUSSIÓ

Causas de mortalitat

A les Medes, la mort es produeix bàsicament per arrabassament de les colònies, un procés observat fa molts anys però només valorat qualitativament per la reiterada observació de gorgònies mortes, acumulades en el fons. L'arrabassament natural per efecte de les onades només seria possible en les aigües més somes (p.e. 10 m de fondària), d'on de forma natural es troben excloses les gorgònies. Aquest fet permet atribuir a la mortalitat de les Medes un origen humà, en contraposició a altres formes de mortalitat que sobreviuen amb la gorgònia fixa al fons. En aquest últim cas, la mort per necrosi dels teixits, vingui o no precedida per "l'ofegament" dels pòlips després d'un llarg procés de recobriment per altres organismes epibionts (p.e. algues, celenteris, briozous, poliquets, etc.), pot ser atribuïda a la mortalitat natural. Però un cop més, aquesta mortalitat "natural" podria veure's indirectament afavorida per activitats humanes tals com l'eutrofització de l'aigua o la contaminació per agents tòxics. Encara que el mecanisme no ha estat estudiat de forma precisa per a aquesta espècie, l'eutrofització de l'aigua pot tenir dos efectes contraposats en l'interacció entre l'animal gran i persistent que serveix de substrat i les espècies efímeres que se li instal·len damunt: l'augment de la

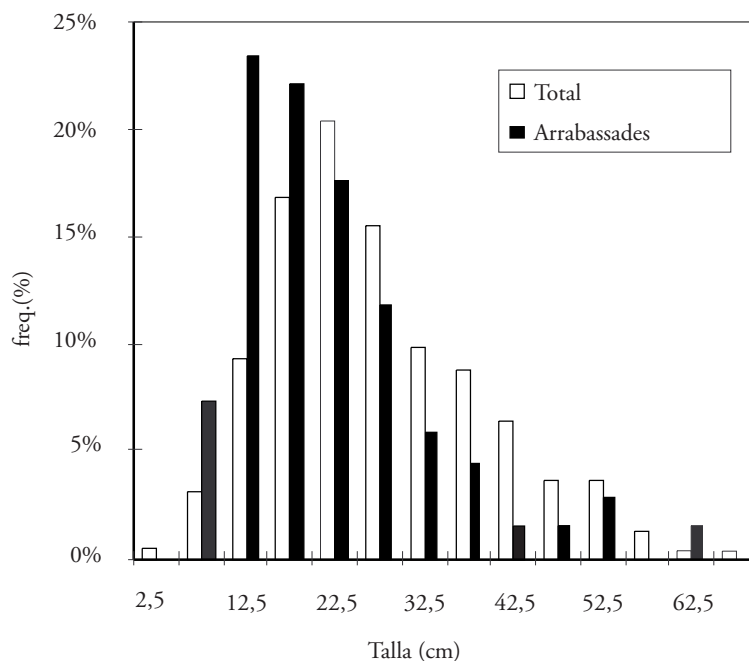


Fig. 1. Freqüència de la mortalitat de la gorgònia Paramuricea clavata en funció de la talla.

terbolesa ajudarà a la gorgònia en perjudicar el desenvolupament de les algues, que reben menys irradiància per la fotosíntesi; en compensació, l'eutrofització aportarà més nutrients que afavoriran tant el creixement de les algues com, sobretot, el de petits animals suspensívors que recubriran la colònia. Un cop instal·lats damunt seu, sembla que la competència per la superfície que dona accés a la columna d'aigua és resol pràcticament sempre a favor dels petits epibionts. De forma que la fase clau sembla ser la fixació inicial de les larves contra les que les gorgònies semblen produir productes específics de defensa química (Gerhart, 1984; Coll et al., 1982; Pawlik and Fenical, 1989). En l'estat actual dels coneixements (molt precari), tot fa pensar que un descens temporal en el nivell de defenses químiques eventualment induït per un procés de contaminació o descens inusual de la salinitat (pluges torrencials), pot obrir la porta a l'instal·lació dels epibionts. La recuperació de la gorgònia deu resultar especialment difícil si els elevats nivells de nutrients i càrrega orgànica de l'aigua segueixen beneficiant l'estratègia dels organismes d'elevada taxa de renovació.

Els resultats de l'any 1997 permeten confirmar les tendències observades en anys precedents: 1) dins de la reserva, el 88 % d'aquesta taxa de mortalitat es deguda al arrabassament, essent la mortalitat natural el 12 % del total de la mortalitat (Taula 4); 2) la taxa de mortalitat per arrabassament global de la gorgònia *Paramuricea clavata* dins de la reserva, molt semblant entre els anys, és molt elevada i es situa al voltant del 5.46 % anual, mentre que els transectes situats fora presenten valors molt més baixos, de l'ordre del 2.96 %.

En els darrers anys, s'ha observat un increment gradual del nombre de visites a la zona estudiada com a control fora de la reserva. Durant els dos últims anys aquest increment ha sigut especialment accentuat. De fet, l'any passat no varem trobar diferències en la mortalitat per arrabassament dins i fora de la reserva. Aquest any la mortalitat global dins i fora de la reserva es semblant (reserva: 6.5, no reserva: 5.7), però això ha sigut degut a que la mortalitat natural fora de la reserva ha estat superior a la de dins la reserva

(Taula 4). Aquest any la mortalitat per arrabassament dins la reserva (5 %) ha sigut molt propera a la mitja del període 1992-1997 (5.46 %), i per tant es manté la tendència observada en anys anteriors.

CONCLUSIONS

El seguiment d'aquest any continua confirmant que existeix una elevada taxa de mortalitat de *Paramuricea clavata* per arrabassament (al voltant d'un 5.5 % anual). Estudis paralels que estem duent a terme sobre el reclutament d'aquesta espècie confirmen la raresa dels episodis significatius de reclutament en *Paramuricea clavata*. Es per això, que els valors de mortalitat continuen semblant poc congruents amb la resta de paràmetres demogràfics de l'espècie.

BIBLIOGRAFIA

- Coll, J. C., LaBarre, S., Sammarco, P. W., Williams, T. and Bakus, G.J. (1982). Chemical defenses in soft corals (Coelenterata: Octocorallia) of the Great Barrier Reef: a study of comparative toxicities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 8: 271-278.
- Coma, R. (1994). *Evaluación del balance energético de dos especies de cnidarios bentónicos marinos*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- Gerhart, D.J. (1984). Prostaglandin 2A: an agent of chemical defense in the Caribbean gorgonian *Plexaura homomalla*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 19:181-187.
- Margalef, R. (1974). *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona.
- Pawlik, J. R. and Fenical, W. (1989). A re-evaluation of the ichthyodeterrent role of Prostaglandins in the Caribbean gorgonian *Plexaura homomalla*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 52:95-98.
- Pianka, E.R. (1970). On r- and k-selection. *Am. Nat.*, 104: 592-599.
- Weinberg, S. (1991). Faut-il protéger les gorgones de méditerranée. *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée*. Boudersque C.F., Avon M., & Gravez V. edit., GIS Posidonie publ., Fr., 47-52.

AVALUACIÓ DE LA POBLACIÓ DE LLAGOSTES *Palinurus elephas* DE LES ILLES MEDES. EXERCICI 1997

Marc MARÍ i David DÍAZ.

Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona
Diagonal 645, 08028 Barcelona

INTRODUCCIÓ

La llagosta (*Palinurus elephas*) ha manifestat, en els censos fets fins enguany, una nul·la capacitat de recuperació demogràfica en l'Àrea Protegida de les illes Medes. Així com altres espècies d'interès pesquer han augmentat la seva densitat, la llagosta segueix una tendència més aviat cap a la disminució de la seva densitat i cap a una distribució per sota dels 25 m de fondària, posició que les manté allunyades de les zones més freqüentades pels escafandristes i amb major densitat de predadors naturals com neros, serrans, tords o pops (Marin, 1987)

Donada la gran quantitat de juvenils de primer any trobats al cens de l'any 1996 dins de forats fets pels dàtils (*Lithophaga lithophaga*), enguany s'ha decidit començar un estudi sobre el reclutament d'aquesta espècie per complementar la informació que ens dona el cens anual de la població.

Els treballs fets a Austràlia, el mar Carib i Nova Zelanda, on la pesqueria de llagostes es molt important, han demostrat que les poblacions de llagostes es recuperen i les captures augmenten quan se segueix un pla de gestió adequat. Concretament, un dels punts claus d'aquesta gestió, és el seguiment del reclutament de fases post-larvàries al Bentos; els estudis fets en aquells països han demostrat una correlació entre el reclutament d'un any i les captures d'adults en els anys següents (Hauton). El primer pas ha estat testar diferents col·lectors per estudiar-ne la idoneïtat

El disseny del seguiment anual de la població de llagostes ens indica l'estat puntual, un cop a l'any i al més de setembre de la població de llagostes de la zona protegida, tant en la costa com en les illes. Aquestes dades prenen importància quan es poden comparar sèries llargues per veure tendències al llarg dels anys.

OBJECTIUS

El seguiment temporal de la població de llagostes (*Palinurus elephas*) al 1997 s'ha fet amb dos objectius principals:

1. Confirmar o rebutjar la teoria que la població es troba en regressió per la disminució continuada del nombre total d'individus censats d'un any al següent i, alhora, establir la distribució batimètrica i l'estructura de talles per al 1997, d'aquesta manera s'analitza l'estat de la població el 1997.

2. Testar col·lectors dels estadis post-uerulus per iniciar un estudi del reclutament d'aquesta espècie.

MATERIAL I MÈTODES

Plantejament metodològic.

L'estudi del reclutament s'ha dissenyat en dues fases; una primera fase de test de diferents dissenys de col·lectors per trobar-ne el més adient per a la captació de l'estadi post-uerulus i una segona fase, una vegada testat el col·lector, de seguiment del reclutament al bentos de *Palinurus elephas*. Al moment de l'escritura de la memòria de 1997, ens trobem a la fase inicial de l'estudi.

S'han instal·lat, a la zona dels Arquets de la costa del Montgrí, 10 col·lectors consistents en panells de plàstic amb forats cònics que reproduïxen de forma aproximada els forats fets pel bivalve *lithophaga lithophaga*. Aquests panells han estat situats en parets verticals a tres fondàries diferents i en dues orientacions per cada fondària:

- A la fondària de -5 m s'ha situat un panell amb orientació nord i un altre amb orientació sud.

- A la fondària de -10 m s'han situat 3 panells amb orientació nord i 3 més amb orientació sud.

- A la fondària de -20 m s'ha situat un panell amb orientació nord i un altre amb orientació sud.

Aquests panells han estat mostrejats amb periodicitat bimensual per extreure'n la fauna vàgil que ha estat filtrada amb una mida de malla d'1 mm.

L'estima de la mida de la població s'ha fet a partir de 15 transectes realitzats en zones favorables per allotjar llagostes. Cal remarcar que, tot i que aquestes zones llagostaires són totes per sota de la isòbata de 25 m., els transectes abasten tota la franja de fondàries entre 0 m. i 45 m.

Degut a la naturalesa de les immersions realitzades per a fer el cens de llagostes (recorreguts llargs a gran fondària), s'ha limitat el mostreig a 45 m. de fondària; un dels transectes però, ha estat allargat fins a 55 m. de fondària ja que es tracta d'una zona coneguda com a molt rica. Som conscients de que per sota de les àrees mostrejades encara poden quedar zones riques en llagostes.

Mètode

Tots els censos han estat realitzats per escombrat de les zones amb ajut de llums halògens. Encara que molt variables d'un lloc a l'altre, la mida més freqüent dels transectes s'aproxima a un rectangle de 100 x 10 m. Dins cada transecte, es comptaven totes les llagostes observades, anotant el lloc i la fondària on havien estat vistes.

Per estimar la talla s'ha utilitzat la longitud total (L), entesa com la distància des de la base de les antenes fins a l'extrem apical del telson. Les talles s'han estimat amb un regle com a referèn-

Taula 1: Llagosta (Palinurus elephas). Estructura de talles de la població en la zona estrictament protegida de les Illes Medes en 1997.

Classes de talla	Nombre d'individus
JUVENILS	23
PETITES	21
MITJANES	30
GRANS	32

cia, ordenant-les arbitràriament en 4 classes discretes:

1. JUVENIL	L < 10cm.
2. PETITA	10cm. < L < 20cm.
3. MITJANA	20cm. < L < 30cm.
4. GRAN	L > 30cm.

Aquesta estima de 10 en 10 cm. permet una ràpida classificació de la talla amb un error despreciable.

RESULTATS

Mida de la població de llagostes el 1997:

Les taules 1 i 2 representen els censos realitzats per a estimar la mida de la població de llagostes de la zona estrictament protegida, així com l'estructura de talles d'aquesta. El nombre total d'individus comptats ha estat de 106.

La figura 1 ens mostra la distribució dels individus observats a les illes per fondàries, diferenciant-ne les talles. Cal remarcar que el 93,4% de la mostra s'ha trobat per sota dels 25 m. de

Taula 2: Llagosta (Palinurus elephas). Distribució per fondàries dels individus censats en la zona estrictament protegida de les Illes Medes en 1997.

Fondària(m)	CLASSE DE TALLA				Total
	Juvenils	Petites	Mitjanes	Grans	
5-10	3	0	0	0	3
10-15	2	0	0	0	2
15-20	0	0	0	0	0
20-25	0	2	0	0	2
25-30	2	0	1	1	4
30-35	7	3	6	8	24
35-40	8	13	16	14	51
40-45	1	2	5	3	11
45-50	0	1	2	4	7
50-55	0	0	0	2	2
55-60	-	-	-	-	-

TALLES SEGONS MIDES DE LES LLAGOSTES

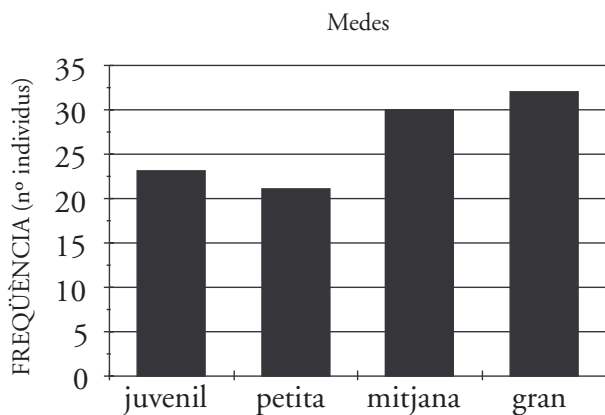


Figura 1: Llagosta (*Palinurus elephas*). Distribució per fondàries de la població censada en la zona estrictament protegida en 1997.

fondària. Es pot observar que tots els individus excepte la classe juvenil s'han vist per sota de la isòbata de 25 m. Enguany s'ha trobat un individu petit i un mitjà entre -25 i -30 m.

La figura 2 representa l'estructura de talles de la mostra. Hom pot observar que la proporció d'individus de classe petita o juvenil ($L < 20$ cm.) és del 41,51%, els quals són immaturs -la femella de menor mida que s'ha trobat amb ous és de $L=19$ cm. mentre que la talla mitjana de maturitat: talla

en que el 50% de les femelles són aptes per a pondre, està entre 21,5 i 24,5 cm. (Marín, 1987); cal remarcar també, que la proporció d'individus de $L < 30$ cm. és del 30,19%, i aquesta és la classe de talla més fecunda -la mitjana d'ous trobats per femella ovada de $L=23$ cm. és de 13.000 mentre que les femelles ovades de $L=34$ cm. duen al voltant de 134.000 ous (Marín, 1987).

Estudi del reclutament:

En una primera classificació dels organismes trobats als col·lectors, no s'han trobat post-puerulus de llagosta.

Els organismes recolectats han estat: gasteròpodes (*Columbella rustica*, *Hinia incrassata*, altres per determinar), turbel·laris (per determinar), poliquets (per determinar), crustacis (família Scyllaridae, *Galathea* sp., *Hippolyte* sp., altres per determinar), equinoderms (*Paracentrotus lividus*, *Ophioderma longicauda*) i peixos de la família dels blènids (*Parablennius rouxi*) i de la família dels Gobioesocids (*Lepadogaster* sp.)

El temporal de llevat de mitjans de novembre va destruir 8 dels deu col·lectors; al moment de la redacció de la memòria en queda un a -20 m amb orientació nord i un a -10 m amb orientació sud

DISTRIBUCIÓ DE TALLES EN FONDÀRIA MEDES

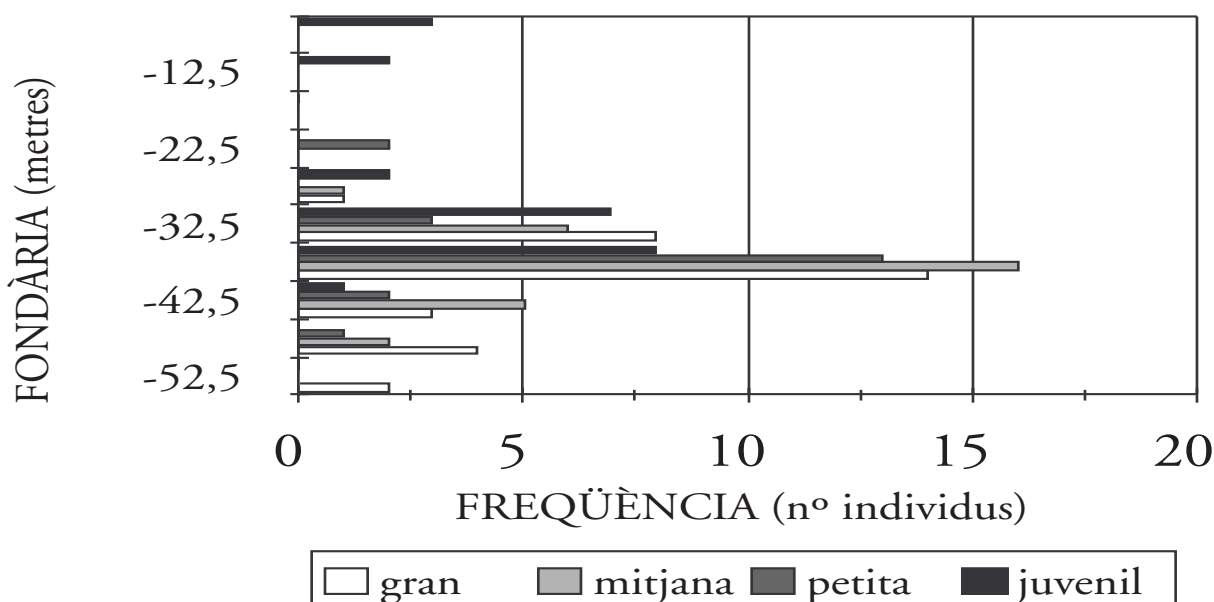


Figura 2: Llagosta (*Palinurus elephas*). Estructura de talles de la població censada en la zona estrictament protegida en 1997.

DISCUSSIÓ

Enguany hem observat un augment en el nombre total d'individus censats a les illes Medes respecte a l'any anterior; de tota manera, el nombre continua estant al voltant de la centena

Vista l'evolució del nombre total d'individus censats, creiem que el cens de l'any 1994 (161 individus) va ser excepcionalment alt i que la tendència és la centena. Tot i amb això, es trenca la tendència a la disminució del nombre total d'individus censats

Els resultats obtinguts a l'any 1997 són comparables als obtinguts l'any anterior, ja que els transectes han estat els mateixos que l'any 1996; la disminució observada en anys anteriors queda aturada amb les dades del cens d'aquest any.

Les zones del Medellot est i de la Pedra de Deu que l'any anterior van presentar molt pocs individus, han tornat aquest any a valors més alts. La Pota del Llop i el Montnegre continuen presentant un nombre molt baix d'individus; sembla, doncs, que l'abandonament detectat l'any 1996 va ser un episodi més de migracions periòdiques.

Donada la gran mobilitat observada en aquesta espècie, resulta evident que la protecció d'un espai tan reduït com són les illes Medes no es capaç de proegir a una població sencera sino a una part d'aquesta. Les variacions del nombre d'individus detectades en zones controlades durant l'any 1997 ens fan pensar que hi ha migracions entre l'Àrea Estrictament Protegida i altres zones de la costa propera. Cal ampliar l'àmbit de mostreig per a detectar els límits geogràfics d'aquesta població; aquest mostreig cal fer-lo seguint el sistema de marcatge i recaptura però amb marques permanents recuperades amb la metodologia clàssica de pesqueries; i complementada amb el seguiment d'alguns individus mitjançant radio-tracking.

Per augmentar l'estoc de llagostes caldria gestionar de forma molt més acurada la seva explotació a tot el litoral català ja que en tractar-se d'una espècie amb capacitat de migració, és possible que tota la costa nord-occidental de la Mediterrània contingui una sola població; en aquest cas caldria establir una xarxa de punts de seguiment per la costa Catalana de forma que es tinguessin dades de

la població sencera. Així doncs, el primer que cal fer és delimitar la població.

Potser la diferència entre els resultats de recuperació obtinguts en les reserves de Nova Zelanda o Austràlia i els obtinguts en les illes Medes és l'extensió de la reserva; cal una extensió mínima que garanteixi la protecció de la majoria de la població o, al menys, d'una part prou important com per què tingui capacitat de regenerar-la tota.

Analitzant la distribució de talles veiem que la població de llagostes de les illes Medes ha presentat enguany una variació molt marcada de la tendència dels darrers anys, amb un augment important de la proporció d'individus que han arribat a la maduresa sexual. Si comparem els percentatges d'individus immaturs i d'individus grans amb els de l'any anterior, observem que la capacitat reproductiva és més alta que l'any passat. Aquesta variació s'ha donat per immigració d'individus adults, ja que el creixement és massa lent per explicar aquests canvis; aquesta és l'altra possibilitat de regeneració de la població.

A la vista d'aquests resultats continua siguent recomanable l'extrema prudència en la gestió de la reserva per tal de no degenerar cap a una situació clarament negativa per a la població de llagostes. Cal conscienciar al col·lectiu d'escafandristes usuaris de la reserva per a que no promouin visites als punts on es troben les llagostes, cosa d'altra banda ben factible donat que, avui en dia, gairebé tots els individus es troben en punts poc o gens visitats; l'alta concentració de llagostes en algunes zones de l'illot del Medellot (la Bota) durant certes èpoques de l'any, desaconsellen la ubicació de cap boia per a escafandristes en aquest illot.

Pel què fa al reclutament, malgrat que fins a aquets moment no s'han trobat post-*puerulus* en els col·lectors, cal continuar el test d'aquest model fins a completar un cicle anual ja que no coneixem del cert l'estacionalitat de l'arribada de les larves al bentos. Durant les immersions per mostrejar els col·lectors s'han fet recorreguts per buscar reclutes en forats de dàtil i no se n'han trobat. Hi ha la possibilitat que el reclutament detectat l'any 1996 fos un fet excepcional i que calgui més esforç per trobar reclutes aquest any.

SEGUIMENT DE LA POBLACIÓ DE MEROS (*Epinephelus marginatus*) I D'ALTRES ESPÈCIES VULNERABLES DE LES ILLES MEDES I LA COSTA VEÏNA PARCIALMENT PROTEGIDA.

Antoni GARCIA-RUBIES¹ i Mikel ZABALA²

¹Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC). Ctra de Sta Bàrbara s/n., Blanes 17300 (Girona)

²Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona
Diagonal 645, 08028 Barcelona

INTRODUCCIÓ

No hi ha dubte que el resultat més notable dels que s'han obtingut al llarg del seguiment de la població de meros de les illes Medes ha estat l'observació de la reproducció de l'espècie l'any 1996 (ZABALA et al. 1997a i 1997b). Aquest fenomen no havia estat constatat prèviament i, per tant, pot ésser considerat com un important avanç qualitatiu en el coneixement de la biologia d'aquesta espècie tan popular com poc coneguda. Però, a més, no deixa de ser curiós el que la reproducció del mero es descobrí en una zona situada bastant més al nord de la latitud que havia estat acceptada fins aleshores com a barrera septentrional a partir de la qual el mero no es reproduïa (41° 5' N, segons CHAUVET, 1990). A rel d'aquest descobriment es varen poder observar indicis prou clars (lliurees característiques dels mascles dominants i certs comportaments indubtablement lligats a la reproducció; LOUISY, 1996; ZABALA et al. 1997a i 1997b), que semblaven demostrar que la fressa probablement també s'havia produït en d'altres zones protegides de la Mediterrània NO (com la reserva de Banyuls de la Marenda i el Parc Nacional de Port-Cros). De resultes de totes aquestes observacions, sembla clar que la reproducció del mero en la Mediterrània NO depèn a hores d'ara més del nivell de protecció de l'espècie que de qualsevol altre factor, inclòs el biogeogràfic. I això és del tot lògic si hom té en compte els requeriments mínimament necessaris perquè es produeixi la fressa del mero; és a dir: l'existència d'una elevada densitat d'exemplars i d'una estructura de la població demogràficament complexa, en la que hi siguin representades un ampli ventall de classes d'edat, jeràrquicament dominades per grans, i vells, mas-

cles territorials. Aquests requisits són difícils de ser assolits en indrets on els meros es puguin pescar, ja que la pròpia biologia de l'espècie la converteix en extremament vulnerable. Així, el mero és un peix hermafrodita proterogínic, que arriba relativament tard (al voltant dels 5 anys d'edat) a la primera maduresa sexual com a femella; el canvi de sexe no es produeix fins entre els 8 i 12 anys (CHAUVET, 1988). Tot i l'increment notable del nombre de meros a les nostres costes en els darrers anys (veure la memòria corresponent a 1994), la gran majoria dels exemplars que són capturats encara són immadurs, malgrat presentar una talla prou interessant pels pescadors (entre 30 i 40 cm). Com a conseqüència, la probabilitat que té un mero d'arribar a la primera maduresa sexual com a femella ja és molt baixa i, donada la pressió pesquera sobre l'espècie, és molt més improbable que gaires femelles assolixin l'edat del canvi de sexe. Per a agreujar més la situació, hom ha de tenir en compte que les agrupacions d'exemplars per a la fressa es produeixen durant els mesos estiuencs (juliol i agost), precisament quan el litoral és més visitat i les condicions per a practicar la caça submarina (que és el mètode més efectiu per a capturar meros) són les més propícies de l'any. Sembla prou evident que, atesa l'alta vulnerabilitat del mero i la relativa facilitat que existeix actualment per a accedir a qualsevol punt de la costa (ja sigui per terra o per mar), els requeriments mínims perquè es produeixi la necessària "massa crítica" que desencadeni el fenomen de la reproducció no es puguin assolir fàcilment fora d'aquelles zones que no es trobin estrictament protegides.

De resultes de tot plegat, no és doncs gens forassenyat atribuir el fracàs reproductiu de l'espècie a la Mediterrània NO a un origen antrò-

pic, que podria veure's agreujat per una certa limitació biogeogràfica de l'espècie. Segons aquesta hipòtesi, en d'altres zones de la Mediterrània (com les illes Balears o les costes meridionals de la península ibèrica), unes condicions ambientals més adients permetrien un nivell d'explotació similar sense malmetre del tot la capacitat reproductora de l'espècie.

Però la pesca no afecta tan sols als meros; actualment ja hi ha tot un reguitzell d'articles i treballs (BELL, 1983, GARCIA-RUBIES i ZABALA, 1990; FRANCOUR, 1991, 1994; HARMELIN et al., 1995; GARCIA-RUBIES, 1997) que demostren clarament quins són els efectes de la protecció sobre les comunitats i les poblacions de peixos litorals mediterranis. Entre tots, destaquen l'augment de les densitats i les talles de les espècies vulnerables, i un increment de la diversitat (entesa com a nombre mig d'espècies per comptatge) que es produeix a les zones protegides. Aquest augment és degut a una major freqüència d'algunes espècies altament vulnerables (GARCIA-RUBIES, 1997), com són: el déntol (*Dentex dentex*), el llobarro (*Dicentrarchus labrax*), el sarg imperial (*Diplodus cervinus*), el pagre (*Pagrus pagrus*), el corball (*Sciaena umbra*), i la dorada (*Sparus aurata*). Totes elles esdevenen extremament escadusseres en zones pescades mentre que esdevenen força abundants en zones protegides. Aquestes espècies, per tant, constitueixen uns bons indicadors del denominat efecte reserva.

OBJECTIUS

Queda fora de tot dubte que les dades sobre les densitats i les talles de la població de meros de les illes Medes obtingudes durant tots els anys de seguiment adquireixen a hores d'ara un nou interès. Si més no, han demostrat que han estat les adients per a fer possible la reproducció de l'espècie. En qualsevol cas, la població de meros de les illes Medes no és estàtica sinó que demostra un cert dinamisme, essent notables les variacions de les densitats i les talles que experimenta d'un any a l'altre (veure memòries anteriors). Com sigui que el temps transcorregut des de l'inici d'aquest seguiment ja comença a ser considerable, enguany els objectius principals que hom es planteja són: a) esbrinar si els canvis que es van produint a la població de meros de les illes Medes segueixen o no una evolució que s'ajusti a alguna pauta temporal determinada; i b) tipificar

l'estructura demogràfica de la població (immadurs, femelles i mascles), i comprovar quina ha estat llur evolució des de 1991. Concretament, la densitat de mascles respecte a la resta de la població pot ser una dada determinant per a establir quina és la relació entre sexes necessària que ha fet possible la fressa de l'espècie.

D'altra banda, hom reprèn enguany l'estudi d'aquelles espècies que han estat considerades com a molt vulnerables, i que com a tal, han esdevingut molt poc freqüents en zones on la pesca és lliure (GARCIA-RUBIES, 1997). Tot i que el mostreig ha estat optimitzat per aconseguir el màxim nombre de dades sobre els meros, també s'ha aprofitat per a fer el comptatge de totes aquestes espècies notablement afavorides per la protecció de la zona de les illes Medes i de les quals hom té un registre continu des de 1992. Aquests peixos poden ser considerats com a bons indicadors del nivell de protecció, la qual cosa justifica plenament el seguiment de l'evolució temporal de llurs poblacions, tan a la zona estrictament protegida de les Medes, com a la zona parcialment protegida del Molinet a la Punta Salines, de la que ja es tenen dades de 1994, 1996 i 1997.

MATERIAL I MÈTODES

L'estudi segueix el mètode de presa de dades emprat regularment des de 1991, que es basa en comptatges sobre corredors llargs, d'una a dues hores de durada, al voltant del perímetre de la zona protegida de les illes Medes. Cada any se segueixen els mateixos itineraris (Fig. 1), mostrant-se sistemàticament la zona del Salpatxot a la Cova de la Vaca (SCV), de l'Infern a la cova de la Vaca (ICV) i la Meda Petita (MP). En tots aquest corredors es fa un únic comptatge per temporada. A les zones en que, a partir dels resultats dels primers estudis, se sap que existeix la màxima densitat d'individus (Tascons - Carall Bernat: TCB i Ferranelles - Tascó Gros: FETG) els comptatges es repeteixen com a mínim quatre vegades durant cada temporada de mostreig. Aquestes corredors replicats es divideixen en quatre sectors (TP: Tascó Petit; TPCB: Tascó Petit - Carall Bernat; CBTG: Carall Bernat - Tascó Gros; Ferranelles: FERR). El sector situat entre el Carall Bernat i el Tascó Gros (CBTG) se solapa en ambdós corredors repetits (TCB i FETG), per la qual cosa arriba a ser mostrat fins a 8 vegades per any. Aquests recomptes repetits forneixen

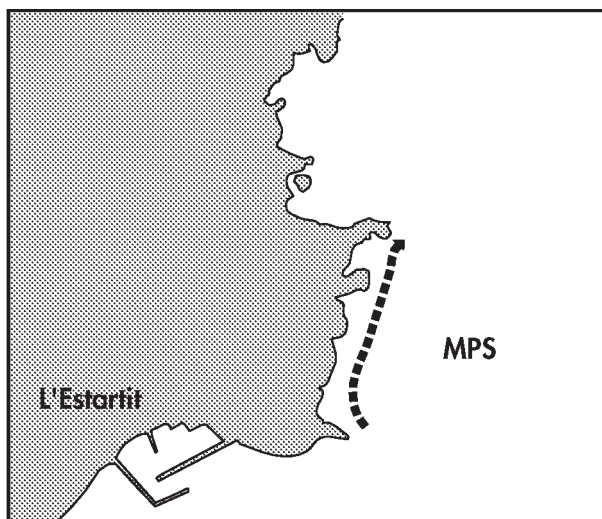
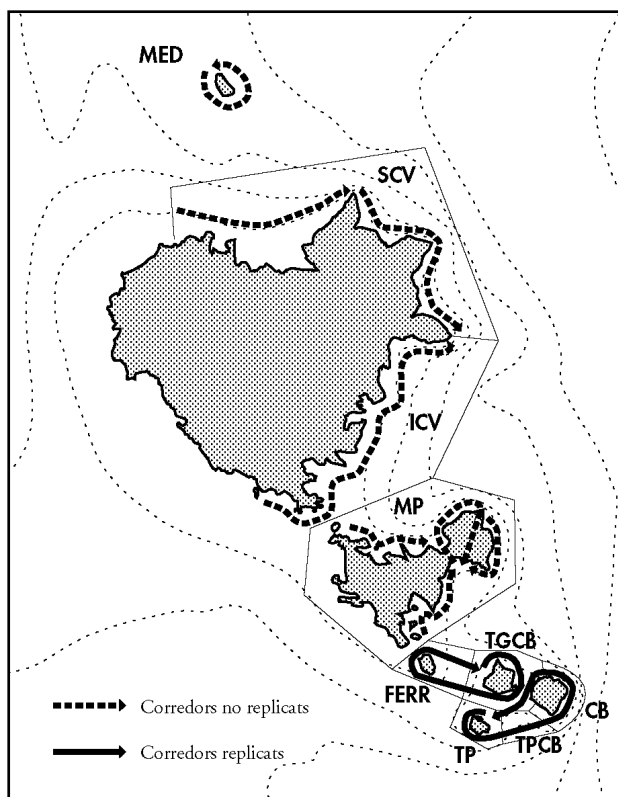


Fig. 1.- Localització dels recorreguts de recompte de meros i altres peixos vulnerables. SCV: Salpatxot-Cova de la Vaca; ICV: Infern-Cova de la Vaca; MP: Meda Petita; FETG: Ferranelles-Tascó Gros (dividit en els sectors FERR: Ferranelles i CBTG: Carall Bernat-Tascó Gros); TCB: Tascons-Carall Bernat (dividit en TP: Tascó Petit; TPCB: Tascó Petit-Carall Bernat; CBTG: Carall Bernat-Tascó Gros); MPS: Molinet-Punta Salines (zona parcialment protegida de la costa del Montgrí).



dades sobre el grau de variació a curt termini i permeten l'aplicació de mètodes d'inferència estadística per a comparar variacions interanuals tant del nombre d'individus com de les talles. Com a excepció a aquest protocol, l'any 1995 només es varen mostrejar els corredors replicats (TCB i FETG), en coincidir l'estudi amb el que es portà a terme sobre l'evolució de la ictiofauna a la costa del Montgrí.

La presa de dades sobre cadascun dels corredors segueix les pautes habitualment emprades; és a dir: l'observador es desplaça nedant lentament, aproximadament a 1m del fons, inspeccionant tots els caus del fons, i cobrint visualment una amplada mínima d'uns 10 m, a banda i banda. Quan es veu un exemplar, s'apunta la fondària a la que es troba i se'n fa una estima de llur longitud total, comparant la mida del peix amb la d'una barra d'1 m usada com a referència. Si l'exemplar reposa sobre el fons (la qual cosa no és del tot infreqüent entre els meros), l'estima de la mida és del tot més acurada, ja que es mesura exactament la longitud de substrat ocupat pel peix. S'obtenen així dades sobre la densitat d'exemplars per zona, la fondària i l'hàbitat en les que es troben i la distribució de talles de les poblacions estudiades.

Les comparacions entre les densitats de meros a les diferents zones s'han fet emprant una anàlisi de la χ^2 (ZAR, 1984) entre els

valors observats i els esperats (respecte dels anys precedents). La comparació de densitats i talles mitjanes als corredors replicats s'ha fet aplicant una anàlisi de la variància d'un (any) o dos factors (sector x any); les dades han estat transformades, sempre que ha estat necessari, a fi i a efecte de que acomplissin els requeriments mínims per a aplicar aquest mètode paramètric. Si, malgrat tot, les dades no s'ajustaven a aquests requisits mínims, han estat utilitzades anàlisis alternatives no paramètriques (ZAR, 1984).

A més a més, i en el cas particular del mero, enguany hom ha transformat les talles estimades a edats (segons la relació talla-edat fornida per CHAUVET, 1988) a fi d'establir l'estructura demogràfica de la població de la zona protegida de les illes Medes. A partir de la distribució d'edats obtinguda hom pot calcular la quantitat d'individus immadurs (<5 anys), de femelles potencialment madures (>5< 12 anys) i de mascles potencials(>12 anys), així com l'evolució temporal d'aquesta distribució. Com sigui que els mascles es poden distingir per presentar unes lliurees característiques (ZABALA, et al, 1997a) hom ha establert la densitat de mascles i la relació entre sexes observada, que ha estat comparada amb l'esperada en base a dades bibliogràfiques (CHAUVET, 1988), mitjançant un test de la χ^2 (ZAR, 1984).

Diferències significatives en els nombres absoluts o entre les mitjanes anuals no impliquen necessàriament l'existència de variacions relacionades amb el temps transcorregut des que s'inicià el seguiment (1991 pels meros i 1992 per a la resta d'espècies). Aprofitant que la sèrie de dades anuals comença a ser prou elevada, hom ha comprovat si els canvis observats en els paràmetres de les poblacions s'ajustaven significativament a una funció lineal del temps (ZAR, 1984). El nombre real d'individus de cada espècie en la zona protegida de les illes Medes ha estat calculat sumant els valors promitjats dels recorreguts repetits als que s'hi han afegit el valors instantanis obtinguts en els corredors no replicats. Aquest valor anual (incloent valors promitjats i instantanis) és el que ha estat utilitzat com a variable dependent del temps a l'hora d'establir les possibles relacions entre ambdues variables.

Hom repeteix en aquesta memòria el que ja estat esmentat les anteriors; és a dir: el nombre d'exemplars de qualsevol de les espècies estudiades és una estima indicadora més que la quantitat real d'individus que es troben en la zona protegida de les illes Medes. Com sigui que el protocol de presa de dades ha estat optimitzat pels meros, el submostreig de la resta d'espècies és segurament més acusat. En qualsevol cas, com sigui que el mateix protocol i els observadors els mateixos han estat els mateixos els diferents anys, hom admet que les mesures són perfectament comparables les unes amb les altres.

A partir de les longituds totals estimades de cadascun dels individus observats s'han calculat les talles mitjanes anuals de la població que han estat comparades mitjançant una anàlisi de la variància d'un factor (any). En qualsevol cas, només a partir d'un augment o una disminució significativa de la mida mitjana no es pot inferir (tot i ser un bon indicador) quines són les variacions anuals en l'estructura de talles de la població; és per això que s'ha establert anualment la distribució de freqüències de talles de cada espècie, tenint en compte les talles màximes i mínimes (rang), i les modals i medianes, així com la forma que adopta la distribució de talles i les diferències que puguin haver-hi entre anys, mitjançant una anàlisi de comparació de medianes (ZAR, 1984, SOKAL i ROHLF, 1979), així com una anàlisi de comparació de freqüències de Kolmogorov-Smirnoff entre anys consecutius.

Les possibles relacions lineals entre el temps i les talles (i les edats en el cas dels meros) no han estat calculades a partir dels valors mitjans, sinó

que les rectes de regressió s'han ajustat a les mides (o les edats) de cadascun dels individus observats cada any (ZAR, 1984). És per això que el coeficient de regressió (cas de produir-se la relació) sigui altament significatiu, malgrat que pugui ser baix en funció del gran nombre de talles diferents representades a la població.

El programa utilitzat per a realitzar tots els càlculs ha estat el paquet estadístic STATISTICA (StatSoft „, 1995).

RESULTATS

Evolució temporal de la població de meros (*E. marginatus*) de les illes Medes

Densitats

Observant el nombre d'exemplars en els diferents corredors repetits de 1991 fins a 1997 (taula 1), són apreciables notables diferències. Comparant dos a dos els anys consecutius mitjançant una

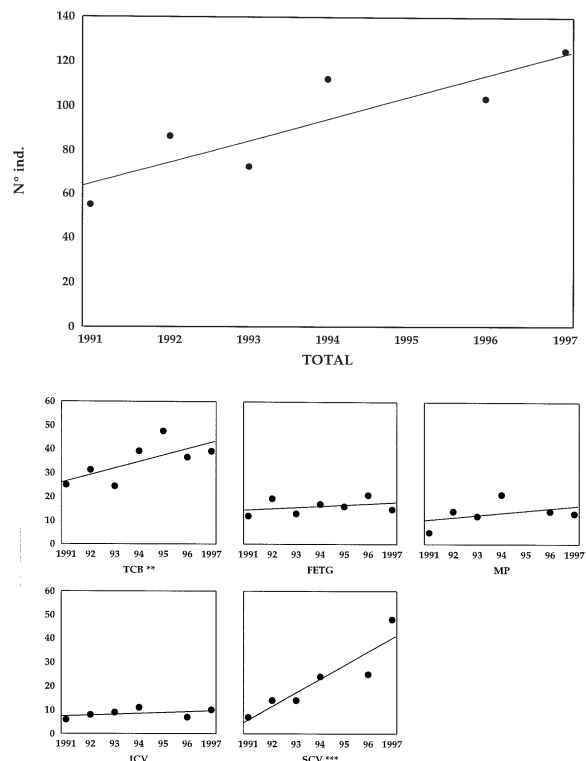


Figura 2. - a) El número total de meros observat al llarg del seguiment augmenta linealment en funció del temps; b) tot i que aquesta tendència sembla generalitzada a totes les zones, només és estadísticament significativa als corredors dels Tascons - Carall Bernat (TCB) i, especialment, del Salpatxot a la Cova de la Vaca (SCV), on l'augment de meros respecte dels anys precedents ha estat vertaderament espectacular.

Taula 1.- Diferències interanuals del nombre observat de meros per recorregut, i resultats del test de la χ^2 entre el nombre d'individus esperat (E) i l'observat (O), tenint en compte que l'any 1995 només es varen prendre dades a les zones replicades (TCB i FETG).

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
TCB	25	31,2	24,4	39,07	47,5	36,5	39
FETG	12	19,25	13	17	16	20,75	14,75
ICV	6	8	9	11		7	10
MP	5	14	12	21		14	13
SCV	7	14	14	24		25	48
Nº Total	55	86.45	72.4	112.07	63.3	103.25	124.75

O/E	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
1992	29.78 ***						
1993	18.40 **	3.92 ns					
1994	106.66 ***	14.02 **	24.38 ***				
1995	21.58 ***	9.064 **	22.56 ***	1.88 ns			
1996	74.32 ***	9.79 *	20.04 ***	4.83 ns	3.96 *		
1997	264.08 ***	86.14 ***	91.74 ***	27.44 ***	1.62 ns	24.423 ***	

anàlisi de la χ^2 (i tenint en compte que l'any 1995 només es varen prendre mostres a les zones replicades TCB i FETG), les diferències obtingudes

Taula 2 .- Nombre mig (\pm SD) d'individus als sectors dels corredors replicats dels Tascons- Carall Bernat i Ferranelles des de 1992 a 1997 (TP: Tascó Petit; TPCB: Tascó Petit - Carall Bernat; CBTG: Carall Bernat - Tascó Gros; FERR: Ferranelles).

Any	Zona	Nº ind.	SD	N
1992	TP	11,00	3,16	5
1993	TP	6,20	2,39	5
1994	TP	14,50	2,65	4
1995	TP	12,00	5,77	4
1996	TP	8,75	2,87	4
1997	TP	8,50	1,00	4
1992	TPCB	9,00	2,45	4
1993	TPCB	9,20	3,11	5
1994	TPCB	18,00	1,83	4
1995	TPCB	27,50	5,07	4
1996	TPCB	20,75	3,77	4
1997	TPCB	24,00	4,69	4
1992	CBTG	11,20	2,28	5
1993	CBTG	9,00	4,03	9
1994	CBTG	6,50	1,51	8
1995	CBTG	8,00	3,16	8
1996	CBTG	7,00	3,02	8
1997	CBTG	6,50	3,82	8
1992	FERR	19,25	3,95	4
1993	FERR	13,00	3,92	4
1994	FERR	17,00	4,97	4
1995	FERR	16,00	5,66	4
1996	FERR	20,75	2,22	4
1997	FERR	14,75	2,06	4

han demostrat ser significatives de 1991 a 1992, de 1993 a 1994, de 1995 a 1996, i entre 1996 i 1997. Entre els anys consecutius de 1992 a 1993, i de 1994 a 1995, la població sembla romandre mes o menys constant, però si hom observa el nombre total d'individus és prou evident que aquest ha experimentat un augment notable de 1991 a 1997 (taula 1), la qual cosa es confirma relacionant el temps transcorregut amb el nombre de meros que ha estat observat cada any. Així s'estableix una relació de les densitats en funció del temps que s'ajusta significativament a una regressió lineal que respon a l'equació $N^{\circ} \text{ ind.} = 54.782 + 9.793 t$ ($r = 0.87$; $r^2 = 0.76$; $p < 0.05$), tal i com es pot veure a la figura 2a. A grans trets, aquesta tendència s'observa a totes les zones que han estat mostrejades sistemàticament (figura 2b), si bé només és estadísticament significativa en el recorregut que va del Salpatxot a la Cova de la Vaca (SCV), on l'increment ha estat realment espectacular en els darrers anys ($N^{\circ} \text{ ind.} = 0.143 + 5.702 t$; $r = 0.92$; $r^2 = 0.80$; $p < 0.05$). Al recorregut replicat a la zona entre els Tascons i el Carall Ber-

Taula .3 .- Resum de l'anàlisi de la variància entre les densitats mitjanes anuals de meros als sectors dels recorreguts replicats.

	g. ll	MS	F	p
Sector	3	745.919	62.528	***
Any	5	96.771	8.112	***
Sector x any	15	92.586	7.762	***
Error	97	11.929		

Taula 4 .- Longituds mitjanes per zones i anys (Lt. mitj. \pm SD), i medianes (Lt. med.), modals (Lt. mod.), mínimes (Lt. mín.) i màximes (Lt. mín.) per anys de la població de meros de les illes Medes des de 1991 fins a 1997.

Any	ZONA	Lt. mitj.	SD	Lt. med.	Lt. mod.	Lt. mín.	Lt mín.	N
1991	TCB	57,80	15,96					25
	FETG	78,33	25,17					12
	MP	85,20	18,03					5
	ICV	70,83	18,55					6
	SCV	90,43	10,78					7
Total		70,35	21,70	70	50-80	35	130	55
1992	TCB	72,11	18,14					147
	FETG	75,61	16,97					78
	MP	74,29	27,09					14
	ICV	65,50	22,85					8
	SCV	82,50	23,35					14
Total		73,66	18,83	75	80	24	120	263
1993	TCB	74,79	18,82					135
	FETG	69,53	16,32					75
	MP	70,42	22,81					12
	ICV	75,56	24,93					9
	SCV	69,64	21,61					14
Total		72,70	18,73	70	80	40	110	245
1994	TCB	74,93	19,23					155
	FETG	64,84	16,88					95
	MP	68,33	18,77					21
	ICV	69,18	21,92					11
	SCV	71,58	20,98					24
Total		70,79	19,21	70	80	35	110	312
1995	TCB	67,77	21,23					183
	FETG	64,37	15,51					103
Total		66,55	19,40	65	70	35	110	286
1996	TCB	67,98	19,44					147
	FETG	60,10	16,96					110
	MP	67,29	21,71					14
	ICV	75,14	21,73					7
	SCV	65,24	19,22					25
Total		65,03	19,01	63	50	32	110	303
1997	TCB	66,54	21,32					149
	FETG	64,06	16,14					89
	MP	66,31	22,13					13
	ICV	59,40	20,07					10
	SCV	66,40	19,88					48
Total		65,03	19,77	60	40	35	120	316

nat (TCB), també s'observa un cert augment de la densitat de meros en funció del temps que es troba en el límit de la significació estadística (N° ind. = $23.853 + 2,703$ any; $r = 0.70$; $r^2 = 0.49$; $p < 0.08$, ns). Si hom analitza separatament els sectors en els que es divideix sistemàticament aquest

recorregut des de 1992, s'obté un increment significatiu de la densitat de meros (N° ind. = $2.271 + 3.479$ any; $r = 0.76$; $r = 0.36$; $r^2 = 0.58$; $p < 0.001$) en el sector comprès entre el Tascó Petit i el Carall Bernat (TPCB); aquest sector és, doncs, el principal responsable del increment de la den-

Taula 5. - Comparació de les talles mitjanes anuals dels meros de les illes Medes. Els resultats de les comparacions post hoc (test de Tukey) entre anys confirmen la disminució gradual de les talles mitjanes que no disminueixen mai entre anys consecutius.

	g. ll	MS	F	P
Any	6	3593.266	9.679	***
Error	1773	371.229		

	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1991	-					
1992	ns	-				
1993	ns	ns	-			
1994	ns	ns	ns	-		
1995	ns	***	***	ns	-	
1996	ns	***	***	***	ns	-
1997	ns	***	***	***	***	ns

sitat de meros observat a tota zona dels Tascos - Carall Bernat, que fins i tot compensa la disminució del nombre d'exemplars (N° ind. = 11.190 - 0.722 any; $r^2 = 0.11$; $p < 0.05$) que es produeix en el sector del freu entre el Carall Bernat i el Tascó Gros (CBTG). Els sectors corresponents al Tascó Petit (TP) i al de les Ferranelles (FERR) no presenten cap pauta temporal consistent, tot i que es produeixen certes variacions interanuals de les densitats mitjanes (Taula 2). Fent una anàlisi de la variància de dos factors (any x sector), les diferències entre les mitjanes anuals són altament significatives ($F = 8.11$; g. ll. = 5; $p < 0.001$); també és significativa la interacció entre any i sector ($F = 7.62$; g. ll. 05; $p < 0.001$), la qual cosa demostra que es produeixen tant importants variacions interanuals a les mateixes zones com entre zones durant un mateix any (Taula 3). Amb tot, si hom compara el nombre mitjà d'individus en un mateix sector els diferents anys (amb un test post-hoc de Tukey entre mostres aparellades), les diferències significatives només s'estableixen al sector TPCB, en el que es comprova un augment significatiu del nombre mig d'individus els anys 1995, 96 i 97, respecte de 1992 i de 1993 ($p < 0.01$), i de 1994 a 1995 ($p < 0.05$). Les densitats mitjanes de la resta d'estacions no varien significativament entre els diferents anys.

Talles

A grans trets hom pot dir que les talles segueixen la tendència contrària a les densitats; és a dir:

hom observa una certa disminució de les mides dels exemplars observats en funció del temps ($Lt = 76.920 - 1.806$ anys; $r = 0.091$; $r^2 = 0.020$; $p < 0.001$), tot i que la variància explicada per aquesta relació és molt baixa donat l'enorme nombre de dades i la variació de talles que presenten en un mateix any. Les talles mitjanes de la població (Taula 4) segueixen aquesta tendència. Si hom complementa aquest resultat amb una anàlisi de la variància entre les talles mitjanes, les diferències interanuals són altament significatives (Taula 5). Les talles mitjanes dels anys consecutius (comparades amb test de Tukey per a parelles de mostres) no difereixen, però, d'un any a l'immediatament posterior. De fet, la diferència no és significativa fins que hom compara la talla mitjana de l'any 1992 amb l'obtinguda el 1995, la qual resulta significativament més gran que la de l'any 1997. Entre 1996 i 1997 la talla mitjana de la població roman similar (Fig. 3a).

La tendència a la disminució de les talles en funció del temps es confirma en tots els corredors, malgrat que no sempre s'ajusten significativa-

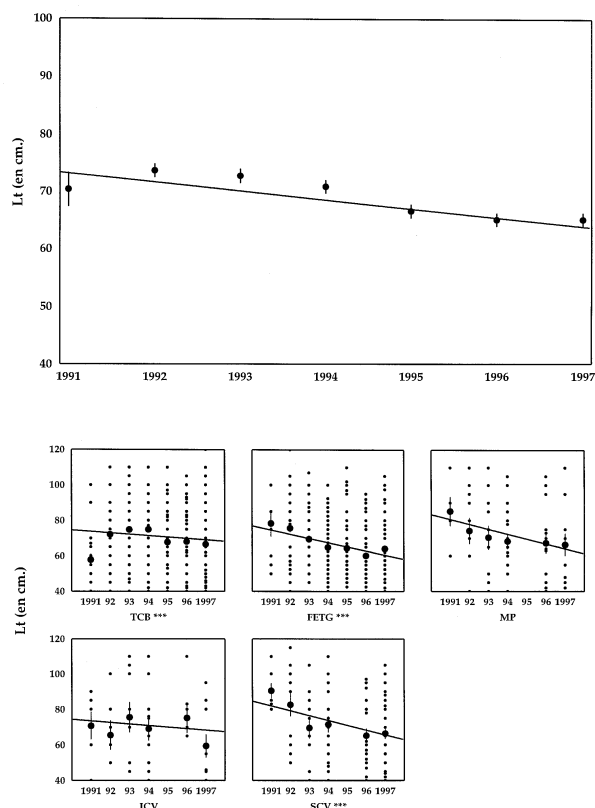


Figura 3. - a) Les talles dels meros disminueixen en funció del temps. Al gràfic es presenta l'evolució de les talles mitjanes ($\pm SE$) i la recta de regressió ajustada a les talles individuals estimades cada any; b) la tendència a la disminució de les talles es produeix a totes les zones, essent significativa als corredors TCB, FETG i SCV.

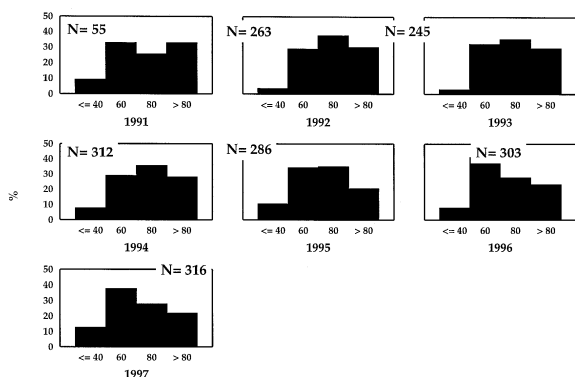


Figura 4. - Evolució de les freqüències de talles (dividides en classes de 20 cm) de la població de meros de les illes Medes.

ment. Dels 5 corredors efectuats, 3 (TCB, FETG i SCV) presenten una relació lineal negativa i significativa de les talles de 1991 a 1997. A la resta dels corredors (MP i ICV) la relació talla - temps no és estadísticament significativa (Fig. 3b).

El canvis constatats en les mides no fan sinó reflectir les variacions anuals de les freqüències de talles de la població. Cal destacar el desplaçament de la classe modal de la distribució, que era pràcticament bimodal l'any 1991 (50 i 80 cm) i roman constant en 80cm de 1992 a 1994, per passar a situar-se en 70 cm l'any 1995, i davallar dràsticament fins a 50 cm al 1996, i a només 40 cm al 1997 (Taula 3 i esquematitzat a la Fig. 4). Les talles medianes de la població també decreixen en funció del temps (Taula 3) i les diferències interanuals són significatives ($\chi^2 = 36.301$; g. ll.= 6; $p < 0.001$); si bé les distribucions de talles no presenten diferències significatives entre anys consecutius, excepte entre 1994 i 1995, la qual cosa no fa sinó confirmar que la tendència negativa és gradual.

Estructura demogràfica de la població

Les edats dels meros de les illes Medes (segons l'equació talla/edat de CHAUVET, 1988), oscil·len entre els 2 anys de l'individu més jove (observat a la Meda Petita l'any 1992), fins els teòrics 64 anys de l'individu més vell (un exemplar enorme observat al voltant de les Ferranelles, l'any 1991). Al 1997 també es va observar un gran mascle que mesurava un xic més de 120 cm de longitud, que correspondria a uns 46 anys d'edat. L'edat mitjana de la població se situa entre els 11-12 anys de 1991 a 1994, i entre els 9 i els 10 anys de 1995 a 1997 (Taula 6). Tal i com ho demostrava la disminució de les

Taula 6. - Edats mitjanes anuals (\pm SD) de la població de meros de les illes Medes.

Any	Zona	Edat	SD	N
1991	TCB	6.96	4.70	25
1991	FETG	16.58	16.77	12
1991	MP	16.87	9.97	5
1991	ICV	10.49	5.21	6
1991	SCV	18.52	7.49	7
TOTAL 1991		11.82	10.37	55
1992	TCB	11.44	7.18	147
1992	FETG	12.51	7.33	78
1992	MP	13.95	9.80	14
1992	ICV	9.64	6.80	8
1992	SCV	17.19	11.16	14
TOTAL 1992		12.15	7.67	263
1993	TCB	12.61	7.96	135
1993	FETG	10.18	5.88	75
1993	MP	11.73	9.16	12
1993	ICV	14.30	11.16	9
1993	SCV	10.95	7.12	14
TOTAL 1993		11.79	7.57	245
1994	TCB	12.71	7.97	155
1994	FETG	8.75	4.74	95
1994	MP	10.13	6.58	21
1994	ICV	11.21	9.29	11
1994	SCV	11.92	8.90	24
TOTAL 1994		11.17	7.33	312
1995	TCB	10.61	7.88	183
1995	FETG	8.63	5.93	103
TOTAL 1995		9.90	7.29	286
1996	TCB	10.21	6.56	147
1996	FETG	7.61	4.75	110
1996	MP	10.43	8.00	14
1996	ICV	13.05	9.59	7
1996	SCV	9.30	6.11	25
TOTAL 1996		9.27	6.19	303
1997	TCB	10.25	7.78	149
1997	FETG	8.55	5.33	89
1997	MP	10.36	8.91	13
1997	ICV	7.82	5.87	10
1997	SCV	9.78	6.58	48
TOTAL 1997		9.48	6.95	316

talles, sembla evident que existeix un progressiu procés de rejuveniment de la població. Com és del tot esperable (en ser l'edat una mera transformació de la talla), hom observa una disminució gradual, però significativa de l'edat dels meros de les Medes des de 1991 fins a 1997

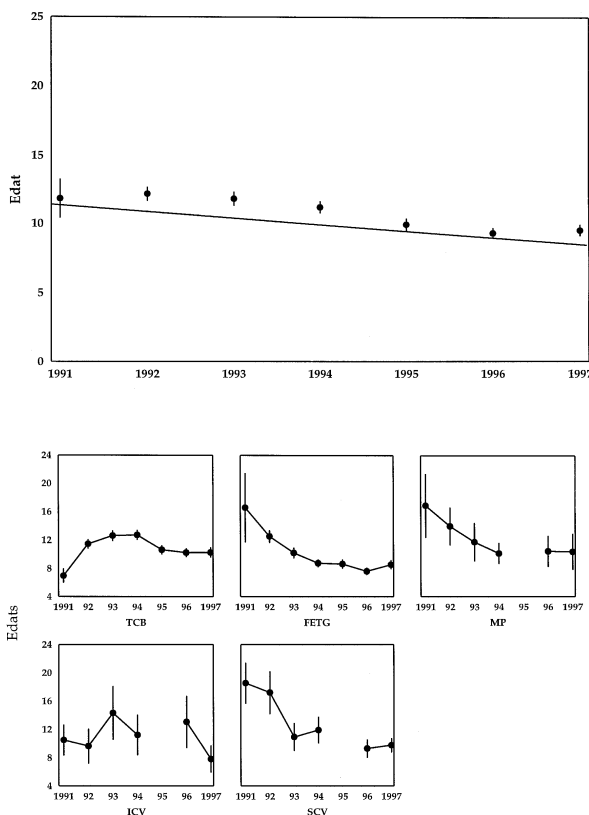


Figura 5.- Disminució de l'edat mitjana (\pm SE) en funció del temps de la població de meros a les illes Medes. La recta de regressió que demostra la tendència ha estat ajustada en base a les edats dels individus observats cada any (seguint la transformació talla-edat establerts per CHAUVET, 1988).

(Edat = $13.268 - 0.594 t$; $r = 0.14$; $r^2 = 0.02$; $p < 0.001$) (Fig. 5a). Tot i que aquesta tendència s'observa a grans trets a tots els corredors (llevat de l'ICV), la relació només és significativa en els recorreguts FETG (Edat = $13.465 - 0.899 t$; $r = -0.24$; $r^2 = 0.02$; $p < 0.001$) i SCV (Edat = $17.517 - 1.125 t$; $r = 0.31$; $r^2 = 0.02$; $p < 0.001$) (Fig. 5b).

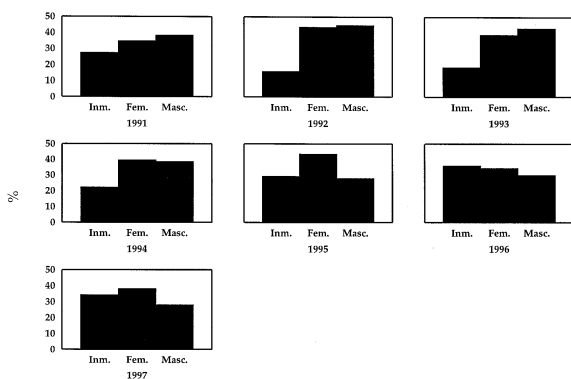


Figura 6.- Evolució anual de les freqüències d'edats dividides en tres classes: immadurs (≤ 5 anys); femelles ($\geq 5 \leq 12$ anys); i mascles (≥ 12 anys), establertes per CHAUVET(1988).

El procés queda perfectament reflectit tant si es comparen les edats mitjanes anuals (Fig. 5), com la distribució en classes d'edat de cada any (Fig. 6). El nombre d'exemplars immadurs (≤ 5 anys) tendeix a créixer percentualment de 1992 a 1996, mentre que la classe dominant de 1991 fins a 1993 (corresponent als mascles potencials de més de 12 anys) disminueix fins a ser la relativament menys representada a partir de 1995. A l'any 1996 hom obté una distribució que és gairebé simètrica a l'observada l'any 1991. El percentatge de femelles ($> 5 < 12$ anys) augmenta lleugerament de 1996 a 1997, transformant-se en la classe d'edat dominant.

Relació entre sexes

Del total de 316 exemplars observats l'any 1997, el nombre de mascles identificats en base a llurs lliures característiques ha estat de 42 exemplars. Comparant la relació entre el nombre d'exemplars integrat per femelles i exemplars immadurs (que sumen un total de 274 individus), hom pot establir una relació que difereix significativament de l'esperada (228 exemplars entre femelles i immadurs i 88 mascles) si la inversió sexual es produís a una edat màxima de 12 anys, com assegura CHAUVET (1988) ($\chi^2 = 33.326$; g. ll. = 1; $p < 0.001$) (Fig. 7). De fet l'edat mitjana dels mascles observats el 1997 se situa al voltant dels 23-24 anys (amb un mínim que se situa entre els 14 i els 15 anys i un màxim de 46).

El nombre real de mascles ha estat estimat promitjant el nombre d'exemplars en els corredors replicats (en cadascun dels sectors) als que

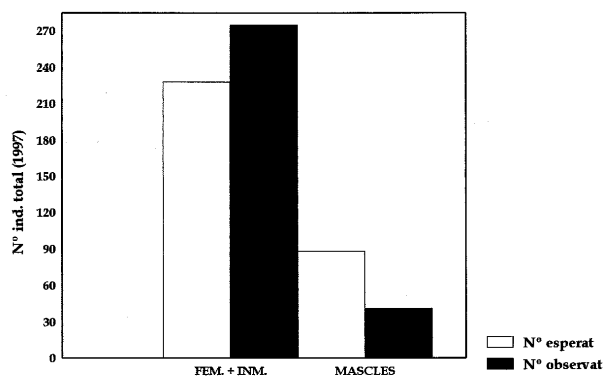


Figura 7.- Comparació entre el nombre real de mascles (identificats en base a llurs lliures característiques) i femelles i immadurs, respecte del nombre esperat si la transformació de femella a mascle es produís als 12 anys (edat màxima en la que el mero inverteix el sexe, segons CHAUVET, 1988).

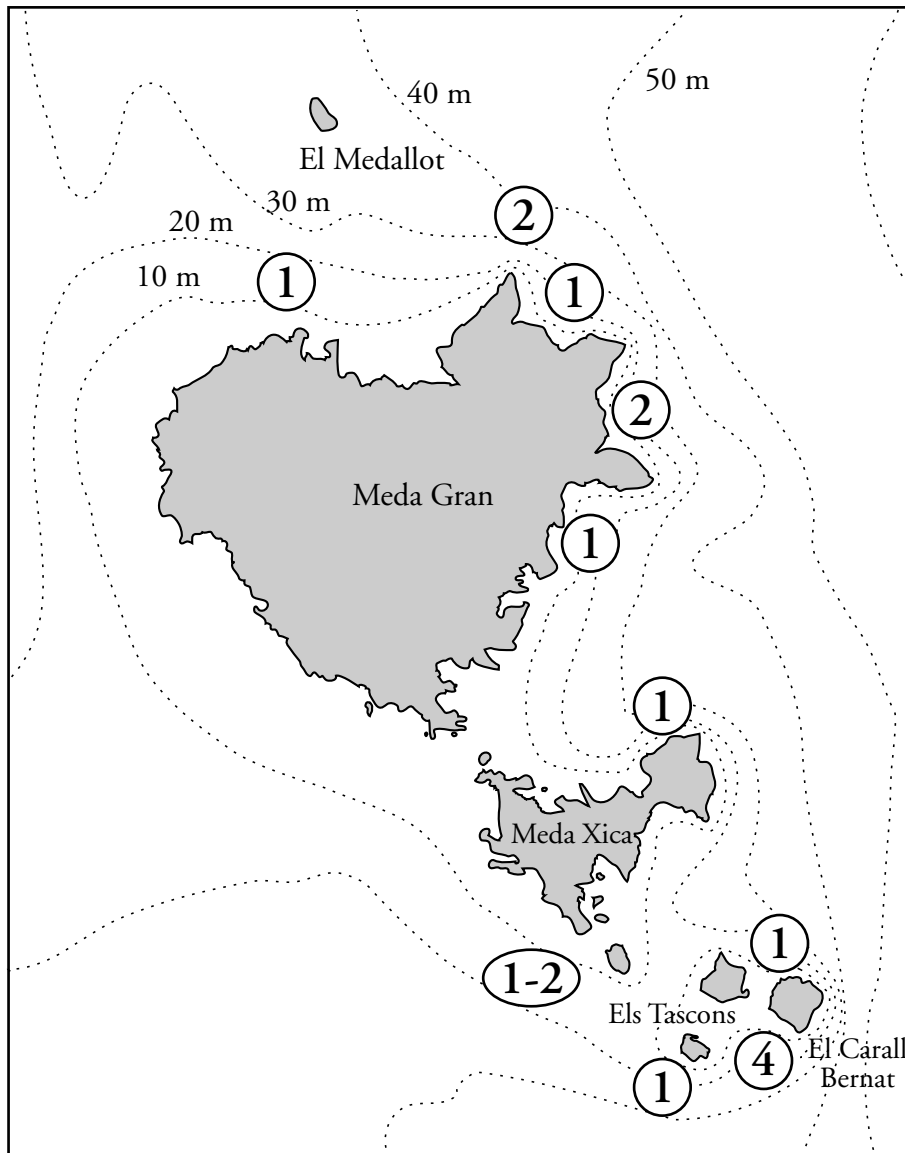


Figura 8.- Distribució dels mascles al perímetre de les illes Medes.

s'hi han sumat els observats en els corredors no replicats. El resultat final és que a la zona protegida de les illes Medes s'han quantificat 18.13 individus (és a dir, entre 18 i 19 mascles) que es troben repartits tal i com es pot veure a la Fig. 8. En qualsevol cas, la diferència és manté ($\chi^2 = 30.482$; g. ll. = 1; $p < 0.001$) si hom compara els valors reals observats (106.62 entre immadurs i femelles, i 18.13 mascles), amb els esperats (76.60 i 48.15, respectivament).

La relació entre el nombre de mascles respecte el de femelles és, en promig, de 0.16 mascles (± 0.11) per femella (o immadur); és a dir, d'uns 6.25 individus (entre femelles i immadurs) per cada mascle. Aquesta proporció es manté sense variacions significatives si hom compara els valors mitjans obtinguts als sectors dels corredors replicats ($F = 0.349$; $p < 0.001$).

Evolució de les poblacions d'altres espècies altament vulnerables

Dentex dentex

Globalment nombre de déntols de les illes Medes tendeix a incrementar-se de 1992 a 1997 (Taula 7). Així, tot i tenint en compte que l'any 1995 només es varen mostrejar les dues zones replicades (TCB i FERR), la densitat de déntols augmenta significativament en funció del temps, ajustant-se a una recta de regressió que respon a l'equació $N^{\circ} \text{ ind.} = 10.133 + 7.981 t$ ($r = 0.932$; $r^2 = 0.87$; $p < 0.05$), tal i com es pot observar a la Fig. 9a. En els corredors replicats, la densitat mitjana de déntols presenta una marcada variació entre els diferents sectors, que no fa sinó reflectir el caràcter marcadament erràtic de l'espècie. Aplicant una anàlisi de la variància

Taula 7.- Densitats de dentols als recorreguts efectuats des de 1992. En aquesta taula i les següents, les dades mitjanes (\pm SD) corresponen als diferents sectors dels recorreguts replicats (TCB: TP, TPCB i CBTG; FETG: CBTG i FERR), i les puntuals són les obtingudes als corredors no replicats.

Any	Zona	Nº ind.	SD	N
1992	TP	1.60	2.61	5
1993	TP	1.00	0.71	5
1994	TP	2.00	2.16	4
1995	TP	0.75	0.96	4
1996	TP	0.75	1.50	4
1997	TP	22.05	10.08	4
1992	TPCB	0.25	0.50	4
1993	TPCB	0.00	0.00	5
1994	TPCB	1.25	1.89	4
1995	TPCB	0.25	0.50	4
1996	TPCB	1.50	3.00	4
1997	TPCB	0.00	0.00	4
1992	CBTG	1.60	1.52	5
1993	CBTG	0.33	0.71	9
1994	CBTG	0.00	0.00	8
1995	CBTG	1.75	1.91	8
1996	CBTG	0.625	1.41	8
1997	CBTG	2.250	2.82	8
1992	FERR	1.00	0.82	4
1993	FERR	1.25	0.50	4
1994	FERR	3.00	2.16	4
1995	FERR	4.25	4.03	4
1996	FERR	19.25	15.13	4
1997	FERR	11.50	13.18	4
1992	MP	3	-	1
1993	MP	2	-	1
1994	MP	7	-	1
1996	MP	0	-	1
1997	MP	4	-	1
1992	ICV	0	-	1
1993	ICV	0	-	1
1994	ICV	0	-	1
1996	ICV	0	-	1
1997	ICV	7	-	1
1992	SCV	7	-	1
1993	SCV	2	-	1
1994	SCV	4	-	1
1996	SCV	14	-	1
1997	SCV	3	-	1

de dos factors (sector x any), hom comprova que les variacions entre sectors, entre anys, així com la interacció entre ambdós factors són significatives; és a dir: s'estableixen marcades diferències entre sectors el mateix any i entre anys al mateix sector (Taula 8). En qualsevol cas, comparant les densitats mitjanes anuals en cadascun dels sectors (test de Tukey) hom com-

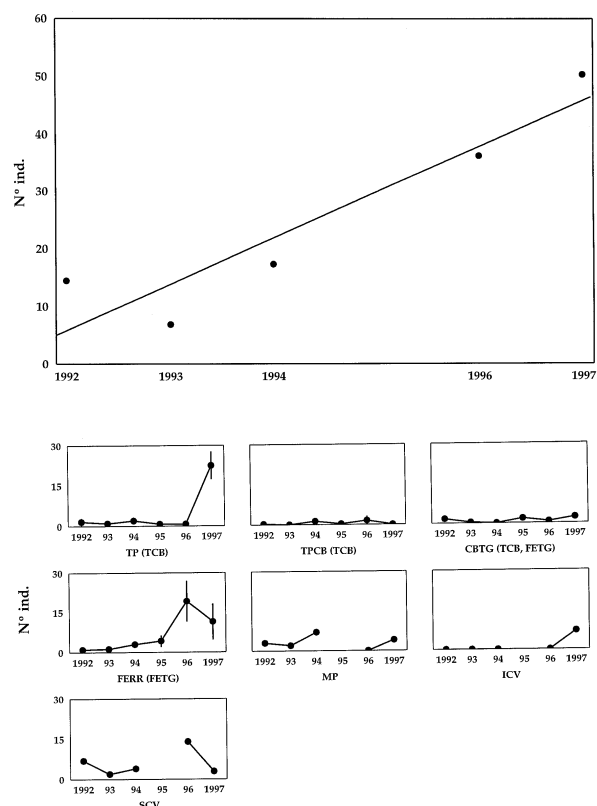


Figura 9.- a) El nombre total de dentols tendeix a augmentar significativament a la zona protegida de les illes Medes; **b)** evolució de les densitats als sectors del Tascó Petit (TP) i les Ferranelles (FERR), que corresponen als corredors replicats TCB i FETG, respectivament.

Taula 8.- Resum de l'anàlisi de la variància entre les densitats mitjanes anuals de dentols als sectors dels recorreguts replicats (dades transformades $x' = \ln(x+1)$).

	g. ll	MS	F	p
Sector	3	7.956	20.231	***
Any	5	2.877	7.317	***
Sector x any	15	1.786	4.541	***
Error	97	0.393		

prova que aquestes augmenten significativament al voltant del Tascó Petit (TP) l'any 1997 respecte de la resta d'anys anteriors; i al sector de les Ferranelles (FERR) l'any 1996 respecte de 1993 i 1994, mantenint-se relativament similars de 1996 a 1997 (Fig. 9b).

La talla mitjana dels individus (Taula 9) de la població no presenta variacions anuals significatives (Fig. 10), tot i que la distribució de talles varia bastant d'un any a l'altra com a resultat del caràcter relativament gregari de l'espècie, que tendeix a agrupar-se en bancs integrats per individus de mida similar (Fig. 11). Malgrat lleugeres variacions, tampoc les

Taula 9.- Talles mitjanes, medianes, modals, mínimes i màximes de la població de dentols de les illes Medes, i resum dels resultats de l'anàlisi de la variància entre anys.

Any	Lt. mitj	SD	Lt. med.	Lt. mod.	Lt. mín.	Lt. màx.	N
1992	44.03	12.14	45	40	25	70	31
1993	48.82	9.28	45	60	35	60	17
1994	49.88	12.61	50	50	25	85	39
1995	51.67	10.05	50	50	35	80	36
1996	46.54	9.37	47	55	18	60	154
1997	47.70	9.96	47	40	10	70	173
Factor	g. ll	MS	F	p			
Any	5	202.059	1.955	ns			
Error	444	103.329					

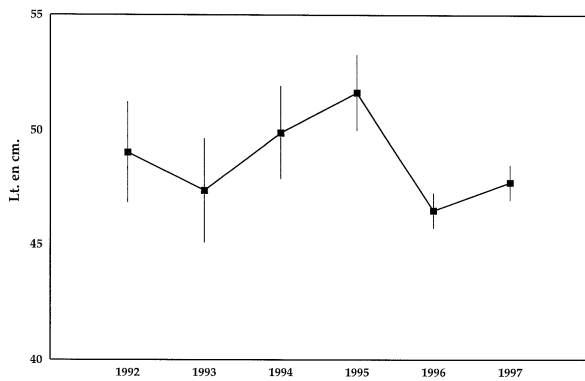


Figura 10.- Malgrat les lleugeres variacions, la talla mitjana (\pm SE) de la població de dentols no experimenta diferències significatives entre els diferents anys.

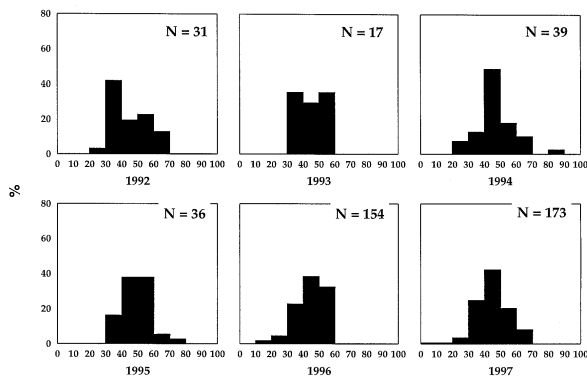


Figura 11.- Freqüències de talles anuals dels dentols (en classes de 5 cm).

diferències entre les medianes anuals són estadísticament diferents ($\chi^2 = 6.814$; g.ll. = 5; $p = 0.235$) i la talla modal oscil·la entre els 45 i els 50 cm (Taula 9). Cal ressaltar que enguany, i per primera vegada, han estat observats alguns individus petits (10cm), de menys d'un any d'edat.

Dicentrachus labrax

Globalment, la densitat de llobarros s'incrementa de 1992 a 1996, però aquesta tendència es trenca el 1997 en produir-se una certa davallada del nombre d'individus observat (Fig. 12a). Comparant les densitats mitjanes dels sectors en els corredors replicats (Taula 10), es constata diferències significatives entre sectors i anys, així com una interacció significativa entre ambdós factors, la qual cosa és del tot esperable en una

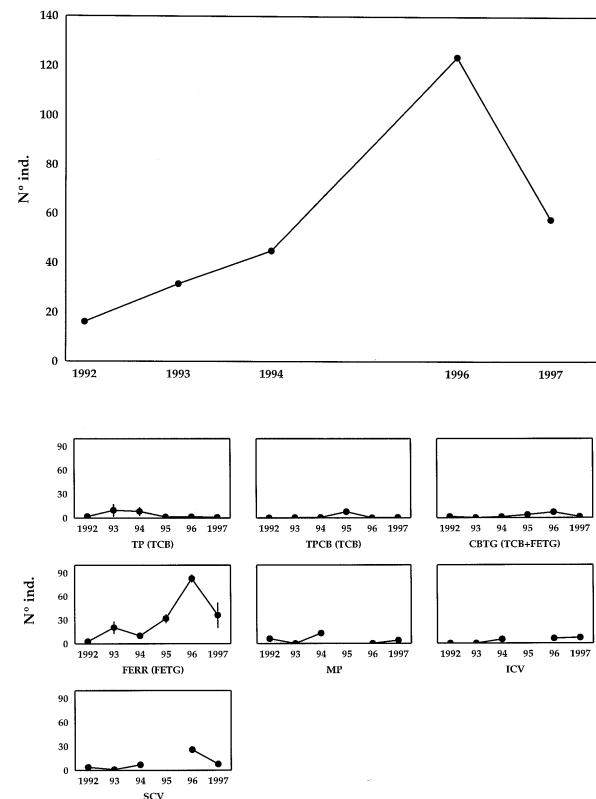


Figura 12.- a) El nombre de llobarros augmenta clarament de 1992 a 1996, però aquesta tendència sembla trencar-se l'any 1997; b) evolució temporal de les densitats de llobarros als diferents corredors i sectors mostrejats.

Taula 10.- Densitats de llobarros (\pm SD) als diferents recorreguts repetits anualment.

Any	Zona	Nº ind.	SD	N
1992	TP	2.00	3.94	5
1993	TP	9.80	16.07	5
1994	TP	8.25	9.60	4
1995	TP	1.25	2.50	4
1996	TP	1.50	2.38	4
1997	TP	0.75	0.50	4
1992	TPCB	0.00	0.00	4
1993	TPCB	0.20	0.45	5
1994	TPCB	0.50	1.00	4
1995	TPCB	7.75	7.37	4
1996	TPCB	0.00	0.00	4
1997	TPCB	0.50	1.00	4
1992	CBTG	1.40	2.19	5
1993	CBTG	0.00	0.00	9
1994	CBTG	1.125	2.47	8
1995	CBTG	3.875	7.02	8
1996	CBTG	7.00	4.96	8
1997	CBTG	1.375	2.20	8
1992	FERR	2.75	4.27	4
1993	FERR	20.50	14.64	4
1994	FERR	10.00	2.45	4
1995	FERR	32.00	9.97	4
1996	FERR	83.00	8.64	4
1997	FERR	36.00	31.22	4
1992	MP	6	-	1
1993	MP	0	-	1
1994	MP	13	-	1
1996	MP	0	-	1
1997	MP	4	-	1
1992	ICV	0	-	1
1993	ICV	0	-	1
1994	ICV	5	-	1
1996	ICV	6	-	1
1997	ICV	7	-	1
1992	SCV	4	-	1
1993	SCV	1	-	1
1994	SCV	7	-	1
1996	SCV	26	-	1
1997	SCV	8	-	1

Taula 11.- Resum de l'anàlisi de la variància entre les densitats mitjanes anuals de llobarros als sectors dels recorreguts replicats (dades transformades $x^2 = \ln(x+1)$).

	g. ll	MS	F	p
Sector	3	30.601	39.358	***
Any	5	3.705	4.765	***
Sector x any	15	2.425	3.120	***
Error	97	0.777		

espècie molt mòbil, els comptatges de la qual presenten unes variacions certament importants (Taula 11). Comparant les mitjanes obtingudes als mateixos sectors els diferents anys (test post-hoc de Tukey), hom observa una densitat mitjana significativament més elevada al sector comprès entre el Carall Bernat i el Tascó Gros (CBTG) l'any 1996 respecte de l'any 1993. Al sector de les Ferranelles (FERR) la mitjana obtinguda l'any 1996 és significativament superior a la de la resta d'anys, inclòs 1997 (Fig. 12b).

Al contrari del que ha estat observat en el cas dels déntols, la mida dels llobarros observats a les illes Medes tendeix a disminuir gradualment en funció del temps ($Lt = 53.905 - 2.602 t$; $r = 0.499$; $r^2 = 0.249$; $p < 0.001$). També disminueix la talla mitjana individual de la població (Taula 12 i Fig. 13), tot i que la distribució de freqüències de talles experimenta notables variacions interanuals, que poden ser degudes, en part, al caràcter certament gregari de l'espècie, que tendeix a agrupar-se en bancs d'individus que presenten mides similars, la qual cosa provoca el que les distribucions de freqüències de talles anuals presentin una kurtosi positiva elevada, tal i com es pot comprovar a la Fig. 14; en qualsevol cas, la classe modal que de 1992 a 1993 se situava entre

Taula 12.- Variació anual de les talles mitjanes, medianes, modals, mínimes i màximes de la població de llobarros de les illes Medes, i resum dels resultats de l'anàlisi de la variància entre anys.

Any	Lt. mitj	SD	Lt. med.	Lt. mod.	Lt. mín.	Lt. màx.	N
1992	50.26	11.37	45	45	35	85	38
1993	47.14	5.32	50	50	35	65	133
1994	41.27	7.91	40	40	27.5	85	112
1995	41.74	6.69	40	40	15	70	195
1996	37.30	4.63	40	40	27	75	436
1997	37.53	5.95	35	35	30	75	174
Factor	g. ll	MS	F	p			
Any	5	3151.43	86.089	***			
Error	1082	36.606					

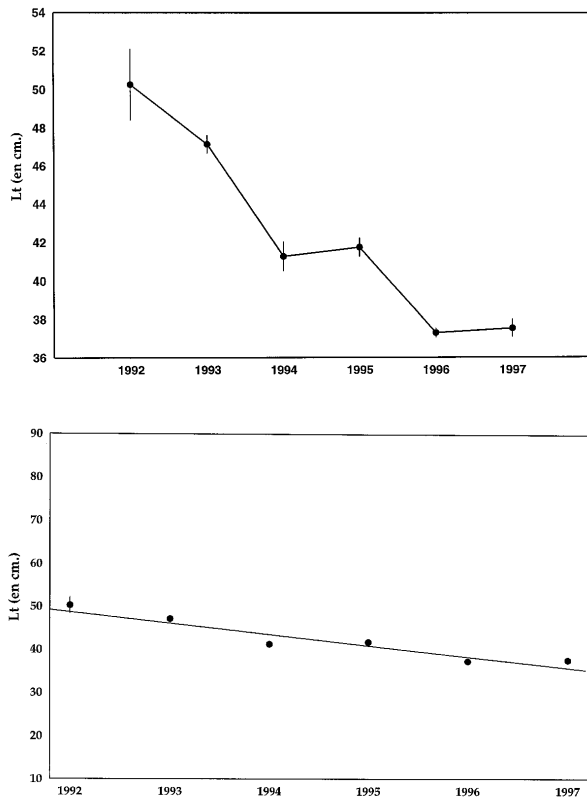


Figura 13.- Evolució temporal de la talla dels llobarros. Com es pot veure gràficament (a), les talles mitjanes (\pm SE) dels llobarros han experimentat una forta davallada de 1992 a 1997. La recta de regressió (b) entre els anys i talles que confirma significativament aquesta tendència ha estat calculada emprant les mides individuals (no representades a la figura).

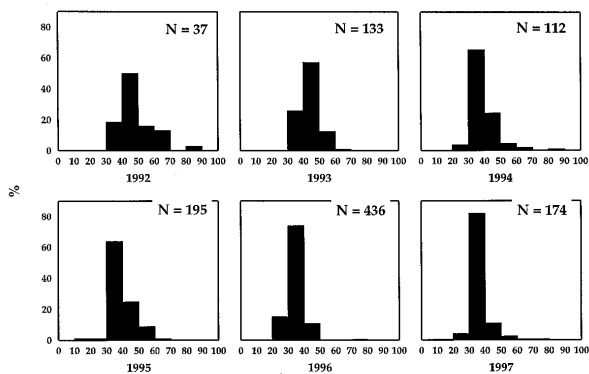


Figura 14.- Les distribucions de freqüències de talles demostren el canvi en la classe modal de la població de 1993 (que se situa entre 40 i 50 cm) a 1994 (entre 30 i 40 cm), així com la disminució progressiva del percentatge representat pels exemplars que ultrapassen el 40 cm de longitud total.

els 45 i els 50 cm, passa a situar-se a 40 cm a partir de 1994 fins a 1996, per a davallar a 35 cm l'any 1997. Les medianes coincideixen amb les modes (Taula 12) i difereixen significativament entre anys ($\chi^2 = 279.137$; g.ll. = 5; $p < 0.001$), la

qual cosa confirma la tendència al rejuveniment de la població durant els darrers anys (Fig. 14).

Diplodus cervinus

El nombre total de sargs imperials presenta certes oscil·lacions d'un any a l'altre que no s'ajusten, però, a cap tendència definida. Els valors màxims es varen observar els anys 1994 (74 exemplars) i 1996 (70 exemplars), essent els valors de 1993 i 1996 relativament similars (Fig. 15a). Prenent com a indicadors de les variacions interanuals les densitats mitjanes obtingudes als sectors dels corredors replicats, hom pot observar notables variacions entre zones i entre anys, però cap pauta temporal coherent (Taula 13). Les densitats màximes s'observen al sector de les Ferrenelles (FERR), on les mitjanes oscil·len d'un any a l'altre però de manera no significativa. Al sector del Tascó Petit al Carall Bernat (TPCB), sí que es comprova un increment significatiu de les densitats mitjanes els anys 1994, 1995 i 1996 respecte de 1992. A la resta de sectors les diferències interanuals no són significatives (Taula 14). Com sigui que no hi ha interacció significativa

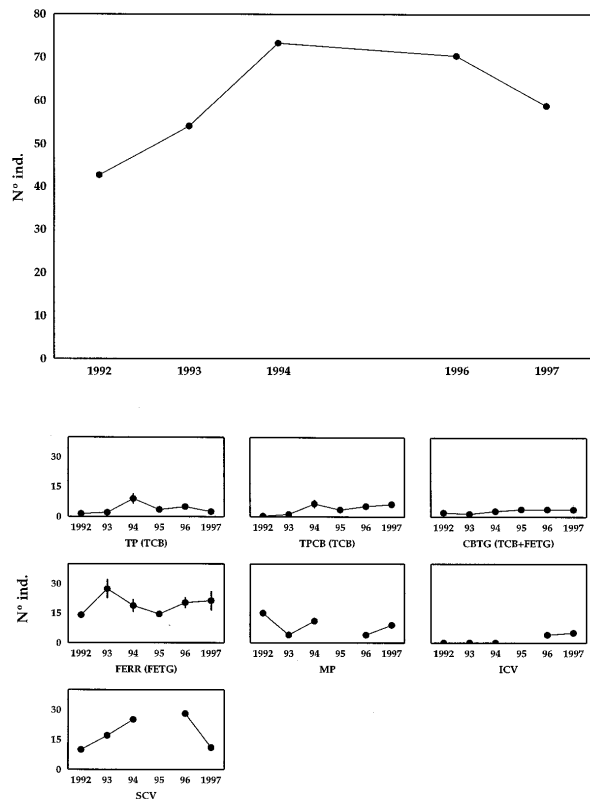


Figura 15.- Tot i experimentar notables variacions, les abundàncies del sarg imperial no semblen seguir cap pauta temporal determinada, ni globalment (a) ni en les diferents zones i sectors mostrejats (b).

Taula 13.- Densitats sargs imperials (\pm SD) a les diferents zones de les illes Medes.

Any	Zona	Nº ind.	SD	N
1992	TP	1.40	1.34	5
1993	TP	2.00	2.35	5
1994	TP	9.00	4.69	4
1995	TP	3.50	0.58	4
1996	TP	5.00	2.45	4
1997	TP	2.50	0.58	4
1992	TPCB	0.25	0.50	4
1993	TPCB	1.20	1.64	5
1994	TPCB	6.50	3.70	4
1995	TPCB	3.50	2.65	4
1996	TPCB	5.25	1.89	4
1997	TPCB	6.25	2.50	4
1992	CBTG	2.00	1.22	5
1993	CBTG	1.44	2.30	9
1994	CBTG	2.875	1.46	8
1995	CBTG	3.75	3.77	8
1996	CBTG	3.75	1.98	8
1997	CBTG	3.63	3.38	8
1992	FERR	14.00	2.45	4
1993	FERR	27.25	9.43	4
1994	FERR	18.75	6.02	4
1995	FERR	14.50	2.65	4
1996	FERR	20.25	4.99	4
1997	FERR	21.25	9.43	4
1992	MP	15	-	1
1993	MP	4	-	1
1994	MP	11	-	1
1996	MP	4	-	1
1997	MP	9	-	1
1992	ICV	0	-	1
1993	ICV	0	-	1
1994	ICV	0	-	1
1996	ICV	4	-	1
1997	ICV	5	-	1
1992	SCV	10	-	1
1993	SCV	17	-	1
1994	SCV	25	-	1
1996	SCV	28	-	1
1997	SCV	11	-	1

Taula 14.- Resum de l'anàlisi de la variància entre les densitats mitjanes anuals de sargs imperials als sectors dels recorreguts replicats (dades transformades $x' = \ln(x+1)$).

	g. ll	MS	F	p
Sector	3	19.171	53.118	***
Any	5	2.653	7.350	***
Sector x any	15	0.623	1.726	ns
Error	97	0.361		

entre sectors i anys, hom pot admetre una certa constància en la distribució d'aquesta espècie en el marc dels corredors replicats (Fig. 15b).

Malgrat que el coeficient de regressió és molt baix, les talles dels sargs imperials també tendeixen a disminuir significativament en funció del temps ($Lt = 39.797 - 0.499 t$; $r = 0.136$; $r^2 = 0.019$; $p < 0.001$). Comparant les mitjanes anuals amb una anàlisi de la variància (Taula 15), s'obté una diferència significativa explicable, segons els resultats del test de Tukey entre pare-

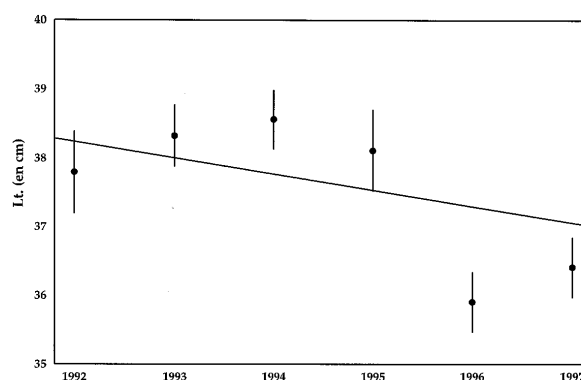


Figura 16.- Les talles dels sargs imperials tendeixen a disminuir significativament en funció dels anys transcorreguts des que s'inicià l'estudi. Com es pot veure al gràfic, la disminució de la talla mitjana (\pm SE) de la població és especialment marcada entre 1995 i 1996.

Taula 15.- Variació anual de les talles mitjanes, medianes, modals, mínimes i màximes de la població de sargs imperials de les illes Medes. Resultats de l'anàlisi de la variància entre talles mitjanes anuals.

Any	Lt. mitj	SD	Lt. med.	Lt. mod.	Lt. mín.	Lt. màx.	N
1992	37.79	5.95	40	40	25	55	99
1993	38.32	5.63	40	40	25	55	159
1994	38.56	6.11	38	35	25	65	205
1995	38.11	6.35	38	mult.	20	55	116
1996	35.90	5.90	35	35	18	50	188
1997	36.40	5.72	36	35	18	52	174

Factor	g. ll	MS	F	p
Any	5	215.601	6.128	***
Error	935	35.185		

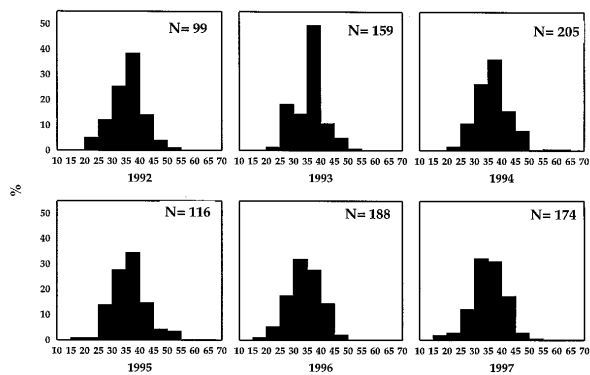


Figura 17. - En les distribucions anuals de les freqüències de talles dels sargs imperials hom pot comprovar que la classe modal de la població, invariable entre els 35 i els 40cm de 1992 a 1995, passa a situar-se entre els 30 i els 35 cm a partir de 1996.

lles de mostres, per la disminució de la talla mitjana de 1996 respecte les de 1993 i 1994, i la de 1997 respecte de les obtingudes els anys 1994 i 1995 (Fig. 16).

La freqüències de talles anuals presenten una moda que es manté en 40 cm de 1992 a 1993, però que disminueix fins a 35 cm de 1994 a 1997, (essent múltiple l'any 1995). Les medianes anuals, que en general tendeixen a disminuir

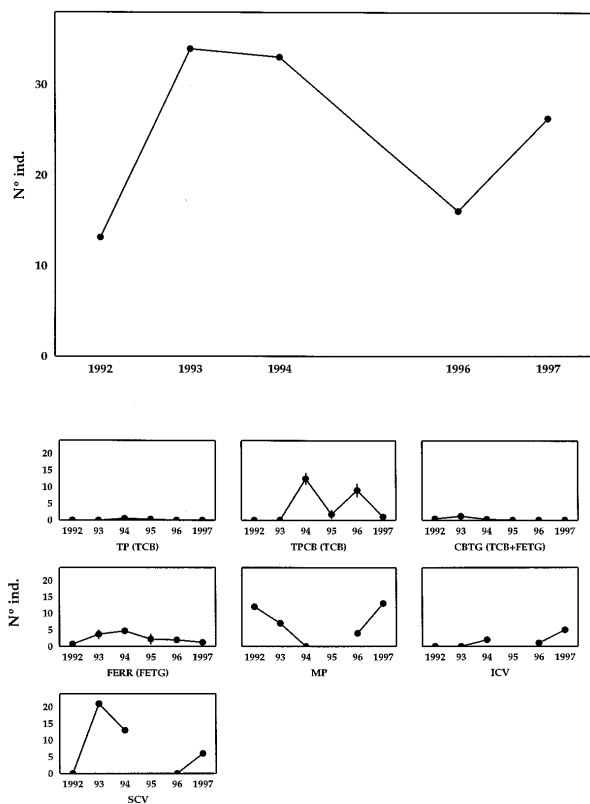


Figura 18. - El nombre de pagres varia bastant d'un any a l'altre sense presentar, però, cap tendència definida, ni globalment (a), ni en els diferents corredors i sectors replicats (b).

Taula 16.- Densitats mitjanes (\pm SD) i puntuals de pagres; les diferències interanuals als sectors replicats són significatives segons els resultat de l'anàlisi no paramètrica de Kruskal-Wallis: $H(5, N= 121) = 11.949$; $p= 0.036$ **.

Any	Zona	Nº ind.	SD	N
1992	TP	0.00	0.00	5
1993	TP	0.00	0.00	5
1994	TP	0.50	0.58	4
1995	TP	0.25	0.50	4
1996	TP	0.00	0.00	4
1997	TP	0.00	0.00	4
1992	TPCB	0.00	0.00	4
1993	TPCB	0.00	0.00	5
1994	TPCB	12.50	3.32	4
1995	TPCB	1.75	2.36	4
1996	TPCB	9.00	3.74	4
1997	TPCB	1.00	0.82	4
1992	CBTG	0.40	0.89	5
1993	CBTG	1.22	1.64	9
1994	CBTG	0.25	0.71	8
1995	CBTG	0.00	0.00	8
1996	CBTG	0.00	0.00	8
1997	CBTG	0.00	0.00	8
1992	FERR	0.75	1.50	4
1993	FERR	3.75	2.00	4
1994	FERR	4.25	1.26	4
1995	FERR	2.25	2.87	4
1996	FERR	2.00	0.82	4
1997	FERR	1.25	1.26	4
1992	MP	12	-	1
1993	MP	7	-	1
1994	MP	0	-	1
1996	MP	4	-	1
1997	MP	13	-	1
1992	ICV	0	-	1
1993	ICV	0	-	1
1994	ICV	2	-	1
1996	ICV	1	-	1
1997	ICV	5	-	1
1992	SCV	0	-	1
1993	SCV	21	-	1
1994	SCV	13	-	1
1996	SCV	0	-	1
1997	SCV	6	-	1

(Taula 15), varien significativament ($\chi^2 = 37.306$; g.ll.= 5; $p < 0.001$). Finalment, es distribucions de freqüències de talles entre anys consecutius varien significativament de 1993 a 1994 i de 1995 a 1996 (Fig. 17).

Pagrus pagrus

De totes les espècies estudiades en aquest seguiment, el pagre és el que presenta unes den-

Taula 17.- Talles mitjanes, medianes, modals, mínimes i màximes anuals de la població de pagres de les illes Medes. Resultats de l'anàlisi de la variància entre anys.

Any	Lt. mitj	SD	Lt. med.	Lt. mod.	Lt. mín.	Lt. màx.	N
1992	31.18	5.46	30	30	20	40	17
1993	29.07	5.10	30	30	18	40	54
1994	32.78	6.69	35	35	17.5	40	88
1995	28.83	5.02	30	30	20	36	18
1996	31.20	5.59	32.5	35	10	38	50
1997	20.78	5.76	20	18	10	34	33
Factor	g. ll	MS	F	p			
Any	5	731.473	21.196	***			
Error	254	34.510					

sitats més baixes a les illes Medes, segurament degut a llur distribució batimètrica més aviat profunda (veure memòria de l'any 1994). El nombre de pagres varia força d'un any a l'altre (Taula 16), sense presentar cap pauta que es pugui relacionar amb el temps (Fig. 18a). En els corredors replicats, tot i que les variacions interanuals són significatives (segons els resultats d'una anàlisi no paramètrica de Kruskal-Wallis, Taula 16) no es pot establir cap evolució temporal coherent. En el marc d'aquests corredors, les densitats màximes s'observen en els sectors de les Ferranelles (FERR) i entre el Tascó Petit i el Carall Bernat (TPCB) (Fig. 18b).

Les talles mitjanes (Taula 17) han experimentat una significativa davallada el 1997 respecte de la resta d'anys (Fig. 19). Observant les distribucions de talles anuals, hom comprova que la classe modal de 1997 se situa en només 18 cm, mentre que en anys anteriors ho feia entre els 30 i els 35 cm. També desapareixen de la distribució els exemplars relativament grans, que arribaven als

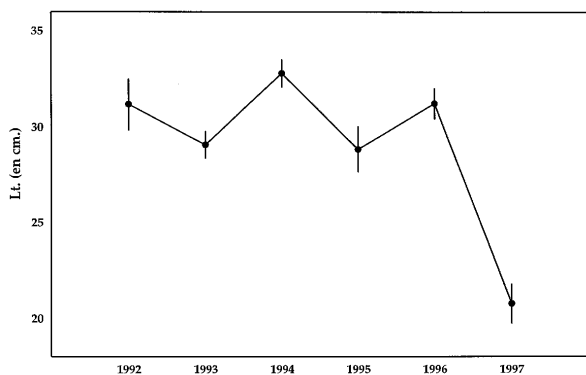


Figura 19.- La talla mitjana (\pm SE) de la població de pagres va ser l'any 1997, significativament inferior a l'obtinguda en la resta d'anys.

40 cm de longitud total, mentre que s'incrementen notablement les freqüències de les classes de talla inferior. Les medianes segueixen la mateixa tendència, essent les diferències interanuals significatives ($\chi^2 = 47.708$; g. ll. = 5; $p < 0.001$), mentre que la distribució de freqüències de talles varia significativament entre 1993 i 1994, i 1996 i 1997, quan canvia notòriament l'estructura de talles de la població degut al fort increment dels exemplars petits (Fig. 20).

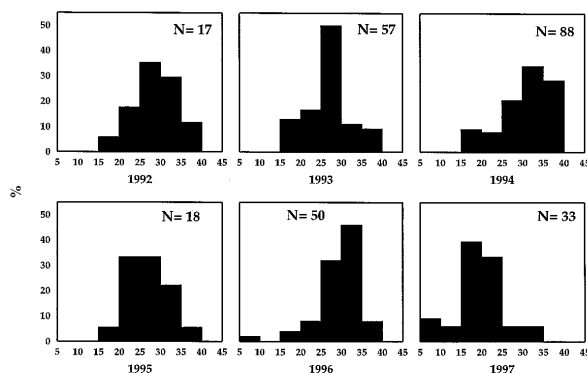


Figura 20.- La distribució de les freqüències de talles dels pagres varia notablement l'any 1997, incrementant-se percentualment els exemplars petits i desapareixent les classes de talla superiors.

Sciaena umbra

El nombre de corballs tendeix a augmentar de 1992 (47 individus) fins a 1996 (amb 88), però que disminueix dràsticament a gairebé la meitat (48), l'any 1997 (Fig. 21a). Comparant els valor mitjans dels corredors replicats (Taula 18), hom observa diferències significatives entre sectors i entre anys (Taula 19), essent igualment significativa la interacció entre ambdós factors. Les densitats màximes de corballs se situen sobre-

Taula 18.- Densitats mitjanes (\pm SD) i puntuals dels corballs.

Any	Zona	Nº ind.	SD	N
1992	TP	0.20	0.45	5
1993	TP	1.00	1.22	5
1994	TP	1.50	1.29	4
1995	TP	2.25	2.22	4
1996	TP	3.25	4.57	4
1997	TP	0.00	0.00	4
1992	TPCB	2.50	2.38	4
1993	TPCB	0.20	0.45	5
1994	TPCB	7.25	7.93	4
1995	TPCB	10.00	11.34	4
1996	TPCB	0.00	0.00	4
1997	TPCB	0.25	0.50	4
1992	CBTG	11.40	6.84	5
1993	CBTG	6.89	9.01	9
1994	CBTG	24.75	11.11	8
1995	CBTG	37.50	22.67	8
1996	CBTG	21.75	12.27	8
1997	CBTG	12.375	13.61	8
1992	FERR	9.75	7.37	4
1993	FERR	30.75	4.35	4
1994	FERR	11.25	2.06	4
1995	FERR	2.25	2.63	4
1996	FERR	24.75	9.81	4
1997	FERR	11.5	4.04	4
1992	MP	23	-	1
1993	MP	5	-	1
1994	MP	22	-	1
1996	MP	12	-	1
1997	MP	4	-	1
1992	ICV	0	-	1
1993	ICV	0	-	1
1994	ICV	10	-	1
1996	ICV	0	-	1
1997	ICV	1	-	1
1992	SCV	0	-	1
1993	SCV	21	-	1
1994	SCV	0	-	1
1996	SCV	26	-	1
1997	SCV	19	-	1

tot en els sectors del Carall Bernat i el Tascó Gros (CBTG) i les Ferranelles (FERR). En ambdós sectors les diferències interanuals són acusades, però en aquest cas, les variacions es deuen en part a un artefacte estadístic ja que es pot observar una certa complementarietat entre ambdós sectors veïns (com es pot veure a la Fig. 21b). Les comparacions post-hoc demostren un increment significatiu de la densitat mitjana a CBTG de 1994, 1995 i 1996 respecte a la de 1993; a la zona de les FERR, la densitat més baixa s'observa a 1995, essent la disminució significativa res-

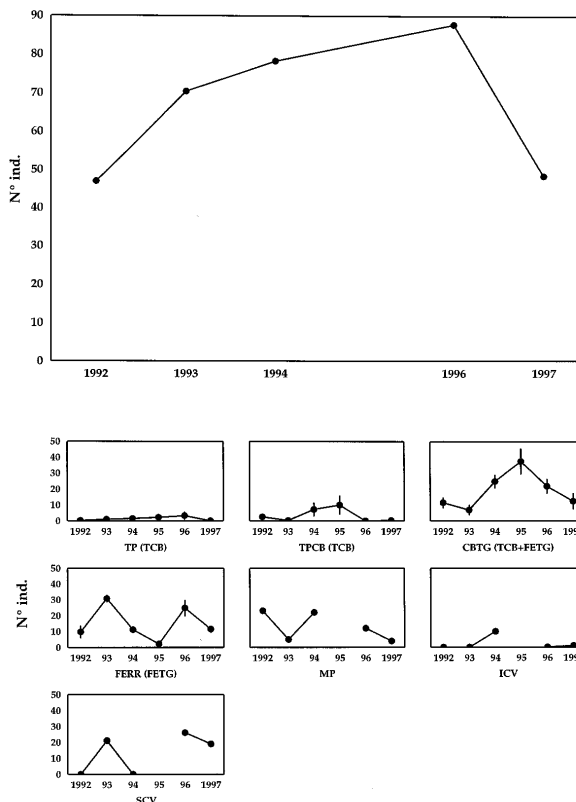


Figura 21 .- a) La densitat de corballs, que tendia a augmentar de manera gairebé lineal de 1992 a 1996, ha disminuït ostensiblement l'any 1997; **b)** les màximes densitats de corballs se situen en els corredors replicats TCB i FETG, entre els quals hom pot observar la complementarietat entre els sectors CBTG i FERR, deguda al desplaçament dels mateixos estols.

Taula 19.- Resum de l'anàlisi de la variància entre les densitats mitjanes anuals de corballs als sectors dels recorreguts replicats (dades transformades $x' = \ln(x+1)$).

	g. ll	MS	F	p
Sector	3	31.268	46.014	***
Any	5	2.088	3.073	*
Sector x any	15	2.989	4.339	***
Error	97	0.680		

pecte de la densitats observades els anys 1993 i 1996 (Fig. 21b).

Les talles també presenten una tendència significativa a decreixer en funció dels anys (Fig. 22), tot i que la variància explicada per aquesta relació és molt baixa ($Lt = 40.480 - 0.381 t$; $r = 0.101$; $r^2 = 0.009$; $p < 0.001$). Les talles mitjanes presenten diferències interanuals significatives (Taula 20), i segons els resultats de l'anàlisi de mostres aparellades (test de Tukey), la talla mitjana de l'any 1997 és significativament inferior a les dels anys anteriors.

Taula 20.- Talles anuals mitjanes, medianes, modals, mínimes i màximes de la població de corballs de les illes Medes. Resultats de l'anàlisi de la variància entre anys.

Any	Lt. mitj	SD	Lt. med.	Lt. mod.	Lt. mín.	Lt. màx.	N
1992	39.11	5.36	40	35	25	60	130
1993	39.48	5.07	40	40	25	50	217
1994	38.13	5.35	40	42.5	25	60	310
1995	38.08	6.63	40	40	17.5	65	358
1996	39.62	4.78	40	40	25	50	324
1997	36.15	4.46	35	35	25	50	175
Factor	g. ll	MS	F	p			
Any	5	352.120	11.890	***			
Error	1508	24.614					

La distribució de les freqüències de talles observada l'any 1997 també és diferent a l'observada a la resta d'anys: si bé la classe modal roman entre els 35 i els 42.5 cm (Taula 20), els individus que es troben per sota els 35 cm dominen percentualment als que la ultrapassen l'any 1997

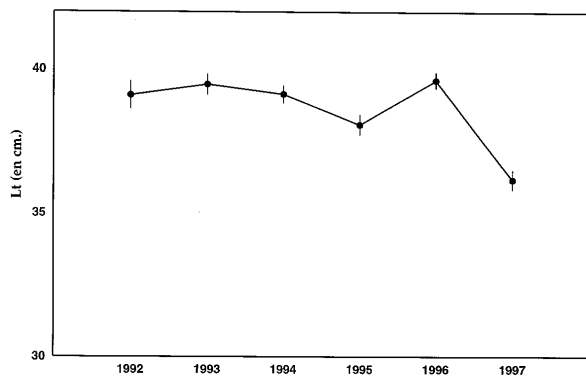


Figura 22.- A l'any 1997, la talla mitjana dels corballs ha estat la menor des que s'inicià el seguiment.

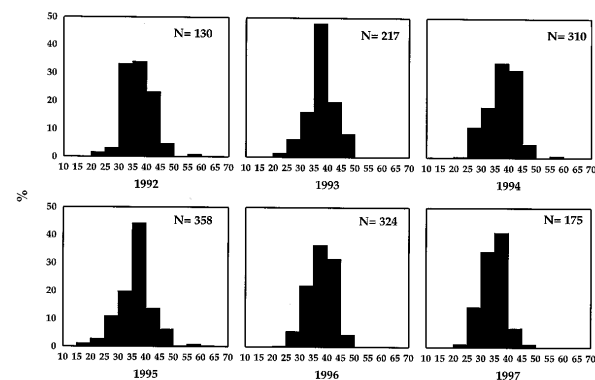


Figura 23.- Tot i que la classe modal de la població de corballs roman constant entre els 35 i els 40 cm, hom pot comprovar la relativa disminució dels exemplars que ultrapassen aquesta mida, i que ha estat especialment notable de 1996 a 1997.

Taula 21.- Densitats mitjanes (\pm SD) i puntuals de dorades.

Any	Zona	Nº ind.	SD	N
1992	TP	2.00	2.35	5
1993	TP	1.00	1.00	5
1994	TP	1.50	1.29	4
1995	TP	1.00	1.15	4
1996	TP	1.00	0.82	4
1997	TP	2.25	0.22	4
1992	TPCB	0.50	0.58	4
1993	TPCB	0.20	0.45	5
1994	TPCB	3.00	2.16	4
1995	TPCB	4.50	5.92	4
1996	TPCB	1.50	1.00	4
1997	TPCB	2.75	0.50	4
1992	CBTG	6.00	4.47	5
1993	CBTG	2.22	2.77	9
1994	CBTG	4.38	3.42	8
1995	CBTG	2.38	1.41	8
1996	CBTG	2.25	1.28	8
1997	CBTG	1.88	1.36	8
1992	FERR	15.00	2.00	4
1993	FERR	32.00	13.49	4
1994	FERR	22.75	1.71	4
1995	FERR	16.50	9.18	4
1996	FERR	13.00	7.39	4
1997	FERR	9.25	5.50	4
1992	MP	10	-	1
1993	MP	6	-	1
1994	MP	20	-	1
1996	MP	6	-	1
1997	MP	5	-	1
1992	ICV	0	-	1
1993	ICV	0	-	1
1994	ICV	8	-	1
1996	ICV	2	-	1
1997	ICV	7	-	1
1992	SCV	24	-	1
1993	SCV	36	-	1
1994	SCV	27	-	1
1996	SCV	24	-	1
1997	SCV	16	-	1

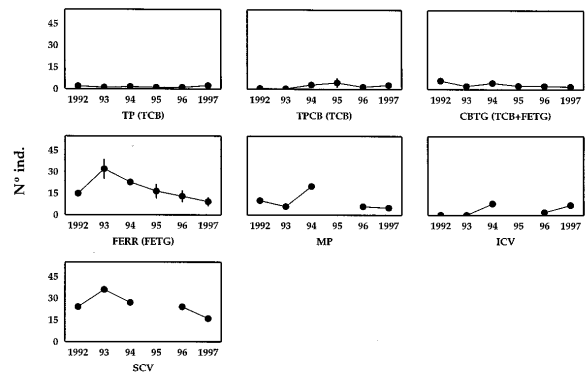
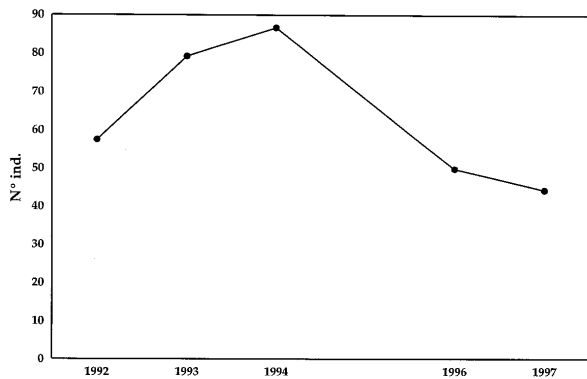


Figura 24 .- a) El nombre total de dorades observades ha disminuït durant els anys 1996 i 1997, tot i que als corredors replicats el nombre mig d'exemplars no ha experimentat cap disminució significativa (b).

, tal i com ho demostra el que la mediana de la població passi de 40 a 35 cm. l'any 1997. Aquesta disminució és la principal responsable de que el test de comparació de medianes sigui significatiu ($\chi^2 = 64.945$; g. ll. = 5; $p < 0.001$). Això explica la disminució de la talla mitjana de 1996 a 1997. L'estructura de talles entre anys consecutius varia significativament de 1994 a 1995, de 1995 a 1996 i de 1996 a 1997 segons el test de Kolmogorov-Smirnoff (Fig. 23).

Taula 22.- Resum de l'anàlisi de la variància entre les densitats mitjanes anuals de dorades als sectors dels recorreguts replicats (dades transformades $x^2 = \ln(x+1)$).

Factor	g. ll	MS	F	p
Sector	3	22.810	53.420	***
Any	5	0.423	0.991	ns
Sector x any	15	1.786	1.691	ns
Error	97	0.393		

Sparus aurata

El nombre total de dorades observat l'any 1997 ha estat el més baix des que s'inicià el seguiment (1992), situant-se en la meitat del que fou el màxim observat l'any 1994 (87 individus) (Fig. 24a). Aquesta disminució no es confirma, però, si hom compara els valors mitjans dels corredors replicats (Taula 21), el resultat de l'anàlisi de la variància de dos factors (any x sector)

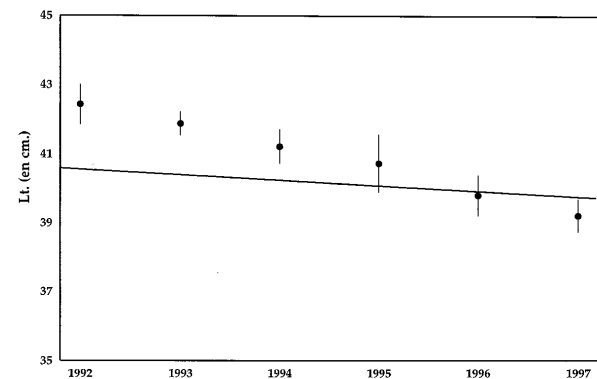


Figura 25 .- Les talles de les dorades tendeixen a disminuir significativament en funció del temps, ajustant-se a la recta de regressió representada a la figura. Com és del tot esperable, les talles mitjanes de la població segueixen la mateixa tendència.

Taula 23.- Talles anuals mitjanes, medianes, modals, mínimes i màximes de la població de corbals de les illes Medes. Resultats de l'anàlisi de la variància entre anys.

Any	Lt. mitj	SD	Lt. med.	Lt. mod.	Lt. mín.	Lt. màx.	N
1992	43.43	6.66	40	40	30	70	136
1993	41.88	4.65	40	40	30	60	196
1994	41.22	7.03	40	37.5	25	70	209
1995	40.72	8.63	40	40	20	75	107
1996	39.79	6.12	40	40	27	65	112
1997	39.20	4.69	40	40	28	52	100

Factor	g. ll	MS	F	p
Any	5	185.943	4.577	***
Error	854	40.637		

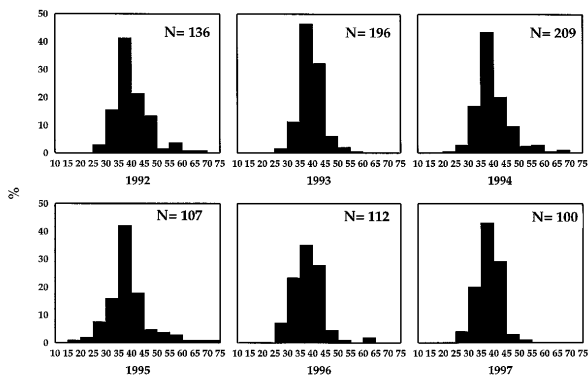


Figura 26.- Tòt i que la classe modal no varia, hom pot comprovar que les dorades de més de 50 cm tendeixen a fer-se més escadusseres els darrers anys, mentre que les classes de talla menors a la modal no s'incrementen. La disminució de la talla mitjana (fig. 25) és atribuïble a l'ennariment progressiu dels grans exemplars de l'espècie.

només és significatiu entre sectors (Taula 22), entre els quals, el que presenta una densitat més elevada és el de les Ferranelles (FERR). Com sigui que no existeixen diferències interanuals significatives, ni interacció entre sector i any, hom pot assumir que la dorada presenta una distribució bastant constant, i que es manté d'un any a l'altra, en l'àmbit comprés en aquests corredors replicats (Fig. 24b).

Les talles de les dorades també tendeixen a disminuir significativament en funció del temps ($L_t = 43.815 - 0.653 t$; $r = 0.16$; $r^2 = 0.025$; $p < 0.001$) (Fig. 25), la qual cosa es confirma en comparar les talles mitjanes anuals (Taula 23). Pel que fa a les distribucions de freqüències de talles, la moda no varia gaire entre els diferents anys, i les medianes no presenten diferències significatives ($\chi^2 = 4.118$; g. ll. = 5; $p = 0.533$), si bé entre 1996 i 1997, hom pot observar la pràctica desaparició dels grans exemplars que superaven els 55 cm de longitud total (Taula 23), i que eren els que feien augmentar la talla mitjana de la població els anys anteriors (Fig. 26). Comparant les freqüències de talles entre parelles d'anys consecutius (test de Kolmogorov-Smirnoff), les diferències entre les distribucions es produeixen entre 1993 i 1994, i entre 1994 i 1995.

Evolució de la costa parcialment protegida

Tot i que és difícil d'establir comparacions en base a un sol inventari per any, al tram parcialment protegit que va des de la Punta del Molinet a la Punta Salines, s'ha pogut observar un notable increment del nombre de meros,

que de ser inexistent l'any 1994, aparegué amb 1 sol individu l'any 1996 i augmentà fins a 5 exemplars el 1997. La mateixa tendència presenta el corball, espècie de la qual se n'han observat 7 exemplars durant el recorregut fet l'any 1997. La resta d'espècies, de caràcter força menys sedentari que les esmentades (HARMELIN, 1987), presenten variacions de les quals no es poden extraure massa conclusions (Fig. 27).

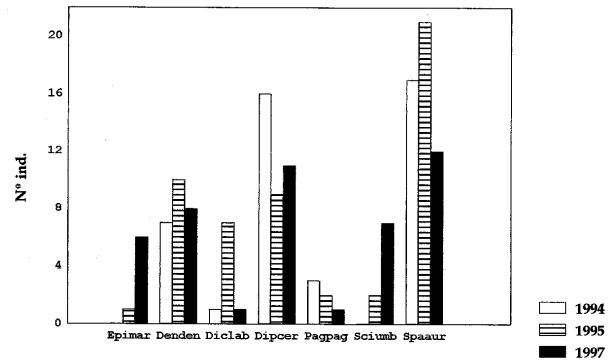


Figura 27.- L'evolució de la zona parcialment protegida de la Punta del Molinet a la Punta Salines es pot considerar favorable en incrementar-se les densitats de meros i corballs, les dues espècies més sedentàries i, per tant les més vulnerables a la caça submarina.

DISCUSSIÓ

Segons els resultats obtinguts, sembla clar que la població de meros de les illes Medes ha tendit a augmentar des de 1991, any en que es va començar a mostrejar-se sistemàticament, fins a 1997. L'increment ha estat notable sobretot en les zones que inicialment eren poc poblades (Salpatxot-Cova de la Vaca). Les variacions en les mides dels exemplars no semblen ser aleatòries: existeix una tendència al rejuveniment de la població que segueix, així, la pauta marcada en d'altres zones de la Mediterrània Noroccidental (CHAUVET, 1990, CHAUVET *et al.*, 1991, GEM, 1993; GEM, 1996). L'entrada progressiva d'exemplars joves i majoritàriament immadurs de menys de 5 anys (segons CHAUVET, 1988), sembla ser la màxima responsable de l'increment en la densitat d'algunes zones (SCV, sobretot), tal i com queda demostrat amb la disminució progressiva de les talles mitjanes en aquestes zones i en la disminució de la talla modal i mediana de la població de meros en general. Resumint, l'en-

trada d'exemplars joves a la població ha produït que l'estructura de talles i d'edats de la població hagi variat sensiblement de 1991 a 1996.

En qualsevol cas, el nombre de grans exemplars (que teòricament correspondrien a mascles potencials de més de 12 anys) és encara força superior al nombre de mascles que realment han estat identificats com a tal. Tres hipòtesis es poden plantejar a partir d'aquestes dades: a) que existeixin alguns mascles sense territori i que no presentin cap de les lliurees típiques dels mascles territorials en època de fressa; b) que hi hagi un ordre jeràrquic que impedeixi la inversió sexual a les femelles que, per edat, es trobarien en condicions de fer-ho, tal i com ha estat comprovat en altres espècies de peixos (LEJEUNE, 1987); i c) que la temperatura de l'aigua, més freda a la zona de les Medes que no a les costes del nord d'Àfrica, a on CHAUVET (1988) obtenir les mostres del seu estudi, retardi tant la maduresa com la inversió sexual dels meros, la qual cosa sembla poc probable segons els resultats, relativament similars als de l'autor francès, obtinguts per GRACIA (1996), treballant amb meros de la Costa Brava, Balears i Almeria. De les tres, la segona de les hipòtesis sembla, a priori, la més atractiva, ja que s'ajustaria al model de l'avantatge per talla (GUISELIN, 1969) segons el qual, la inversió de sexe de femella a mascle només es podria produir quan les femelles arribessin a una mida suficient per a ser competitives amb els grans mascles existents. Segons aquesta teoria, si el canvi de sexe es produís abans, la femella convertida en mascle seria, des d'un punt de vista reproductiu, menys reeixida com a mascle (en tenir que competir amb mascles més grossos) del que ho seria com a femella. Aquest model, que sembla perfectament aplicable als meros, podria tenir unes notables implicacions ecològiques en termes d'èxit reproductiu de l'espècie. El raonament és prou clar: en una població protegida des de fa anys, com ara és la de les illes Medes, tots els mascles són exemplars d'edat avançada i de gran talla (gairebé tots arriben o superen 1 m de longitud i els 20 anys d'edat), la qual cosa implica que molts exemplars grossos es mantinguin encara com a femelles funcionals. Com sigui que la producció d'ous d'una femella no és una funció lineal sinó exponencial de llur talla (BOHNSACK, 1990), és evident que la capacitat reproductora d'una població protegida és molt més elevada del que ho seria la d'una població explotada (sempre i quan existís reproducció, és clar) i per tant, notablement rejuvenida, en la que el pas

de femella a mascle es produís a una edat menor.

Pel que fa a les poblacions de la resta d'espècies vulnerables, hom ha d'expressar un cert sentiment de preocupació sobre l'estatus de protecció real a la zona de les illes Medes. En efecte, llevat del dèntol, que sembla que es troba en un període de forta expansió (incrementant llur densitat, mantenint les talles i reclutant-se a la zona), la resta d'espècies presenten uns trets que es poden considerar certament inquietants: en cap cas s'incrementen les densitats, mentre totes les poblacions tendeixen a una disminució significativa de llurs talles. El llobarro (*Dicentrarchus labrax*), que tendia a augmentar de 1991 a 1996, experimenta una forta davallada el 1997; la talla mitjana de la població disminueix i la talla modal passa de trobar-se entre els 40 i els 50 de 1992 a 1993, a situar-se entre els 30 i els 40 a partir de 1994 fins a 1997. El pagre (*Pagrus pagrus*), també presenta una significativa disminució de les talles el 1997, provocat per un increment notable d'individus petits i una marcada disminució dels exemplars grossos. Si bé en aquestes dues espècies les diferències en la distribució de les freqüències de talles podrien ser explicades en part a llurs costums relativament gregàries, a l'estret marge temporal en que s'han efectuat els recomptes, o bé en el certament limitat nombre d'exemplars (en el cas particular del pagre), en la resta d'espècies, com són el sarg imperial, la dorada i el corball, la disminució de les talles mitjanes és atribuïble sobretot a la desaparició dels exemplars més grans de la població, tal i com ho demostren les distribucions de freqüències detallades. La desaparició dels individus més grossos és, segons la bibliografia (veure BOHNSACK, 1990, entre molts d'altres), el primer símptoma d'explotació sobre qualsevol població de peixos. Així, hom ha de concloure tot dient que sembla haver-hi prou indicis per suposar l'existència de una pesca furtiva a la zona protegida de les illes Medes, els efectes de la qual són prou significatius com per a poder-se detectar en aquest estudi.

Pel que fa a la zona parcialment protegida del Molinet a la Punta Salines les dues espècies més vulnerables a la caça submarina, com són el mero i el corball, presenten una evolució que sembla reflectir els efectes beneficiosos de la prohibició d'aquesta modalitat a la zona. Així, el mero, que era absent a la zona l'any 1994, apareix el 1996 i augmenta llur densitat de 1996 a 1997. El nombre de corballs també s'incrementa de 1994 a 1997. La resta d'espècies presenten una certa variabilitat interanual, que pot ser deguda al

caràcter marcadament més erràtic que les anteriors (HARMELIN, 1987). En qualsevol cas, hom ha de palesar que la zona no és del tot lliure de la caça submarina: en cinc sortides que un dels autors va efectuar a la costa del Montgrí durant el mes d'agost de 1997, dues vegades es varen observar caçadors submarins en el tram parcialment protegit. Com sigui que els caçadors anaven perfectament senyalitzats amb la boia reglamentària, hom ha de suposar que eren ignorants de que es trobaven pescant en una zona en la que és prohibida aquesta activitat. Cal doncs augmentar, no tan sols les mesures de vigilància, sinó el nivell d'informació de l'estatus de protecció parcial que té aquesta zona.

BIBLIOGRAFIA

- BELL J. D., 1983 - Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the North-Western Mediterranean Sea. *J. Appl. Ecol.*, 20: 357-369.
- BOHNSACK, J. A., 1990 - The potential of marine fishery reserves for reef management in the US southern Atlantic. NOAA. *Tech. Rep. NMFS*, 261.
- CHAUVET, C., 1988 - Etude de la croissance du mérour *Epinephelus guaza* (Linné, 1758) des côtes tunisiennes. *Aq. Liv. Res.*, 1: 277-288.
- CHAUVET, C., 1990 - Statut d'*Epinephelus guaza* et éléments de dynamique des populations méditerranéenne et atlantique. In *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*. CF. BOUDOURESQUE, M. AVON i V. GRAVEZ. Gis Posidonie Publ., France: 255-275.
- CHAUVET, C. G. BARNABÉ, C. H. BIANCONI, J. L. BINCHE, J. G. HARMELIN & P. ROBERT, 1991 - Recensement des mérours *Epinephelus guaza* (Linné, 1758) dans les réserves et parcs marins des côtes françaises. In *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*. CF. BOUDOURESQUE, M. AVON i V. GRAVEZ. Gis Posidonie Publ., France: 277-290.
- FRANCOUR, P., 1991 - The effects of protection level on a coastal fish community at Scandola, Corsica. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 46: 65-81.
- FRANCOUR, P., 1994 - Pluriannual analysis of the reserve effect on ichthyofauna in the Scandola natural reserve (Corsica, Northwestern Mediterranean). *Oceanol. Acta.*, 17(3): 309-317.
- GARCIA-RUBIES, A & M. ZABALA, 1990 - Effects of total fishing prohibition on the rocky assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Sci. Mar.*, 54(4): 317-328.
- GARCIA-RUBIES, A., 1997 - *Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània Occidental: efectes de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.
- GEM (Groupe d'Étude du Mérou), 1993. *Inventaire des mérours du Parc National de Port Cros: Campagne d'octobre 1993*: 11-15.
- GEM (Groupe d'Étude du Mérou), 1996. *Le mérour brun en Méditerranée*. Hyères.
- GRACIA, V., 1996 - *Estudio de la biología y las posibilidades de cultivo de diversas especies del género Epinephelus*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.
- GUISELIN, M. T., 1969 - The evolution of hermaphroditism among animals. *Q. Rev. Biol.*, 44: 189-208.
- HARMELIN, J. G., 1987 - Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de Port-Cros, France). *P. S. Z. N. I.: Marine Ecology*, 8(3): 263-284.
- HARMELIN, J.G., F. BACHET & F. GARCIA, 1995 - Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *P. S. Z. N. I.: Marine Ecology*, 16 (3): 233 - 250.
- HARMELIN-VIVIEN, M. L., J. G. HARMELIN, C. CHAUVET, C. DUVAL, R. GALZIN, P. LEJEUNE, G. BARNABÉ, F. BLANC, R. CHEVALIER, J. CUCLER & G. LASSERRE, 1985 - Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: methodes et problemes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 40: 467-539.
- LEJEUNE, P., 1987 - The effect of local stock density on social behavior and sex change in the Mediterranean labrid *Coris julis*. *Env. Biol. Fish.*, 18(2): 135-141.
- LOUISY, P., 1996 - Principaux patrons de coloration du mérour brun *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (*Pisces: Serranidae*) en période d'activité reproductrice. *Revue fr. Aquariol.*, 23: 21-32.
- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF, 1979 - *Biometry*. Ed. W. H. Freeman, New York.
- StatSoft Inc., 1995 - *Statistica*, Tulsa, Oklahoma (USA).
- WHITEHEAD, P. J. P., M. L. BAUCHOT, J. C. HUREAU, J. NIELSEN & E. TORTONESE, 1984 -1986 - *Fishes of the Northeastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris, 3 vol.
- ZABALA, M., A. GARCIA-RUBIES, P. LOUISY & E. SALA, 1997a - Spawning behaviour of the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (*Pisces: Serranidae*) in the

- Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61: 65-77.
- ZABALA, M., P. LOUISY, A. GARCIA-RUBIES & V. GRACIA, 1997b - Socio-behavioural context of reproduction in the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61: 79-89.
- ZAR, J. H., 1984 - *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Inc. New Jersey.

REPRODUCCIÓ DEL MERO *Epinephelus marginatus* A LES ILLES MEDES DURANT L'ESTIU 1997

Lluís Dantart², Antoni Garcia-Rubies³, Quim Garrabou¹, Bernat Hereu¹, Marc Mari¹, Josep Pascual⁵, Anna Sabatés⁴ i Mikel Zabala¹

¹Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Diagonal, 645. 08028, Spain

²Departament de Biologia Animal, Unitat de Zoologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Diagonal, 645. 08028, Spain

³Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC). Camí de Sta. Barbara s/n. 17300 Blanes.

⁴Institut de Ciències del Mar. CSIC. Passeig Joan de Borbó s/n. 08013 Barcelona. Spain

⁵Carrer Sta. Anna, 13.17258 L'Estartit (Girona). Spain.

INTRODUCCIÓ

L'estiu de 1996 es va observar per primera vegada la reproducció del mero *Epinephelus marginatus* (Lowe 1837) a les Illes Medes. Encara que molts detalls dels que envolten la fresa es varen observar en aquella ocasió (Zabala et al., 1997 a; Zabala et al., 1997b), la inesperada ocurrència de l'episodi, en agafar-nos desprevinguts, ens va privar d'observar molts d'altres. De forma que durant la campanya de seguiment de 1997 varem decidir realitzar un esforç suplementari per a aquest objectiu. En particular ens interessava abordar dues qüestions diferents, una referida al comportament dels progenitors, l'altra referida a les postes i al comportament larvari.

L'any precedent, el període de postes que hom va poder observar va durar només cinc dies del mes d'Agost (dies 16 a 21), i ens va semblar sospitosament vinculat a la fase llunar de lluna nova (que va tenir lloc el dia 15). La vinculació no sembla gratuïta per quant es sap que altres espècies de meros tropicals sincronitzen les seves postes al voltant de fases llunars definides (Colin et al., 1992; Tucker et al., 1993; Samoilyis and Squire, 1994; Sadovy et al., 1994). D'altra banda hom sap que la majoria dels meros, de distribució circumtropical, es reproduïen quan la temperatura de l'aigua del mar assoleix un rang de valors bastant estret, en general entre 22 i 26 °C (Tucker et al., 1993). Hom havia suggerit que la (suposada ?) fallida de la reproducció del mero mediterrani en aigües del Mediterrani NW podia ser deguda a unes temperatures estivals insuficientment càlides (Chauvet, 1991; GEM, 1996). Les observacions de 1996 a les Illes

Medes semblaven corroborar aquesta possibilitat, ja que la fresa es va produir precisament la setmana que l'aigua de mar superficial assolí els seus màxims anuals (Zabala et al., 1997a). Però les mateixes observacions varen permetre comprovar que, en el rang de fondàries on es situa la majoria dels territoris dels mascles reproductors (20-30 m), podien succeir-se oscil·lacions tèrmiques superiors a 6 °C en el curs d'unes poques hores o dies, a causa de la proximitat del límit superior de la termoclina i a un règim de corrents molt variable en aquesta època de estratificació termo-halina. Com l'episodi de fresa observat en 1996 no va ser un fet continu, d'intensitat sostinguda, sino més aviat un procés irregular, ple d'alts i baixos, hom es preguntava fins quin punt els canvis sobtats del règim de corrents i temperatures podien governar aquest procés.

D'altra banda, resulta evident l'interès que té tant per al coneixement general com per l'aplicat (piscicultura, repoblació, gestió de vedes), la descripció d'un dels aspectes més desconeguts de la biologia del mero mediterrani: la vida larvària, des de la posta i eclosió de les larves fins a l'assentament en l'ambient bentònic. Resulta sorprenent que la seqüència de desenvolupament larvari d'aquesta espècie no hagi estat mai il·lustrada i que l'informació existent provingui d'espècies veïnes (Spartà, 1935) o d'espècies properes de mars tropicals (Leis, 1991; Shapiro, 1987d). En particular, ens va semblar especialment interessant estudiar l'èxit de fecundació i eclosió de les postes de les Illes Medes, així com la supervivència larvaria i les possibilitats del seu desenvolupament en condicions semi-naturals.

Els estudis de supervivència larvària en mesocosms (grans boses de malla fina d'uns quants metres cúbics de cabuda i ancorats al mig del mar), varen començar a la dècada dels 80 (Grice and Reeve, 1982; Lafontaine et al., 1987) i segueixen en plena fase d'expansió (Lalli, 1990) havent demostrat la seva utilitat per l'estudi de larves d'engràulids (Houde et al., 1994).

Avaluar les possibilitats d'aquests mesocosms per el desenvolupament "in situ" dels meros ens va semblar un repte especialment atractiu. Aquesta proposta tenia l'interés afegit de basar-se en postes naturals, recollides sense extracció ni manipulació dels progenitors i, per tant, sense afectar el valor patrimonial de la Reserva.

Resumidament, els objectius d'aquesta campanya varen ser dos: a) estudiar la durada del procés i la seva relació amb paràmetres ambientals tals com la temperatura, els corrents o el cicle llunar, i b) analitzar les possibilitats dels mesocosms per estudiar la supervivència de les postes i el desenvolupament larvari.

MATERIAL I MÈTODES

Període d'activitat reproductora i posta, i relació amb els paràmetres ambientals. L'estudi

de les condicions ambientals imperants durant els dies d'activitat reproductora va ser possible gràcies als esforços d'un de nosaltres (Josep Pascual). Dues estacions meteorològiques de registre continu situades a les Roques Maures i al port de L'Estartit brindaven tots els paràmetres que acompanyen una descripció atmosfèrica convencional (pressió, temperatura, força i direcció del vent, pluviometria, humitat, irradiància, etc.). Els mapes baromètrics regionals eren requerits via telefònica i gravats informàticament 2 cops al dia (matí i tarda). Un mareògraf situat al mateix port va registrar l'evolució del nivell del mar i l'amplitud de marea. L'estructura hidrogràfica de la columna d'aigua va ser analitzada amb freqüència diària a una estació situada a 1 milla aigües enfora de les Illes Medes i amb 80 m de fons (Fig. 1); una tirada de CTD model OS200 realitzada entre les 9 i les 11 h GM subministrava les dades de pressió, temperatura i salinitat sobre intervals d'1 m de fondària (després d'integrar, promitjar i/o interpolar 99 lectures per interval), recollides durant la fase descendent de cada tirada (durada 4 min; velocitat 20 ms⁻¹ aprox.). Les interpolacions per la representació gràfica dels perfils de temperatures es varen fer utilitzant el paquet informàtic Surfer (Microsoft®). Els corrents es varen medir

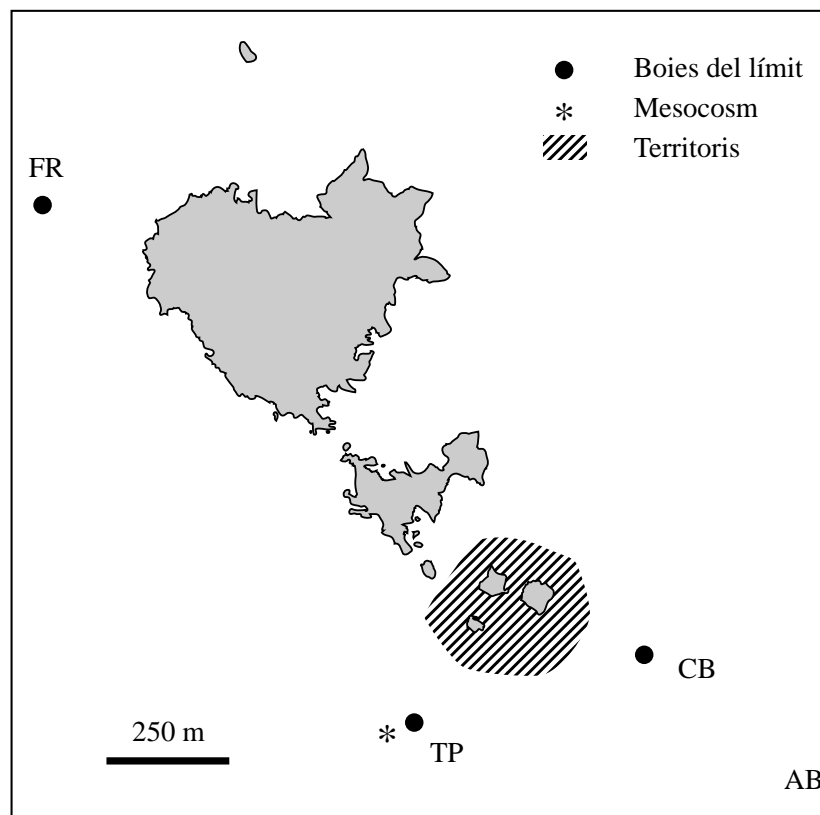


Fig. 1. Localització de les boies, el mesocosm, els territoris dels mascles reproductors i l'estació oceanogràfica (AB).

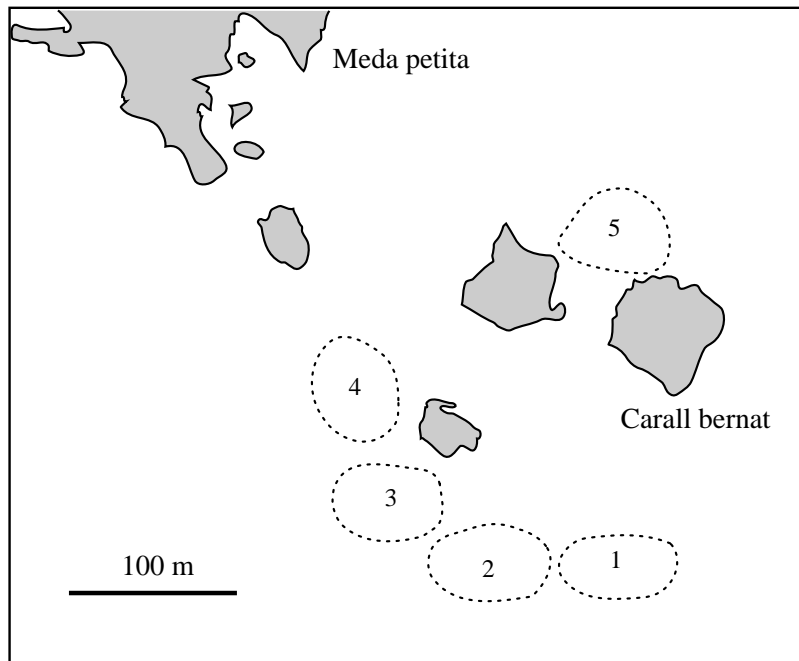


Fig. 2. Mapa de localització dels territoris dels meros mascles. 1, Cua-negra; 2, Michelin; 3, Indurain; 4 Croissant; 5 Cua de lluna.

a partir del desplaçament de les 5 boies que marquen els límits de la zona estrictament protegida, respecte a la seva posició virtual en dies d'aigua inmòvil, mitjançant un sistema d'enfilacions definit prèviament sobre l'escollera del port de l'Estartit; les mesures es varen repetir dos cops al dia. La direcció (a les Medes hi ha dues direccions de corrent dominant: de Nord o tramuntana i de Sud o garbí) i l'intensitat del desplaçament es mesuraven en una escala semiquantitativa que podia oscil·lar entre els valors extrems + 3 (=fort corrent de N) i -3 (= fort corrent de S) amb el valor 0 corresponent a la situació de calma. Aquestes estimes es varen poder convertir groserament a valors de velocitat de corrent després d'un període de calibrat del moviment de les boies amb un correntímetre Doppler col·locat immediatament a sota d'una d'elles. Empíricament hem pogut comprovar que la concordància o discrepància entre la direcció del desplaçament de les boies situades respectivament enfora (Carall Bernat) i a terra (Freu) de les Medes (Fig. 1) permeten saber quan els corrents de fons es mouen en sentit contrari (discrepància) o en el mateix sentit (concordància) que els corrents superficials. Així, la discrepància entre el comportament d'aquestes dues boies ha estat seleccionada, junt amb el comportament independent de cadascuna d'elles, com un descriptor útil del règim de corrents.

Les observacions de l'activitat reproductora es varen realitzar a la zona compresa entre el Carall Bernat i els Tascons (Fig 1), on la densitat de meros i especialment de mascles territorials és més elevada (Zabala et al.,1997). De forma esporàdica des de finals de Juny, i durant els primers dies de Setembre, però fe forma sistemàtica durant tots els vespres compresos entre el 25 de Juliol i el 28 d'Agost es va observar el comportament de 5 mascles reproductors els territoris dels quals eren contigus i ben coneguts (Fig. 2). Els mascles en qüestió, que obeeixen als noms de Cua de Lluna, CuaNegra, Michelin, Indurain i Croissant, són identificats per fendures a les aletes caudals i pel disseny particular de les taques de la seva lliurea reproductora (Zabala et al.,1997b). Aquests individus varen ser localitzats des de finals de Juny sempre en els mateixos territoris, que en alguns casos utilitzen repetidament des fa almenys 3 (Indurain) a 6 (Cua de Lluna) anys. Entre les 15:30 h GM i l'hora en que la manca de llum feia impossible continuar les observacions (19:00 h - 19:45 h GM) diferents escafandristes situats tan amunt a la columna d'aigua com ho permetia la visibilitat, espiaven la presència al territori, el comportament de patrulla, agressió i festeig dels mascles seleccionats. Quan el nombre d'observadors era insuficient per assignar-ne un a cadascun dels 5 mascles, cada individu era visitat de forma circular per un període d'uns 5 a 15 minuts. En cada

cas l'observador anotava: 1) la presència o absència del mascle al seu territori, 2) l'existència o no d'activitat de patrulla, 3) el nombre d'episodis d'expulsió d'intrusos de dins el territori, 4) el nombre d'intents de festeig de femelles que desembocaven en falses pujades, i per fi 5) el nombre de freses reeixides. L'hora, la fondària de partida i de final de la pujada, la mida de la femella i el nombre d'intents i freses repetits amb la mateixa femella eren també curiosament anotats. Es varen realitzar diversos intents de filmar aquestes activitats amb càmeres de vídeo de format professional i amateur.

Desenvolupament larvari en mesocosmos.

Els dies que es varen observar freses, les postes varen ser recollides immediatament en una bossa de deixalles de gran mida per evitar la depredació per part de les omlades. Tancades dins les bosses, les postes varen ser mantingudes "in situ" durant 5-10 minuts pels escafandristes per tal de garantir la fecundació. Després i encara dins l'aigua, el contingut de la bossa era transferit a un sistema de dos recipients cilíndrics encaixats i de gran volum. Damunt l'embarcació es reduïa el volum a uns 5 l, per desplaçament del recipient interior (proveït en el seu fons d'un tamís de 50 µm de malla) evitant en tot moment que els ous toquesin la xarxa del tamís o quedessin en contacte amb l'aire. D'aquest volum reduït hom prenia una al·lquota de 250 cc que hom traslladava al laboratori per estimar el nombre d'ous capturats i seguir la seva evolució posterior; la resta de la pesca (4750 cc) es transferia immediatament al mesocosm situat escasament a 150 m de distància de la captura (Fig. 1). Tot el procediment requeria sempre menys de 20 minuts.

El mesocosm va ser construït seguint el disseny de Houde et al., (1994) i els consells del Prof. Barnabé (Sète; Univ. de Montpellier). El cilindre tenia 5 m de llarg i 1 m de diàmetre, amb un embut cònic en l'extrem terminal que acabava en un cubilet de PVC i obertura roscada proveït de finestra de buidat i tancament controlat des de la superfície (Fig. 3). La malla era de Nylal de 200 µm i mantenia la seva forma articulada per 4 anells circulars d'acer inoxidable. 4 caps de corda pasats per sengles anelles soldades als aros metàlics permetien recollir la xarxa des de la superfície. Tota la instal·lació es va penjar d'un flotador de poliestiré expandit d'un metre de gruix protegit per una matriu d'acer inoxidable i una protecció perifèrica de malla de plàstic. El



Fig. 3. Aspecte general del mesocosm

mesocosm va ser ancorat a la boia (Fig. 4) més propera a la zona de reproducció de les que marquen els límits de la zona estrictament protegida (Fig. 1) uns dies després de l'observació de les primeres freses.

Els ous traslladats al laboratori varen ser conservats en petits recipients (0.5 l) en condicions d'il·luminació i temperatura (20- 24 °C) domèstiques. Les observacions es varen realitzar cada 2 hores, durant el primer dia, i cada 6 hores els dos següents col·locant el recipient durant uns segons sota una lupa binocular il·luminada per fonts de llum freda. Per cadascuna de les diferents fases observades es va retirar una petita mostra (4-10 ous o larves) que es va fixar en formol tamponat diluït al 5%.

El 7 d'agost (2 i 1 dia després de la col·locació dels ous) es va realitzar un mostreig dins el mesocosm mitjançant una pesca vertical amb una petita xarxa de zooplancton de 20 cm de diàmetre. El dia 10 d'agost (5 i 4 dies després de la col·locació dels ous) es va recollir una mostra després de procedir a la remontada de tota la xarxa del mesocosm, replegant-la sobre ella mateixa de baix cap a dalt fins a la superfície.



Fig. 4. Part emergida del mesocosm ancorat a la boia.

Per últim, el 12 d'Agost (8 i 7 dies després de la col·locació dels ous), a la vista de la mort de totes les larves controlades al laboratori, es va mostrejar definitivament l'evolució dels ous depositats al mesocosm.

RESULTATS

Període d'activitat reproductora i posta, i relació amb els paràmetres ambientals

El període de postes observades es va dilatar des de l'1 fins al 25 d'Agost de 1997. En total es varen observar 13 postes repartides en 8 dies, i en les que es varen veure involucrats almenys 4 dels 5 mascles. Només en 4 ocasions va ser possible recollir mostres d'aquestes postes. No sols l'activitat de fresa sino també l'activitat de festeig prèvia a les postes es varen mostrar com precesos d'intensitat fluctuant intercalats per dies d'activitat pràcticament nula.

Les observacions de 1996 i d'aquest mateix any ens permeten proposar un esquema de gradació de l'intensitat en l'activitat reproductora basada en l'observació del comportament dels mascles territorials, i que comença per una activitat:

0) NULA, quan el mascle no és ni tan sols observat dins el seu territori (encauat, fora ?),

1) MÍNIMA quan el mascle, observat al seu territori, no patrulla activament els seus límits i

exhibeix la lliurea argentada reproductora només intermitentment i/o molt apagada,

2) MODERADA, quan el mascle, exhibint una lliurea argentada encesa, patrulla intensament nedant vigorosament i empen contínues expulsions contra els intrusos,

3) INTENSA, quan en presència de femelles, el mascle realitza repetidament el protocol de festeig, iniciant remuntades que no tenen resposta en les femelles,

4) MÀXIMA quan les femelles receptives al festeig dels mascles inicien remuntades que acaven en falses pujades però no en fresses,

5) FRESSA, normalment el darrer nivell d'activitat demostra que hi han femelles madures i disposades a fresar i aquests dies s'observa la fresa amb un rush final després de varies falses pujades.

A la Taula 1 hom ha consignat el nombre de vegades que va ser observada la repetició de cadascuna d'aquestes fases en l'activitat acumulada dels mascles monitoritzats (1 a 5) cada dia al llarg del mes d'Agost de 1997. Aixó ens dona una idea de l'activitat diària en aquest període. Aquestes dades han servit de base per confeigir la Fig. 5, en la que hom pot observar com l'activitat reproductora arriba de manera sobtada els últims dies de Juliol, es concentra en la primera setmana d'Agost, disminueix ostensiblement entre el 8 i el 13 d'Agost, i es repren però de forma menys intensa entre el 14 i el 25 del mateix mes. No es va poder observar cap signe

Taula 1. Valors d'activitat. Per a l'explicació vegeu el text.

dia	data	nº de mascles controlats	dintre el territori	lliurea blanca	patrulla	nº expulsions	nº cortejos	nº falses pujades	nº freses	activitat ponderada
1	25/07/97	5	4	4	4	14	0	0	0	80
2	28/07/97	4	4	4	4	8	0	0	0	80
3	29/07/97	4	4	4	3	7	2	0	0	59
4	30/07/97	3	2	2	2	0	3	0	0	27
5	1/08/97	1	1	1	1	3	13	11	0	149
6	2/08/97	3	2	2	2	9	29	22	1	327
7	3/08/97	3	2	2	2	0	6	9	2	101
8	4/08/97	4	3	3	3	0	17	12	2	179
9	5/08/97	4	3	3	2	3	5	3	1	72
10	6/08/97	3	3	2	2	0	3	2	1	42
11	7/08/97	5	3							
12	8/08/97	5	5							
13	9/08/97	2	2	2	2	9	3	2	0	75
14	10/08/97	4	3	3	3	4	5	2	0	71
15	11/08/97									
16	12/08/97									
17	13/08/97	4	4	4	3	13	5	0	0	98
18	14/08/97	3	3	3	3	1	2	1	0	38
19	15/08/97	3	2	2	2	16	16	9	2	215
20	16/08/97	2	2	2	2	10	9	3	0	115
21	17/08/97									
22	18/08/97	3	3	3	3	8	11	10	1	167
23	19/08/97	2	2	2	2	3	5	3	0	67
24	20/08/97	2	2	2	2	11	13	8	2	176
25	21/08/97	2	2	2	2	12	7	1	0	101
26	29/08/97	4	4	4	4	0	1	0	0	29
total		75	65	56	53	131	155	98	12	2168

d'activitat reproductora el mes de Setembre, tot i que els mascles encara arboraven la lliurea platejada intermitentment. Hom no va observar cap dia d'una activitat desenfrenada i sincrònica dels 5 mascles. Tampoc sembla haver un període sos-

tingut d'activitat que es perllongui varios dies. Mes aviat l'activitat sembla fraccionada i independent per a cada mascle.

La Figura 5 mostra també els perfils de temperatura del aigua obtinguts a l'estació exterior a

Taula 2. Correlacions entre alguns paràmetres físics i l'ocurrència de falses pujades (esquerra) o l'ocurrència de fresa de fresa (dreta).

Environmental factors	falses pujades			freses			casos N
	r	p		r	p		
Fondària de la termoclina	-0,24	0,315	ns	-0,17	0,466	ns	20
Temperatura a 10m	0,13	0,594	ns	0,09	0,702	ns	19
Temperatura a 25m	-0,44	0,060	(ns)	-0,49	0,033	*	19
Temperatura a 30m	-0,60	0,007	**	-0,53	0,020	*	19
Temperatura a 40m	-0,67	0,002	**	-0,52	0,022	*	19
Temperatura a 50m	-0,47	0,043	*	-0,45	0,055	(ns)	19
Temperatura a 60m	0,01	0,974	ns	-0,17	0,485	ns	19
Dif. Temperatura 10 - 40m.	0,67	0,002	**	0,43	0,065	(ns)	19
Dif. Temperatura 25 - 50m	-0,16	0,506	ns	-0,36	0,129	ns	19
Dif. Temperatura 30 - 60m	-0,55	0,016	*	-0,52	0,022	*	19
Pressió atmosfèrica	-0,65	0,002	**	-0,36	0,123	ns	20
Nivell del mar	-0,22	0,343	ns	0,05	0,818	ns	20
Amplitud de la marea	0,65	0,002	**	0,47	0,037	*	20
Alçada de les ones	0,10	0,671	ns	-0,02	0,919	ns	20
Corrents (Freu mooring)	0,11	0,657	ns	-0,04	0,863	ns	20
Corrents (Carall Bernat)	0,28	0,234	ns	0,19	0,417	ns	20
Corrents discordança	-0,04	0,862	ns	-0,15	0,535	ns	20

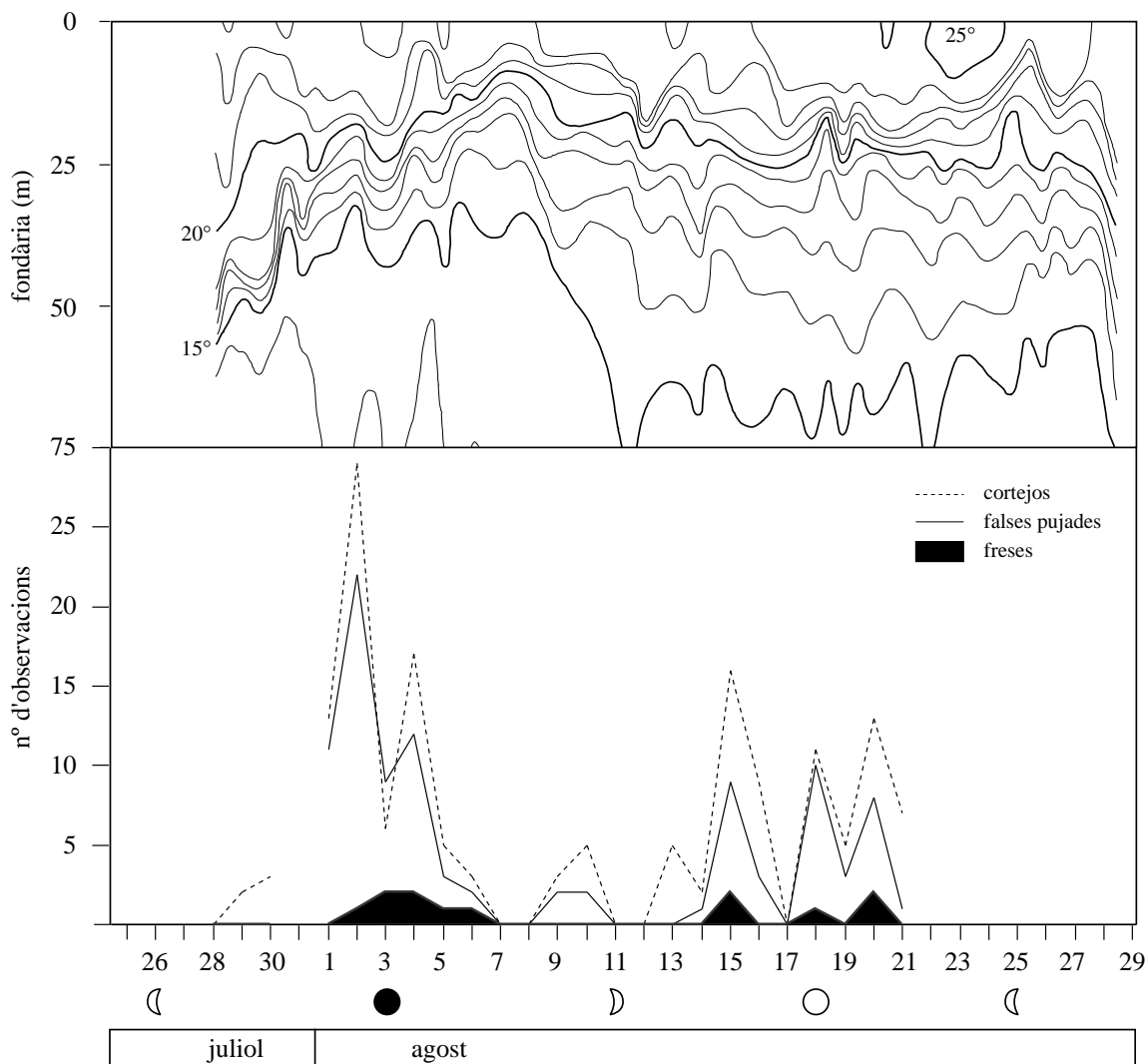


Fig. 5. Evolució de l'activitat amb relació a la temperatura de l'aigua (dalt; en °C) i la fase lunar (baix; ● lluna nova; ○ lluna plena).

les Medes mostrejada diàriament durant el període de juliol - Setembre. Sobre la figura s'assenyalen els dies en que es varen observar postes efectives. És fàcil observar que l'estructura tèrmica de la columna d'aigua és molt variable d'uns dies a altres, probablement com a resultat de canvis sobtats en el règim atmosfèric. En concret, la posició del límit superior de la termoclina, i en conseqüència les temperatures imperants en el rang de fondàries que ens interessen (15-30 m), són altament variables. Tanmateix, i malgrat el feble nombre de casos (N=23), l'anàlisi de correlacions múltiples entre les variables d'activitat reproductora i els paràmetres físics monitoritzats a la columna d'aigua (Taula 2) mostra que la millor relació s'estableix amb el règim tèrmic. Aquest pot ser esquematitzat en la posició ocupada per la termoclina i en els valors de la temperatura de l'aigua a les fondàries on es situa l'activitat reproductora dels meros (10-40 m). L'acti-

vitat reproductora sembla màxima els dies que la termoclina es troba tan somera que el gradient tèrmic entre 10 i 40 m de fondària es fa màxim (entre 6 i 8 °C); la correlació de l'activitat reproductora amb la temperatura observada a les diferents fondàries, passa de ser inexistent a les aigües molt somes (5-10 m) a augmentar de forma progressiva amb la fondària, de forma que és altament significativa amb la temperatura registrada a les fondàries de 30 i 40 m. El signe de la correlació és negatiu, el que vol dir que (dintre del període de fressa, perquè a escala anual la correlació amb la temperatura té signe positiu; Zabala et al., 1996a) els dies més favorables són aquells en que l'aigua és més freda, degut previsiblement a una remontada d'aigua més fonda (Fig. 6).

Amb la reserva que mereix l'anàlisi d'un nombre tan limitat de casos, l'anàlisi de la sincronització amb els ritmes lunars sembla mostrar una pauta bastant evident. Quan els dies en que

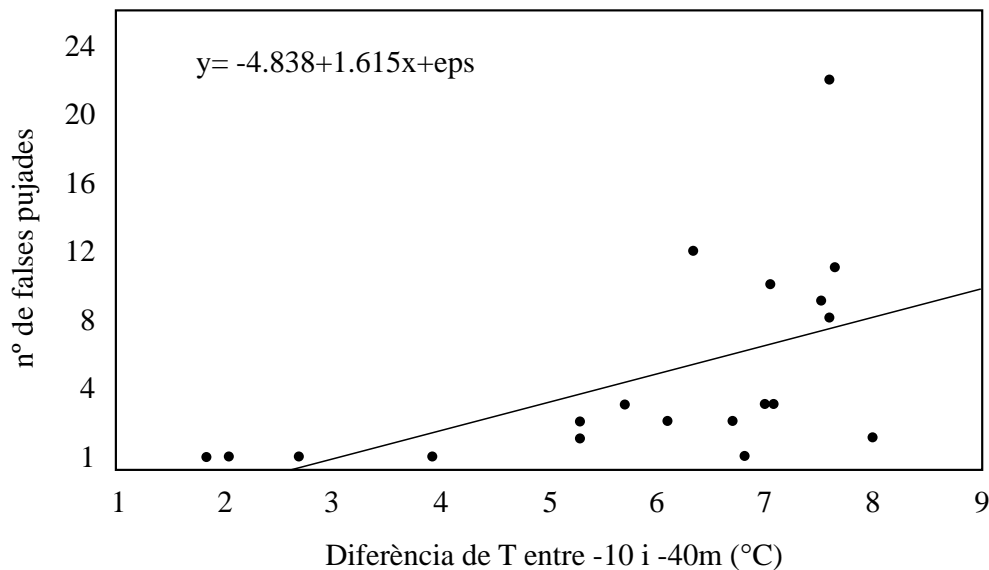


Fig. 6. . Relació entre l'activitat reproductora del mero (*Epinephelus marginatus*) i la discrepància tèrmica entre 10 i 40 m de fondària

varen ser observades falses pujades i fresses s'ordenen entre els quatre quarts d'un cilce llunar (lluna plena, quart menguant, lluna nova i quart creixent) (Taula 3) hom pot notar que en 12 dels 13 dies monitoritzats durant els períodes de lluna plena i lluna nova es varen detectar falses pujades, incloent-hi la totalitat dels 8 dies de fresses observades; mentre que en només 3 dels 10 dies monitoritzats en fases de quart menguant o creixent es varen anotar falses pujades, que en cap cas varen conduir a a l'observació de fresses. La fase d'activitat màxima va coincidir amb la lluna nova del 3 d'Agost i un segon episodi de menys intensitat es va detectar al voltant de la lluna plena del 17 d'Agost. Per contra, cap activitat de fresa va poder ser observada durant les llunes plena del 17 de Juliol i nova del 31 d'Agost.

El règim de corrents va caracteritzar-se per la dominància de la component Nord durant la primera quinzena de Juliol, que va donar pas a corrents dominants de Garbí durant la segona quinzena de Juliol i inicis d'Agost. Entre el 8 i el 13 d'Agost el sentit dels corrents s'inverteix i predomina el corrent de Nord com a conseqüència d'un moderat cop de tramuntana. La situació de corrent de garbí es restableix el 14 d'Agost i es manté així, amb canvis només detectables en la

seva intensitat al menys fins al 29 d'Agost (data final del període reproductor observat).

Encara que la qualitat de les dades no permet una anàlisi numèrica seriosa, sembla ostensible la correlació positiva (Taula 2, Fig. 7) de l'activitat reproductora amb les situacions en que la boia exterior del Carall Bernat assenyalava current de garbí (S) de força moderada (0 a 1.5 en l'escala de Pascual). En canvi, l'activitat de fresa desapareix totalment quan el corrent de garbí és fort (entre 1.5 i 3 en l'escala de Pascual) o quan és corrent de tramuntana (N) moderat (la situació de corrent fort de Nord no es va presentar en aquest període). Una anàlisi no paramètrica dona diferències altament significatives per a l'efecte combinat de la direcció i intensitat del corrent ($p < 0.02$).

Desenvolupament larvari en mesocosmos.

La descripció gràfica de les formes de desenvolupament observades en els ous fecundats i en les larves just eclosionades es resumeix en les Fig. 8 i 9. En la seqüència d'evolució observada podem distingir tres fases: una fase inicial, entre la fertilització i el tancament del blastoporus; una fase intermitja, entre el tancament del blastoporus i el començament de la separació del tronc de

Taula 3. Cicle lunar i dies d'activitat reproductora.

	Lluna plena 3 BFM-3 AFM	Quart 4 AFM- 10 AFM	Lluna nova 11 AFM- 11 BFM	Quart creixent 10 BFM- 4 BFM	TOTAL
dies d'observació	6	5	7	5	23
falses pujades	6	1	6	2	15
fresses	3	0	5	0	8

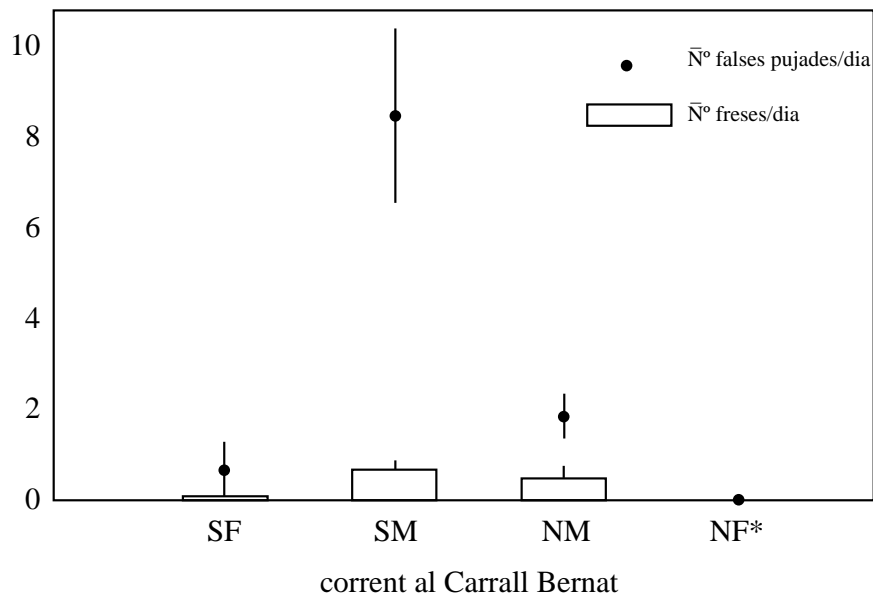


Fig. 7. Relació entre l'activitat reproductora del mero (*Epinephelus marginatus*) i el tipus i intensitat del corrent dominant. SF, sud fort; SM, sud moderat; NM, nord moderat; NF, nord fort, situació no observada. La barra indica la desviació estàndard.

la masa de vitel; i una fase avançada, des de l'anterior fins l'eclosió de la larva.

Els ous són esfèrics. El seu diàmetre oscil·la entre 0.85 i 0.88 mm (mitjana 0.86). Están proveïts d'una única gota d'oli, d'entre 0.16 i 0.19 mm (mitjana 0.17) de diàmetre, situada a la part posterior del sac vitel·lí. Abans i durant les hores posteriors a la fecundació, els ous no presenten pigmentació. A les 14 hores de ser fecundats ja és visible l'embrió. El vitel és homogeni i es troba pigmentat per acúmuls de melanòfors. L'espai perivitel·lí és estret. La coberta exterior de l'ou, el corion, presenta una sèrie de porus, visibles al

microscopi electrònic de transmissió, que no arriben a travessar completament el corion.

Les primeres larves varen eclosionar a les 26 hores; en el moment de l'eclosió les larves mesuraven al voltant de 1.2 mm de longitud (mesura realitzada sobre larves fixades en formol). El sac vitel·lí era de mida considerable i la gota d'oli es trobava situada en posició posterior. La boca no és funcional i els ulls no están pigmentats.

A la larva de 2,15 mm de longitud, ja és visible el tub digestiu, i el vitel es troba pràcticament reabsorbit.

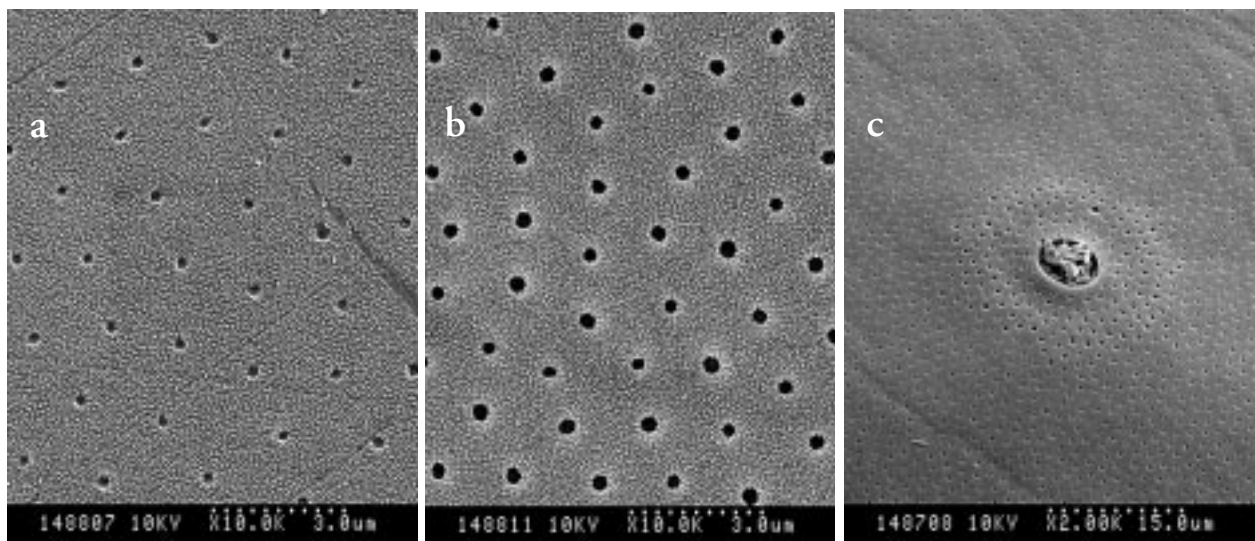


Fig. 8. Fotografies al microscopi electrònic de l'estructura externa dels ous de mero (*Epinephelus marginatus*).; a, ou en estat inicial de desenvolupament a 10.000 augments; b, ou en estat avançat de desenvolupament a 10.000 augments; c, ou en estat inicial de desenvolupament a 200 augments i detall del micropil, a través del qual té lloc la fecundació. Hom pot observar la mida superior dels porus situats al voltant del micropil.

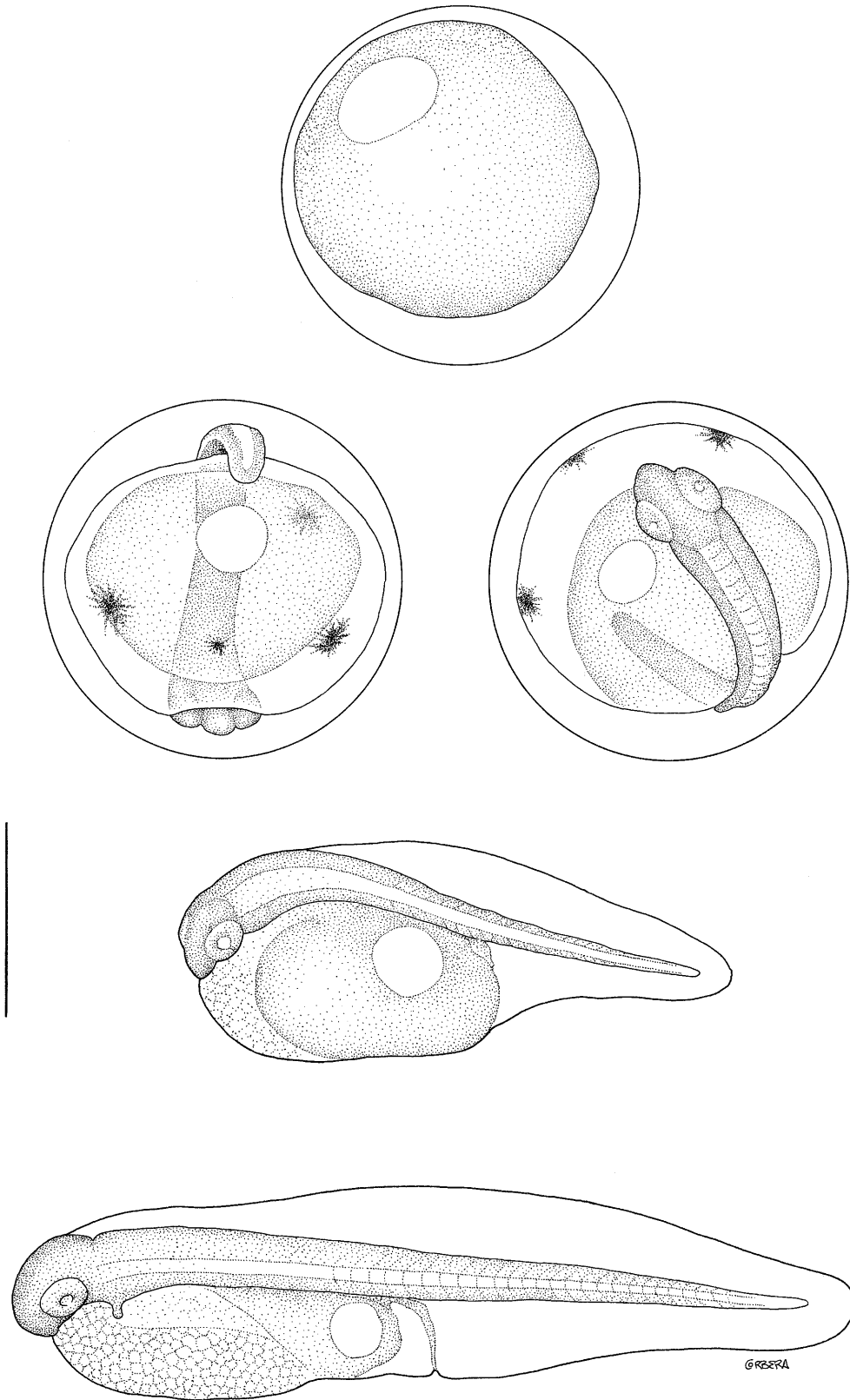


Fig. 9. Seqüència de desenvolupament d'un ou fecundat de mero (*Epinephelus marginatus*) fins a la eclosió de la larva. Escala gràfica 0.5 mm. (dibuix J. Corbera)

La captura dels ous després de les postes, tot i no presentar cap complicació tècnica, es va revelar, a la vista dels resultats (4 de 13), més difícil del que hom havia previst. Encara més, de les quatre captures reeixides, la primera (4-8-97) i la última (18-8-97) varen produir tan pocs ous que no varen ser útils per desenvolupar els pasos següents.

La segona captura (5-8-97) va produir uns 1820 ous, dels que 182 varen ser portats al laboratori i la resta es varen transportar al mesocosm. Al laboratori, 10 dels 182 ous varen arribar fins a la fase de desenvolupament intermitja i dels que varen prosequir el desenvolupament embrionari varen ecllosionar 5 larves.

La tercera captura (6-8-97) va produir uns 6500 ous, dels que 325 varen ser portats al laboratori i la resta es varen transportar al mesocosm. Al voltant del 92 % d'aquests ous eren fecundats. Al laboratori, 13 d'aquests ous varen aturar el seu desenvolupament a la fase inicial, 107 varen arribar fins a la fase intermitja i 181 fins a la fase avançada. D'aquests últims varen arribar a ecllosionar 5 larves.

A la pesca vertical del 7 d'agost (2 i 1 dia després de la col·locació dels ous) es varen recolectar 9 ous vius en una fase de desenvolupament avançada i 1 larva lecitotrófica.

A la pesca en el conus terminal del dia 10 d'agost (5 i 4 dies després de la col·locació dels ous) no es va recolectar cap ou ni larva viable, ni tampoc organismes zooplànctònics. Quan el 12 d'agost (8 i 7 dies després de la col·locació dels ous), a la vista de la mort de totes les larves controlades al laboratori, varem decidir mostrejar definitivament l'evolució dels ous depositats al mesocosm, no varem trobar cap traça de larves, si bé es varen recolectar un total de 382 ous morts. Les parets del mesocosm apareixien colmatades per una atapeïda capa de plancton que li conferia un color bru. Dins el cilindre, l'anàlisi de l'aigua va mostrar una gran pobresa en zooplàncton i fitoplàncton de xarxa (diatomees i dinoflagelats).

DISCUSSIÓ.

Període i factors controlant la fresa

El seguiment realitzat durant l'estiu de 1997 ha tornat a demostrar l'existència d'episodis de reproducció dels mersos *Epinephelus marginatus* a les Illes Medes, i per les dades de que disposem en l'actualitat estem inclinats a pensar que es tracta

d'un procés que ve d'antic i que possiblement es repetirà cada any mentre les característiques demogràfiques de la població no pateixin un canvi catastròfic.

Les primeres manifestacions d'activitat territorial dels mascles es varen iniciar cap a mitjans de Juny, però l'acurat seguiment dels darrers dies de Juliol ens permeten afirmar amb seguretat que la primera fresa va tenir lloc el dia 1 d'Agost. Tots els mascles dominants dels que hom coneixia el territori (6) varen tornar a ocupar exactament el mateix territori de la temporada passada. Aquestes observacions reforçen la visió d'una forta fidelitat dels mascles pels seus territoris, i donen idea de la complexa estructura social de les poblacions.

La durada del període de fresa és, tal com sospitavem, més dilatada del que hom havia observat l'any passat i no mostra correlació clara ni amb l'estructura tèrmica de la columna d'aigua ni amb les fases lunars. Tanmateix, la fresa va tenir lloc, un cop més, durant l'època en que la temperatura de l'aigua assoleix els seus màxims, i els màxims d'activitat varen coincidir amb les fases de lluna nova (3 d'Agost) i plena (17 d'Agost), separats per un període de recessió de l'activitat reproductora durant el quart creixent (10 d'Agost). Durant el mes que va durar la fresa es varen succeir dos períodes de corrent de garbí, separats per un període breu de corrent de nord. Simptomàticament l'activitat, que era molt forta els primers dies (1 a 5 d'Agost) es va diluir durant la dominància del corrent Nord, per reapareixer amb la represa del corrent de Sud. Cal molta més informació per confirmar la relació entre els dies de fresa i el règim de corrents, però l'associació de les postes amb els situacions de corrent de garbí podria estar en relació amb la més gran transparència que generalment va associada amb aquestes situacions i que podria ajudar a l'encontre dels individus. Aquesta major transparència també beneficia als observadors i un podria tenir la temptació d'imaginar que el que fa el corrent de garbí és biaixar la nostra capacitat d'observació de les parades; però la tenacitat amb que hem seguit als mersos l'estiu de 1997, fins i tot els dies de molt baixa visibilitat, ens permeten assegurar que tal artefacte no existeix.

Consideracions marginals.

Un mascle que des del Juny va ocupar el mateix territori de l'any anterior i mostrava el comportament i les lliurees d'un reproductor

durant 7 observacions consecutives, va deixar de ser vist des del 10 de Juliol i hom el dona per desaparegut. Donada la fidelitat dels mascles pel seu territori durant l'època reproductora i la conspicuïtat d'aquest individu (es deia *Arlequí*, perquè degut a un defecte de pigmentació mostrava permanentment una mitat del cap en lliure fosca i l'altra mitat clara), pensem que va desaparèixer realment aquells dies, i concretament que va ser caçat. Un cas semblant va succeir l'any anterior (1996) amb un vell mascle anomenat *Ales de Plata*, conegut en el mateix territori des de 1993 i que va desaparèixer en plena època reproductora (Agost) després d'haver estat observat fidelment al seu territori durant tot el mes de Juliol. Aquests indicis ens fan pensar, més que cap dels altres (vegui's el capítol dedicat als peixos), en l'evidència de que un cert grau de furtivisme, probablement molt selectiu, ha estat ocorrint a la Reserva de les Medes al menys durant els estius 1996 i 1997.

Desenvolupament larvari en mesocosmes

L'experiència de desenvolupament en mesocosmes no va funcionar com hom havia previst. Ben és cert que el nombre de postes que hom va arribar a manipular va ser molt inferior a l'esperat, però probablement el resultat hagues estat el mateix en el cas de disposar de nombrosos ous.

La pregunta de quants ous resulten fecundats i quants escapen en condicions normals a la depredació per les oblades sembla de moment difícil de respondre. El percentatge d'ous fecundats després de la retenció de las postes dins de les boses va resultar enormement variable entre les dues experiències reeixides. En la captura del 6-8-97, el percentatge d'ous que varen evolucionar fins a fases suficientment desenvolupades per garantir que eren fecundats va ser molt elevat (92 %), i això prova que la fecundació de les postes en condicions naturals deu ser elevada, si no ho impedeixen els depredadors. El dia abans (5-8-97) en canvi, i malgrat que la fixació de la mostra es va realitzar al cap de moltes hores després de la seva recol·lecció, només de l'ordre del 10 % dels ous capturats havien evolucionat fins a una fase de desenvolupament suficient per a afirmar que estaven fecundats; la resta, o no ho estaven o varen morir sense desenvolupar-se, immediatament després de la recol·lecció. Cal observar que aquesta captura va tenir lloc de forma accidental, ja que gran quantitat d'oblades havien depredat ja sobre la posta, l'obertura de la bossa es va

realitzar lentament i la captura en dues etapes. Potser les diferències se expliquen com a conseqüència d'aquesta manipulació poc hàbil.

Els ous fecundats tenen flotabilitat positiva i s'acumulen a la superfície. Aquests ous varen evolucionar satisfactòriament durant les 48 h següents a la seva captura quan es varen mantenir al laboratori, en petits recipients sense agitació ni oxigenació accessoria. També els ous dipositats al mesocosm varen evolucionar, com ho prova la pesca realitzada el dia 10 d'agost en la que es varen recol·lectar nou ous en molt bones condicions i una larva ja eclosionada. Tanmateix, sembla haver una diferència sensible en la velocitat d'evolució en els dos ambients, perquè mentre al laboratori les larves ja eclosionaven al cap d'un dia, al mesocosm aquells ous, recol·lectats amb 2 ó 3 dies de vida, eren perfectament vius però en fase molt més endarrerida. Potser les diferents condicions de temperatura poden explicar la diferència.

També resulta digna de reflexió la gran diferència numèrica entre els més de 7.700 ous, presumptament dipositats en el mesocosm entre els dies 5 i 6 d'agost, i els només 328 ous morts, recol·lectats al fons de la xarxa el dia 12 d'agost. Com la càpsula o membrana externa dels ous fa d'aquests formes molt més resistents a la descomposició que les larves ja eclosionades, creiem que aquestes "desaparicions" ens autoritzen a pensar que la resta, o una bona part de la diferència entre 328 i 7700, havien evolucionat satisfactòriament fins a la eclosió en forma de larves, però varen morir abans d'arribar a la fase de reabsorció del sac vitelí.

El percentatge d'ous supervivents al laboratori que varen arribar a eclosionar (aprox. el 2 %) probablement va ser molt inferior al que hom podria haver aconseguit si les condicions de cultiu (temperatura, oxigenació, fotoperíode, etc..) haguesin estat les idònies. Tanmateix, aquesta xifra no sembla un valor de supervivència inhabitual, o fins i tot sembla superior, als obtinguts en moltes experiències de piscicultura de meros (veure Ben Khemis, 1997 per a *Epinephelus aeneus* de Creta). En tot cas, el nombre d'ous controlats en aquestes condicions era manifestament insuficient per a extreure'n conclusions.

No tenim cap explicació raonable per a la mortalitat total dels supervivents pocs minuts-hores després de la seva eclosió. Aquestes larves ni tan sols varen arribar al que a la literatura cita com a fase crítica, la que segueix a la reabsorció total del vitel i que obliga a encetar l'alimentació

autònoma (Barnabé, 1991). Potser varen morir per abrasió contra les parets del tancat com a conseqüència de la força dels corrents o del onatge a que estava exposada l'instal·lació. En tot cas, l'instal·lació del mesocosm no hauria servit per alimentar les possibles prelarves de forma automàtica per quant la colmatació de la xarxa per una gruixa capa de fitoplancton va actuar com un filtre molt poderós que impedia l'accés d'organismes més grans, que com els rotífers i els nauplius de copèpodes podien constituir les preses potencials de les larves.

Es evident que el disseny de les instal·lacions per allotjar els ous, i després les larves dels meros ha de ser modificat. En primer lloc, es probable que els ous sobrevisquin molt millor fins a l'eclosió en un recipient som però de gran superfície, en aigües encalmades i proveïdes d'un filtre de UV. Un cop eclosionades, les larves podrien ser transferides a un mesocosm però l'alimentació hauria de sustentar-se artificialment amb blooms orientats d'algues-rotífers segons la metodologia proposada per Ben Khemis (1997).

En resum, i encara que la captura i posterior incubació de les postes del mero *Epinephelus marginatus* en condicions naturals no proporcionen, de moment, una via interessant d'explotació des del punt de vista industrial, segueixen constituint una via amb un enorme potencial per a la recerca amb l'avantatge afegit de constituir una tècnica totalment compatible amb la conservació de l'estoc de reproductors i amb la gestió de les reserves marines.

BIBLIOGRAFIA

Barnabé, G. - 1974. La reproduction du mérou, *Epinephelus gigas*: observations préliminaires de terrain. *Aquaculture*, 4: 363-367.

Barnabé, G., 1991. *Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture*. G. Barnabé (ed.), Lavoisier-Tec&Doc, Paris: 391 pp.

Ben Khemis, I., 1997. Élevages larvaires de poissons méditerranéens: optimisation de la production en mésocosme et diversification des espèces. Tesi Doctoral. Université d'Aix-Marseille III: 186 pp.

Chauvet, C. - 1991. Statut d'*Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) et éléments de dynamique des populations méditerranéenne et atlantique. In Boudouresque C.F., Avon, M. et Graves, V. edit., GIS Posidonie publ., Fr. : *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*

Colin, P.L.- 1992. Reproduction of the Nassau grou-

per, *Epinephelus striatus* (Pisces: Serranidae) and its relationship to environmental conditions. *Envir. Biol. Fish.*, 34: 357-377.

G.E.M. (Anonyme). - 1996. Le mérou brun en Méditerranée. Note Interne au G.E.M. : 27 pp.

Grice, G.D., and Reeve M.R., 1982. *Marine mesocosms, biological and chemical research in experimental ecosystems*. G.D. Grice & M.R. Reeve (eds.), Springer-Verlag: 430 pp.

Houde, E.D., J.C. Gamble, S.E. Dorsey and J.H. Cowan Jr.- 1994. Drifting mesocosms: the influence of gelatinous zooplankton on mortality of bay anchovys, *Anchoa mitchilli*, eggs and yolk-sacs larvae. *ICES J. Mar. Sci.*, 51: 383-394.

Lafontaine de, I., and W.C. Leggett. - 1987. Evaluation of "in situ" enclosures for larval fish studies. *Can. J. Fis. Aquat. Sci.*, 44: 54-65.

Lalli, C.M., 1990. Enclosed experimental marine ecosystems : a review and recommendations. Coastal and Estuarine studies, Springer-Verlag: 218 pp.

Leis, J.M, 1991. The pelagic stages of reef fishes : the larval biology of coral reef fishes. In: P.F. Sale (de.), *The Ecology of fishes on Coral Reef*, pp: 183-230. Academic Press. San Diego.

Pascual, J., J. Salat and M. Palau. - 1995. Evolution de la température de la mer entre 1973 et 1994, près de la côte catalane. Colloque Scientifique International OKEANOS 95: la Méditerranée, variabilités climatiques, environnement et biodiversité. Montpellier.

Sadovy, Y., P.L. Colin and M.L. Domeier. - 1994. Aggregation and spawning in the tiger grouper *Mycteroperca tigris* (Pisces: Serranidae). *Copeia*, 1994 (2) : 511 - 516.

Samoilys, M.A. and L.C. Squire. - 1994. Preliminary observations on the spawning behaviour of the coral trout *Plectropomus leopardus* (Pisces: Serranidae) on the great barrier reef. *Bull. Mar. Sci.* 54 (1) : 332 - 342.

Shapiro, D.Y. - 1987. Reproduction in groupers. In: J.J. Polovina and S. Ralston (eds.): Tropical snappers and groupers: biology and management. Westview Press, Boulder. Colorado.

Spartà A. - 1935. Contributo alla conoscenza dello sviluppo nei Percidi. *R. Comitato Talassografico Italiano*, 224: 1-15.

Tucker, J.W.(Jr.), P.G. Bush and S.T. Slaybaugh. - 1993. Reproductive patterns of Cayman Islands Nassau grouper (*Epinephelus striatus*) populations. *Bull. Mar. Sci.* 52 (3): 961 - 969.

Tucker, J.W.(Jr.).- 1994. Spawning by Captive Serranid Fishes: A Review. *J. World Aquac. Soc.*, 25(3): 345-354.

Zabala, M., A. Garcia-Rubiés, P.Louisy and E. Sala. - 1997a. Spawning behaviour of the Mediterranean Dusky Grouper *Epinephelus marginatus* (Love, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediteranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61(1): 65-77.

Zabala, M., P.Louisy, A. Garcia-Rubiés, and V. Gracia. - 1997b. Socio-behavioural context of reproduction in the Mediterranean Dusky Grouper *Epinephelus marginatus* (Love, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediteranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61(1): 79-98.

CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

Aquest apartat és concebut a tall de resum, o per a aquells que, interessats en conèixer els resultats principals del seguiment de 1997, vulguin estalviar-se el gruix dels detalls. Les principals recomanacions de gestió que es deriven de l'estudi estan assenyalades en **negreta** per tal de remarcar-ne la importància.

A grans trets, el patrimoni natural bentònic de les Illes Medes manté la línia de continuïtat dels anys anteriors. Aquesta afirmació no ha de ser presa amb excessiva autocomplaença, ans entesa com el que vol dir: que no hi ha hagut canvis patrimonials dràstics; de fet no podia ser altrament ja que, a la natura, els únics canvis dràstics que hom pot esperar (en el lapse d'un any) serien impactes catastròfics de signe regressiu. Que aquests no s'hagin produït no vol dir que tot estigui com estava. Al costat de signes positius hem observat l'existència d'algunes tendències preocupants que ens haurien de portar a reflexionar sobre les mesures de gestió vigents.

Començant per la visió més gratificant, veiem com la praderia de *Posidonia oceanica* conserva a grans trets la qualitat biològica observada en 1984, o fins i tot confirma una tímida recuperació des del 1995 en els seus paràmetres de biomassa. Fins i tot la zona més profunda que, sense que en coneguem ben bé les causes, va patir una regressió a l'inici de la dècada actual, sembla estabilitzada. En tot cas, la política de substitució de morts de fondeig per barrines clavades a la sorra, junt amb l'acompliment de la prohibició de llançar l'ancora, sembla donar bons resultats. A les conclusions d'aquest apartat **hom suggereix eliminar totalment els morts de fondeig de la praderia i renovar el balisament del seu límit inferior amb una instal·lació visible des de la superfície** (línia de boies) que delimitaria dues zones, una interior sense morts i una zona exterior en la que la col·locació de morts de fondeig no suposaria cap problema per a les fanerògames. A més, **hom recomana estudiar la qualitat de l'aigua**, a la que tradicionalment hom ha atribuït molts dels efectes de la degradació de les praderies, i la revisió, en períodes d'uns 5 anys, de la cartografia actualitzada enguany (Apèndix I).

El cens dels macroinvertebrats més característics de la comunitat de l'herbei de *Posidonia* ha permès posar en evidència una neta tendència a la recuperació de les poblacions de nacres, *Pinna nobilis*, amb individus que, per les seves mides, corresponen a joves individus reclutats durant els darrers anys. Aquesta espècie va ser descartada com a descriptor digne de ser monitoritzat en els inicis del programa de seguiment (anys 1989-1990) precisament per les baixíssimes densitats residuals que semblaven preludiar una total desaparició a un termini més o menys breu.

Les poblacions de la garota comestible *Paracentrotus lividus* segueixen augmentant en densitat dins la reserva, continuant així la tendència observada des del 1995; les de la garota negra *Arbacia lixula* (incorporada al seguiment en els últims tres anys), en canvi, semblen haver-se estabilitzat després de tres anys de creixement continuat. L'augment diferencial dins la zona protegida ha fet desaparèixer les diferències de densitat que les separaven de les poblacions de la costa i que inicialment havíem identificat com un dels més nítids efectes de la reserva. Des d'aquesta nova perspectiva, sembla inevitable acceptar la incapacitat de les poblacions de peixos (ni tan sols a densitats tan altes com les observades a la Reserva de les Medes) per a controlar efectivament les poblacions de garotes quan es dona el doble requeriment de forts reclutaments i refugis adequats.

Aquests resultats poden tenir una notable transcendència aplicada per al maneig dels fons rocosos litorals, per quant existeixen creixents evidències que les poblacions de garotes constitueixen una amenaça per al patrimoni natural d'aquests ecosistemes fins a transformar-los en "erms" quan són excessivament denses, i hom havia proposat les Reserves Marines, i la recuperació de les poblacions de peixos depredadors de garotes que s'opera en elles, com la manera més eficaç, potser la única coneguda, de revertir la situació.

El control de la supervivència de les poblacions de la gorgònia *Paramuricea clavata* confirma un any més els valors obtinguts en els anys precedents, en el sentit que la mortalitat per arrabassament a les zones més intensament visitades (al voltant d'un 6 %) duplica la mortalitat observada a les comunitats menys visitades (al voltant del 3 %). A qui tingui la temptació de subvalorar la importància d'aquesta "petita" diferència, cal recordar-li que es tracta d'una espècie especialment parsimoniosa en el creixement (en promig 1 cm d'alçada total per any), de baixes taxes de reclutament (discontinuu, només perceptible alguns anys) i, en conseqüència, possiblement també en les seves taxes de mortalitat natural. A aquest panorama s'afegeix una nota ombrívola, com és constatar que ja no queden llocs amb *Paramuricea clavata* a la costa immediata del Montgrí que es puguin considerar representatius de la situació de baixa freqüentació: el control situat al lloc anomenat Puig de la Sardina ha deixat de ser-ho en els últims anys degut a la creixent pressió d'escafandristes, i les mortalitats observades confirmen aquest canvi. Això referma i fa més urgent el ja antic suggeriment d'**ampliar al Montgrí la protecció de que ja gaudeixen les Medes**.

La importància de l'impacte causat per una freqüentació excessiva sobre la fauna bentònica sèssil es veu refrendada per les dades sobre erosió del coral.ligen publicades a l'article afegit com a Apèndix II d'aquesta memòria. Poques vegades una monitorització produirà uns efectes més nítids. Si existeixen altres criteris, aliens a la conservació, que desaconsellin desoïr les nostres recomanacions és quelcom que escapa a la nostra consideració (encara que la Llei 19/1990 és molt explícita en aquest sentit), però mai els gestors podran reclamar evidències més explícites de que els límits raonables de la prudència per a una gestió sostenible d'un espai protegit estan essent vulnerats.

Per aquestes raons, refermem la nostra proposta de **reduir sensiblement la freqüència actual de les visites subaquàtiques** fins als nombres que sempre hem cregut més apropiats. Fins que no es plantegin arguments convincents en contra, opinem que la capacitat de càrrega òptima per al buceig a l'actual zona estrictament protegida de les Illes Medes ha de situar-se al voltant de 100 visites per dia. **La xifra límit**, que no hauria de ser superada en cap circumstància, **se situaria en 200 visites per dia**. Tot i així, tenint en compte que l'àrea bucejable de les Medes (zona entre boies de buceig per sobre de la isobata de 50 m) no supera les 10 Ha, es tractaria d'una de les densitats de buceig (10-20 visites / Ha dia) més elevades de tot el món. A més, aquestes visites han de realitzar-se **imperatívement acompanyades per un guia propi de la Reserva** que conegui els itineraris més aconsellables, i no per monitors forans desconexors del lloc, en grups que no superin els cinc visitants per cada guia. A través del procediment de concessions administratives resulta fàcil conduir la forma actual de visitar la Reserva cap a altres més respectuoses com les que acabem d'esmentar. Sense que sigui aquest el lloc adequat per a discutir temes econòmics, ens sentim obligats a **suggerir que es revisin amb ulls crítics alguns arguments victimistes sobre la ruïna econòmica a que conduirien aquestes mesures, i que han tingut un pes tan nefast en les quotes de buceig aprovades fins al moment actual**. Entre l'alarmisme demagògic dels que diuen no poder sobreviure (econòmicament) si es rebaixen les condicions actuals i la evident pressió dels empresaris del buceig actualment exclosos per a entrar a participar del negoci de les Medes existeix una contradicció evident que ha d'ajudar a decantar el piu de la balança cap a posicions més congruents amb l'esperit i la lletra de la Llei de protecció de la fauna i flora de les illes Medes, la única que sobre aquest espai ens obliga a tots.

Que el cens de llagostes de 1997, com el de 1996, doni valors molt inferiors als de 1994 i 1995 no s'ha d'interpretar d'una forma negativa sinó com un nou índex del que ara ens resulta evident: que donada la mobilitat de l'espècie i l'ample rang espacial ocupat pels individus al llarg de la seva existència, l'espai protegit de les Illes Medes té una superfície insuficient per albergar una població resident en el curs d'un cicle biològic complet. Per tant, hem de veure la població de llagostes com una pobla-

ció oberta, que esmerça només una part petita de la seva vida dins la zona de les Illes Medes. Abans i després del seu pas per la Reserva, les llagostes queden exposades a tots els atzars de depredació i captura de la resta de la costa. De forma que no trobem altres criteris, per a millorar la supervivència de l'estoc des de la perspectiva de la Reserva, que **garantir la seva conservació mentre romanen dins d'ella.**

D'altra banda, els col·lectors situats a la costa no han produït de moment cap captura de larves post-*puerulus*, el que pot significar que el reclutament observat en 1996 podia haver estat excepcional i que l'esforç de mostreig necessari per capturar reclutes en anys "ordinaris" es troba potser fora d'escala de les nostres possibilitats.

El seguiment de les poblacions de peixos que hem donat en anomenar "altament vulnerables", aquells que com el nero possiblement han contribuït més al prestigi de la reserva de les Medes des de la seva creació, és el que sorprenentment ha aportat el senyal d'alarma més evident. Deixant de banda el cas del nero, *Epinephelus marginatus*, que mereix un comentari apart (veure més avall), les observacions inesperades d'un decreixement simultani durant els anys 1996 i 1997, 1) dels efectius de les classes de mida més grans de totes les espècies controlades (amb l'excepció del dèntol, *Dentex dentex*), és a dir, del corball, *Sciaena umbra*, l'orada, *Sparus auratus*, el llobarro, *Dicentrarchus labrax*, o el sarg imperial, *Diplodus cervinus*; i 2) de les densitats d'algunes d'elles (llobarro, orada, corball), sembla força difícil d'explicar per causes altres que l'existència de pràctiques furtives dins la Reserva. Donada la gravetat d'una tal conclusió vàrem realitzar un esforç estadístic especial per tal d'argumentar aquestes evidències amb tota la força que sabem extreure de les nostres dades (poca); el resultat ha estat un informe més llarg de l'habitual (veure el capítol dedicat als peixos).

D'una banda, es cert que peixos com els llobarros i orades realitzen amplis desplaçaments fora dels límits de la Reserva i podrien haver estat pescats de forma totalment legal. De ser aquest el cas, això seria un motiu de satisfacció donat que l'augment de la pesca a les zones circumdants (l'efecte *d'spilling off*) és un dels objectius més esperats de la Reserva. Però el biaix de les desaparicions cap a les mides més grans, quan tots els individus censats entren de ple en el rang de mides objecte de la pesquera artesanal (palangres i armellades), ens fa pensar en un mètode de captura molt més selectiu, com ara la caça submarina.

La pèrdua d'individus grans es fa encara més difícil d'explicar en el cas del corball i del nero, espècies altament sedentàries i territorials que no abandonen els seus territoris dins la Reserva en tot el cicle anual. En el capítol dedicat a la reproducció del nero hem anotat, com observació marginal, la desaparició de dos individus, mascles territorials de gran mida ($L_{total} > 100$ cm) durant els mesos de juliol de 1996 i 1997, respectivament (en el cas d'aquests individus dels que hom feia un seguiment pormenoritzat, quasi diari, hom pot assenyalar amb precisió d'uns pocs dies la data de desaparició). El fet és especialment rellevant perquè ara sabem que durant els període previ a la fresa (juliol) i durant tot el període de postes (agost), cadascun dels pocs mascles reproductors existents a la Reserva defensa un territori d'uns quants centenars de metres quadrats que no abandona gairebé mai; el mateix individu pot utilitzar el mateix territori en anys consecutius, en alguns casos almenys durant 6 anys seguits. De forma que aquests individus, fàcilment reconeixibles perquè llueixen una lliurea específica i especialment conspicua, són visitats i retrobats cada dia en el mateix espai (veure capítol dedicat a la reproducció dels nerros). La seva desaparició d'un territori perfectament delimitat, comprovada durant nombrosos dies d'observació durant la resta de juliol i l'agost i setembre després d'haver estat reiteradament observats en els precedents dies de juny i inicis de juliol **no té altra explicació plausible que la captura des de l'interior de la Reserva.**

Tots aquests indicis, que considerats aïlladament podrien ser titllats de circumstancials, quan es presenten conjuntament ens mostren una imatge coherent amb una situació que ja des de fora de l'aigua ha estat denunciada múltiples vegades: la

vigilància de les Medes és insuficient, i s'exerceix en èpoques i hores que -sent les de màxima afluença- no resulten les més adequades per combatre les pràctiques furtives. La manca de vigilància va ser especialment patent durant els hiverns de 1996 i 1997, i quan existeix, la vigilància estival es concentra en les hores diürnes al voltant del migdia.

Els gestors responsables d'aquest patrimoni natural han d'entendre que el risc de ser espoliat, talment com succeeix amb el patrimoni artístic, augmenta a mida que creix el seu valor. Mentre els recursos de la costa no subjecta a mesures de protecció especial van malauradament disminuint, es fa més flagrant la diferència entre el que hi ha dins i el que hi ha fora de la Reserva. Com sigui que, a més, aquestes espècies de peixos tenen un preu de mercat gens menyspreable, no cal complicar-se en arguments estranys per entendre l'interés de les pràctiques furtives. La facilitat per a cometre impunement una "rendible" captura de peixos a les illes Medes, a plena llum del dia, és tan palesa que hom s'estranya que aquests fets no s'hagin produït amb més freqüència. Aquestes observacions, que venen de molt antic, han estat trameses reiteradament als gestors a través de les reunions del Consell Assessor i si no havien estat traslladades a paper imprès fins avui era per un criteri de prudència i per la manca d'evidències explícites. A partir d'ara sabem que la qualitat de la ictiofauna de les Medes (que, al marge de consideracions conservacionistes, rendeix uns importants beneficis en forma de turisme) tindrà un preu en vigilància més elevat, possiblement molt més elevat, del que hom ha volgut concedir-li.

Com a conclusió evident, **recomanem la reconsideració de tot el pla de vigilància de la Reserva, l'assignació de més recursos humans i materials (embarcacions), l'aplicació de torns diürns i nocturns, regulars i irregulars de vigilància, i de les nombroses tècniques que sense dubte existeixen per lluitar contra aquesta forma específica de delictes.**

Pel que fa a la zona parcialment protegida des de 1990 que va del Molinet a la Punta Salines, hom observa una tímida recuperació de dues de les espècies més vulnerables a la caça submarina, el nero i el corball. El nero, que era incensable (la qual cosa no vol dir que no n'hi hagués en termes absoluts) a la zona entre els anys 1990 i 1994, apareix el 1996 i augmenta en densitat el 1997. El nombre de corballs també s'incrementa de 1994 a 1997. Tanmateix, cal assenyalar que per a les altres espècies no s'observen efectes notables (excepte potser en les mides més grans); de forma que, després de 7 anys de protecció nominal, la ictiofauna d'aquest sector no ha evolucionat tan favorablement com ho va fer a l'espai insular de les Medes. La pobresa de la recuperació de la ictiofauna podria ser deguda a moltes causes, com el caràcter continu (no insular) de la zona, que propiciaria la fugida dels peixos fora dels límits, la naturalesa topogràfica dels fons, el règim de corrents, l'existència residual (observada) de caça submarina, o l'impacte real de la pesca artesanal regulada. En tot cas, **aquests resultats han de ser tinguts en compte quan es plantegen els beneficis esperables d'una hipotètica extensió d'aquest règim de gestió a la resta de la costa del Montgrí.**

El seguiment de la reproducció dels nerros dins de la Reserva ha servit per confirmar la continuïtat i la relativa predictibilitat d'aquest procés. A hores d'ara podem avançar una certa relació dels períodes de fresa amb el cicle lunar i unes condicions hidrològiques més favorables per a la seva observació. Molt més predictable és el comportament territorial dels mascles reproductors, dels que hom ha pogut confegir un mapa més elaborat que l'any precedent. Es confirma l'elevada fidelitat dels individus als mateixos territoris. Hom ha pogut proposar una seqüència de comportaments que permet quantificar la intensificació i relaxació de l'activitat reproductora i que permetrà anticipar la imminència de les freses. Tanmateix, el procés de fresa no ha pogut ser filmat adequadament.

La captura i incubació *in situ* de dues freses naturals va permetre observar un elevat (però variable) percentatge de fecundació dels ous, i l'eclosió de les larves al cap

de 26 h de la seva captura. Aquest material ha permès obtenir les primeres fotografies al microscopi de l'estructura fina dels ous, i les primeres il·lustracions de les primeres fases larvàries. Tanmateix, la mort prematura de totes les larves abans de la total reabsorció del sac vitel·lí ens ha impedit anar més enllà del que ja havia estat observat el 1974 per Barnabé.

En resum, i encara que la captura i posterior incubació de les postes del nero en condicions naturals no proporcionen, de moment, una via interessant d'explotació des del punt de vista industrial, segueixen constituint **una via amb un enorme potencial per a la recerca**; amb l'avantatge afegit de constituir una tècnica totalment compatible amb la conservació de l'estoc de reproductors i amb la gestió de la Reserva.

APÈNDIX-I

CARTOGRAFIA DE LA PRADERIA DE *Posidonia oceanica* DE LES ILLES MEDES

Marta MANZANERA i Javier ROMERO

APÈNDIX-II

Per tal de no subvalorar la importància de l'impacte produït per la excessiva freqüentació actual de la Reserva pels escafandristes, hem afegit com un apèndix la fotocopia d'un article científic publicat en una revista de la màxima solvència en el món conservacionista. Aquest treball descriu la regressió d'una de les zones de buceig de les Medes, la zona compresa entre la Cuetera i la punta del Guix, durant els anys precedents. Si hem decidit incloure-ho a la memòria de 1997, malgrat les dades d'aquest treball provenen d'anys precedents, és perquè és ara quan l'article ha vist la llum.