



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

# SEGUIMENT TEMPORAL DE LA RESERVA MARINA DE LES ILLES MEDES - I

INFORME ANUAL. ANY 1995

PCC 10.05.227.07/5



UNIVERSITAT DE BARCELONA  
**Departament d'Ecologia**

# ÍNDIX

PRESENTACIÓ . . . . .	5
ESTADO BIOLÓGICO DE LA PRADERA DE Posidonia oceanica DE LAS ISLAS MEDES. INFORME DE 1995 . . . . .	11
SEGUIMENT TEMPORAL DE LA GORRONIA Paramuricea clavata DE LES ILLES MEDES. EXERCICI 1995 . . . .	21
SEGUIMENT TEMPORAL DE LA GAROTA COMUNA Paracentrotus lividus EN LES ILLES MEDES. EXERCICI 1995 . . . .	29
AVALUACIÓ DE LA POBLACIÓ DE LLAGOSTES (Palinurus elephas) DE LES ILLES MEDES. EXERCICI 1995 . . . . .	37
IMPACTE DE LA FREQUËNTACIÓ DELS ESCAFANDRISTES SOBRE LES POBLACIONS DEL BRIOZOU Pentapora fascialis A LES ILLES MEDES: SEGUIMENT 1992-1995 . . . . .	49
AVALUACIÓ DE LA POBLACIÓ DE CORALL Corallium rubrum DE LES ILLES MEDES. ANY 1995 . . . . .	63
CONCLUSIONS I RECOMANACIONS . . . . .	71



# PRESENTACIÓ

Els seguiments o monitoritzacions, com els empenys humans, tenen per tret diferencial els alts i baixos, les dents de serra. I això, no només és vàlid per al comportament de les variables monitoritzades, sino també per als avatars administratius i financers. Fins l'extrem que la continuïtat temporal, i no sols l'antiguitat dels registres, és la millor mesura de la seriositat en la gestió d'un país; en aquest sentit, és evident que els països anglo-saxons tenen molt que ensenyar als llatins (p.e. en els registres de dades metereològiques).

Abans del que haguèssim volgut, els alts i baixos polítics i financers van tocar, fent trontollar l'any 1995, al Seguiment del Patrimoni Biològic de les Illes Medes. L'any 1994 s'acabà el primer cicle del Pla d'Usos de l'Àrea protegida de les illes Medes (sorgit de la llei 19/1990 de 10 de desembre del Parlament de Catalunya). Aquest havia d'obrir les portes a un segon cicle quadriennal en el que, de forma preceptiva segons l'esmentada llei, s'havien de continuar els controls biològics del seu patrimoni natural. Per tant, no calia recórrer al nostre reiterat argument que en ecologia hom precisa de períodes d'estudi relativament llargs per definir amb fiabilitat les tendències de canvi: l'administració havia assumit l'argument i el feia seu. Malgrat tot, no podem dir que causès sorpresa la notícia que, després de moltes dil·lacions, informacions contradictòries i canvis de titularitat en els òrgans de gestió, el seguiment de 1995 es veia desproveït de suport financer (ens apresurem a reconèixer que a nivell d'intencions, el suport de les administracions involucrades no es va veure mai compromès). Conscients de la ingenuïtat d'esperar un suport lliure d'entrebancs, el nostre equip de treball havia assumit, des de l'inici del seguiment en 1990, el risc d'aquesta eventualitat. I havia previst que, arribat el cas, caldria continuar el seguiment, omplint si calia el buit derivat de la manca del marc administratiu (en aquest cas el nou conveni entre la conselleria d'Agricultura, Ramaderia i Pesca i la Universitat de Barcelona) que per motius diversos no es restablí en tot el curs del 1995. És així que el seguiment del patrimoni natural de l'Àrea protegida de les illes Medes al llarg de l'any 1995 es feu amb recursos propis, la qual cosa vol dir amb moltes estretors econòmiques. Afortunadament, la situació s'ha redreçat, en renovar-se per tres anys més (1996-1998) el conveni que estableix el seguiment. La satisfacció per la signatura d'aquest nou conveni, em fa alimentar l'esperança que ens anys a venir els nous gestors de la Reserva Marina de les Illes Medes, conscients del paper capdavanter d'aquest espai en la gestió dels espais litorals mediterrànics, no permetran que tals anomalies es repeteixin.

Resum d'objectius i filosofia del disseny.

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 nostres treballs és avaluar els resultats d'aquesta protecció. Com sia que no es poden controlar tots els elements de la fauna i flora, la primera qüestió que hom es pot plantejar és si la tria dels elements seleccionats és representativa de tot el conjunt.

En els ecosistemes bentònics conviuen espècies i comunitats de molt diferent dinàmica. Les que han esdevingut més preuades a cop de fer-se escadusseres al llarg de tota la costa, són quasi sense excepció les menys dinàmiques (corall, gorgònies, llagostes, neros, coral·ligen, etc.), perquè toleren pitjor la pèrdua d'estabilitat del sistema en el que han evolucionat. La dinàmica poblacional d'aquestes espècies que han coevolucionat en ambients particularment estables, pot ser molt sensible als eventuais increments de la mortalitat i/o descens del reclutament, resultants de l'aparició d'un factor de pertorbació nou. L'home ha esdevingut probablement el

principal factor de pertorbació dels sistemes litorals, i recentment la capacitat d'alterar-los ha crescut moltíssim, així com la diversitat d'impactes, que ja no es limiten a la pesca i la contaminació, sinó que inclouen activitats relacionades amb el lleure, com l'accés directe als fons amb escafandre autònom.

La Costa Brava és un exemple de superposició d'usos intensius del litoral, 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 comparteixen amb la major part de la façana costanera mediterrània, i han legalitzat la seva utilització en activitats de lleure i educació ambiental. 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 sol·lucions a una situació que previsiblement esdevindrà cada cop més freqüent: la dels espais protegits en front de determinats usos, que queden així restringits, però al mateix temps oberts a la freqüentació i a les activitats de lleure dels ciutadans.

És evident que cal 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 aprofitaments sostenibles. 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, es pot arribar en els extrems a un santuari 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 submarina la raó fonamental de la creació de la Reserva, 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 amb el temps, sinó que resulta 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'interès que susciten aquests resultats creiem necessari repetir una sèrie d'avertiments que hem anat fent en les anteriors memòries.

Els processos biològics operen lentament, molt més del que demana la nostra impacient cultura. 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, en forma de dents de serra que resulten difícils d'interpretar. 1995 no ha estat una excepció en mostrar-nos canvis de tendència per alguns descriptors que semblaven tenir pautes inamovibles. Una visió pessimista ens portaria a concloure que quants més anys 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 podrem interpretar com a soroll. Es per això que, a desgrat de resultar tediosos, aquests estudis han de repetir els mateixos tòpics, quan seria més agraït introduir continus canvis innovadors. Fidels amb aquesta filosofia i pensant en aquells que no tinguin accés a les Memòries dels anys precedents, repetirem breument els arguments principals d'aquest estudi.

La creació al 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, 1989) 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 forassenyat de la pressió antròpica sobre les illes

que podria resultar inconvenient, i la Generalitat de Catalunya va dictar una llei (Llei 19/1990 de 10 de desembre) 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, els actuals i els 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, tasca encomanada per la llei primer a la Direcció General de Pesca Marítima (DGPM), i darrerament a la Direcció General de Medi Natural (DGMN), han de ser fruit d'una decisió meditada i, sobretot, basada en dades experimentals tan quantificables i analitzables com sigui possible.

El Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, responent a una sol·licitud de la DGPM 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 hom va anomenar punt zero o situació el 1990. Davant la impossibilitat d'estudiar-ho tot, hom va seleccionar una sèrie 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 de 1990 i 1991).

Establir l'efecte 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 hom va anomenar efecte reserva.

Establir l'efecte que té sobre aquest patrimoni la freqüentació per un nombre elevat de capbusadors. Es el que hom va anomenar efecte freqüentació.

El Pla d'Usos preveu un seguiment temporal plurianual, del que aquesta Memòria constitueix la sisena entrega corresponent als resultats obtinguts els anys 1995 i 1996 (vegeu, per als anteriors, les Memòries de 1990, 1991, 1992, 1993 i 1994). Aquest document presenta, els resultats conjunts de les campanyes de seguiment de 1995 i de 1996, per bé que ho fa de manera desglossada en un primer volum (aquest), en el que hom explica els resultats del seguiment de la praderia de *Posidonia oceanica* (1995), de la gorgònia *Paramuricea clavata* (1995), de la garota *Paracentrotus lividus* (1995), de la llagosta *Palinurus elephas* (1995), del corall ver *Corallium rubrum* (1995), i de l'erosió del coral.ligen (1995); i en un segon volum, a lliurar a continuació, en el que hom presenta els resultats de 1996, a més del seguiment durant el 1995 del nero i de la comunitat de peixos en general.

Els resultats acumulats els anys precedents confirmaven la impressió de que la pressió humana sobre les Medes havia anat en alguns aspectes massa lluny, i els efectes d'una freqüentació excessiva es feien notar. Els quatre darrers anys, quan per garantir la validesa d'uns resultats que eren preocupants hom va ampliar el volum dels controls i les zones d'estudi, hom va 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 dintre de la Reserva entre les zones poc visitades i les que pateixen la màxima freqüentació.

Cal repetir un cop més la ja vella idea que cap estudi científic pot donar la recepta màgica per calcular el límit màxim tolerable de visitants d'una reserva de natura. Sobretot perquè 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), que propugnen la idea d'un desenvolupament sostenible, 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 mida que es va perfilant una sèrie temporal més consistent, la comparació entre localitats diferents (el disseny experimental SFT, space for time, espai per temps) que havia constituït, per defecte, el cor inicial del nostre estudi va perdent sentit. Això és així perquè 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 cinc anys tampoc resulta suficient per obtenir gaires certituds.

Aquest any, quan la trajectòria que descriu el comportament de qualsevol de les variables estudiades ja té cinc punts de referència, la fase de les dents de serra a que alludiem l'any passat es magnifica. 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 dents de serra. Dit d'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 tres o quatre.

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 és un bon recordatori de la complexitat de l'evolució dels sistemes naturals i un avís perquè no oblidem la prudència a l'hora de treure conclusions (i, especialment, de planificar-ne la gestió). I un argument més per a perseverar en la consecució d'una sèrie temporal prou llarga com per documentar sense ambigüïtats 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 el 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. Aquesta afirmació pot ser avalada per l'interès mostrat per altres Reserves de països veïns que, com el Parc National de Port-Cros i la Réserve Naturelle de Scandola (Còrsega), 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. Aquests dos darrers anys han vist com els procediments de seguiment del patrimoni natural d'una reserva submarina, assajats i validats a les illes Medes, es reproduïen en aigües de dos parcs naturals francesos; ens complau deixar-ne constància, tant pel que suposa de valoració de l'equip de treball, com d'exemple a escla europea i mediterrània d'una administració regional que s'ha compromès a gestionar el seu patrimoni sobre la base del coneixement ecològic del mateix.

Amb l'inici d'aquesta nova etapa del seguiment del patrimoni natural dels fons marins de l'Àrea protegida de les illes Medes hom enceta també un nou interlocutor en el DARP, la Direcció General de Medi Natural, i una nova estructura en l'Àrea protegida, de la que potser la característica més sobresortint és la figura de directora de l'Àrea protegida, que havíem reclamat insistentment vegada. És fins a cert punt normal que en aquests casos hom es replantegi canviar, poc o molt, el tarannà

de l'anterior relació entre les parts. En aquest sentit, valorem molt positivament que des de la DGMN s'hagi entès que, independentment que pugui ser adient replan-tejar alguns aspectes del conveni que ara acaba de renovar-se, el seguiment del patrimoni, en els seus grans trets, s'ha de seguir fent de manera que permeti esta-blir tendències i comparar amb moments del temps (el passat, el futur) i de l'espai (altres àrees properes, altres reserves mediterrànies).

Per la nostra part, esperem un any més que la dedicació i la sinceritat (i àdhuc el sacrifici, com s'ha esmentat en explicar en quines condicions s'ha fet el seguiment de 1995) que posem en aquests estudis contribueixin a esperonar la fermesa de l'ad-ministració catalana en defensar una gestió sostenible de la Reserva enfront d'al-guns interessos econòmics que, tot i legítims, no poden entrar en confrontació amb el mandat del Parlament de Catalunya (Llei 19/1990 de 10 de desembre) de pre-servar la fauna i la flora submarines de les Illes Medes.

Signat: Joandomènec Ros,

Catedràtic del  
Dpt. d'Ecologia de la UB  
Barcelona, a 15 de Novembre de 1996





# ESTADO BIOLÓGICO DE LA PRADERA DE *Posidonia oceanica* DE LAS ISLAS MEDES. INFORME DE 1995

Javier ROMERO, Marta PÉREZ, Olga INVERS, Marta MANZANERA y Xavi de PEDRO

Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona  
Diagonal 645, 08028 Barcelona

## OBJETIVOS

La pradera de *Posidonia oceanica* se cuenta entre los ecosistemas de mayor interés biológico del Mediterráneo, tanto por su elevada producción primaria como por su capacidad de albergar y alimentar a numerosas especies vegetales y animales, así como 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 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 70.000 m<sup>2</sup>, lo cual hace que su importancia cuantitativa en el sistema sea grande. Así, dentro del plan de seguimiento plurianual de los ecosistemas de la reserva submarina de las islas Medes, se ha evaluado el estado biológico de la pradera de *Posidonia*, con vistas a documentar su estado biológico actual, así como sus cambios interanuales. Los datos adquiridos tienen una especial relevancia en cuanto a que son comparables no sólo con los de otros años del programa de seguimiento de las islas Medes sino también con datos existentes de años anteriores a la declaración de reserva (concretamente, 1984 y 1987).

## PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

Estrategia para la elaboración del informe de 1995

El presente informe propone como objetivos:

(i) Repetición de las medidas de densidad y cobertura en las cuatro estaciones fijas por el método habitual de las fotografías y por un nuevo método (transectos) que posiblemente

umentará la información obtenida por unidad de esfuerzo.

(ii) Repetición de las medidas de densidad sobre el transecto permanente; con respecto a años anteriores, se han omitido las medidas de cobertura en dicho transecto

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

En 1995 no se llevó a cabo el seguimiento del límite inferior.

## Definiciones

Entendemos por densidad de haces el número de haces por metro cuadrado de sustrato. Los haces son agrupaciones de hojas individualizables (de 3 a 7 hojas por haz) que aparecen en el extremo de ejes (rizomas) de crecimiento vertical. Dado que, según se desprende de la literatura científica disponible, la variabilidad entre praderas o entre zonas de una misma pradera se debe más al número de haces que a diferencias en las características de éstos, se comprende que el recuento de dichos haces suministre una primera aproximación a las variables cuantitativas (producción, biomasa, etc.) más interesantes ecológicamente.

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 el porcentaje 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 interior de los rodales. Por lo tanto, el parámetro "densidad" hace referencia sobre todo a una pro-

riedad intensiva de la pradera, mientras que el parámetro cobertura es de tipo más extensivo. Podemos asimismo definir la densidad global 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. El número de cuadrados en las campañas de 1995 es de 10 por estación, salvo a 5m que es de 20.

### 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 aplicó a la estima de la cobertura el método de los transectos, que se describe a continuación.

Para cada una de las cuatro profundidades correspondientes a las cuatro estaciones fijas, se tendía una cinta métrica graduada en centímetros y de 50 m de longitud total, procurándose que el inicio y el final del transecto estuvieran aproximadamente a la misma profundidad, lo que no siempre pudo conseguirse, en especial en la estación más profunda. Se definían tres tipos de fondo, a saber: mata (rizoma muerto), arena (sedimento no vegetado) y Posidonia (planta viva). Un buceador recorría el transecto y anotaba la situación exacta de cada cambio en el tipo de fondo. Si el tipo de fondo era mata o arena, y la distancia entre dos cambios sucesivos inferior a 10 cm, no se consideraba 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 el mismo 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., y que a partir de aquí denominaremos "ventana") dará valores crecientes que para un cierto valor de dicha 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 el nuevo 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 1995, se siguió dicho balizamiento para comprobar la evolución temporal del mismo. Así, 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.).

### 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 o 5 m, 6.5 m, 8.7 m y 14 m o límite inferior) representativos de la gama de batimetrías en las que se desarrolla esta planta en el área de estudio. En cada uno de ellos se ha estimado la

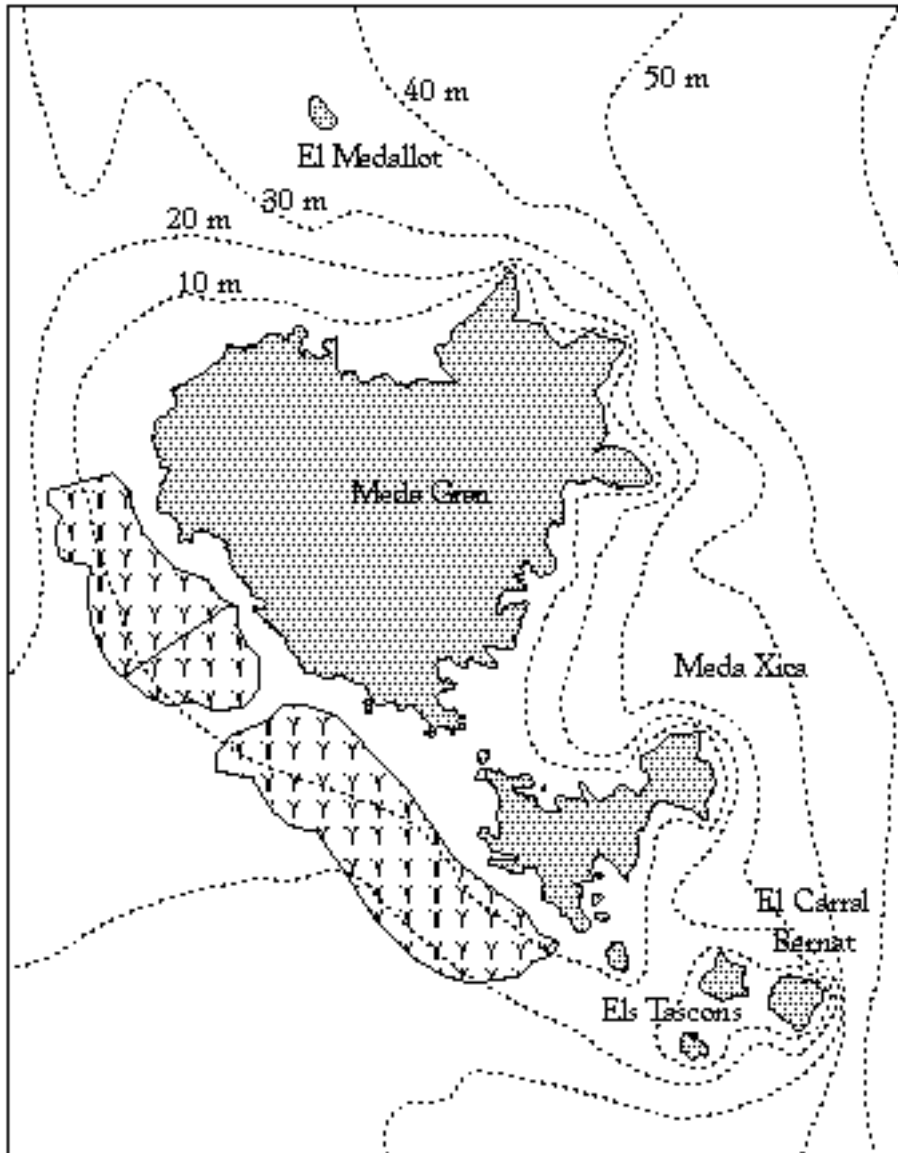


Fig. 1. Mapa esquemático de las Islas Medas, con la localización del transecto permanente. El contorno de la pradera es aproximado, y está basado en observaciones acumuladas a lo largo de los años de seguimiento. El límite superior y los límites laterales son los más imprecisos.

densidad y la cobertura mediante el recuento de 10 cuadrados, la realización de unas 8 fotografías, así como tres transectos.

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.

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 son generalizables al conjunto de la pradera sólo con ciertas precauciones.

## RESULTADOS

En las tablas 1 y 3 se dan los valores de densidad y cobertura obtenidos en las estaciones fijas. En las Figs. 2 y 3 se comparan los datos de densidad y cobertura (obtenida por el método fotográfico) de cada estación con las de años anteriores.

En lo que se refiere a la densidad, si bien en 1994 se observaron cambios negativos (pérdida de densidad: 19 %) en la estación de 5 m. En 1995, la densidad de dicha estación se ha recuperado ampliamente, habiendo aumentado tam-

Tabla 1. Densidad (haces.m-2) en las cuatro estaciones fijas. Se da el error standard para cada valor.

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

(\*) corresponde a una zona comparable situada a 10 m de profundidad

Tabla 2. Comparación de densidades (haces m-2) de los transectos de 1990, 1992, 1993, 1994 y 1995.

Rango batimétrico (m)	1990	1992	1993	1994	1995
5-6	463	438	393	388	403
6-7	276	313	258	337	440
7-8	125	292	301	208	344
8-9	188	296	127	105	400
9-10	142	102	219	183	241
10-11	248	142	101	83	166
11-12	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	9.5	0
+14	48	85	70	91	61

Tabla 3. Cobertura (%) en las cuatro estaciones fijas. Se da el error standard para cada valor.

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

(\*) corresponde a una zona comparable situada, a 10 m de profundidad

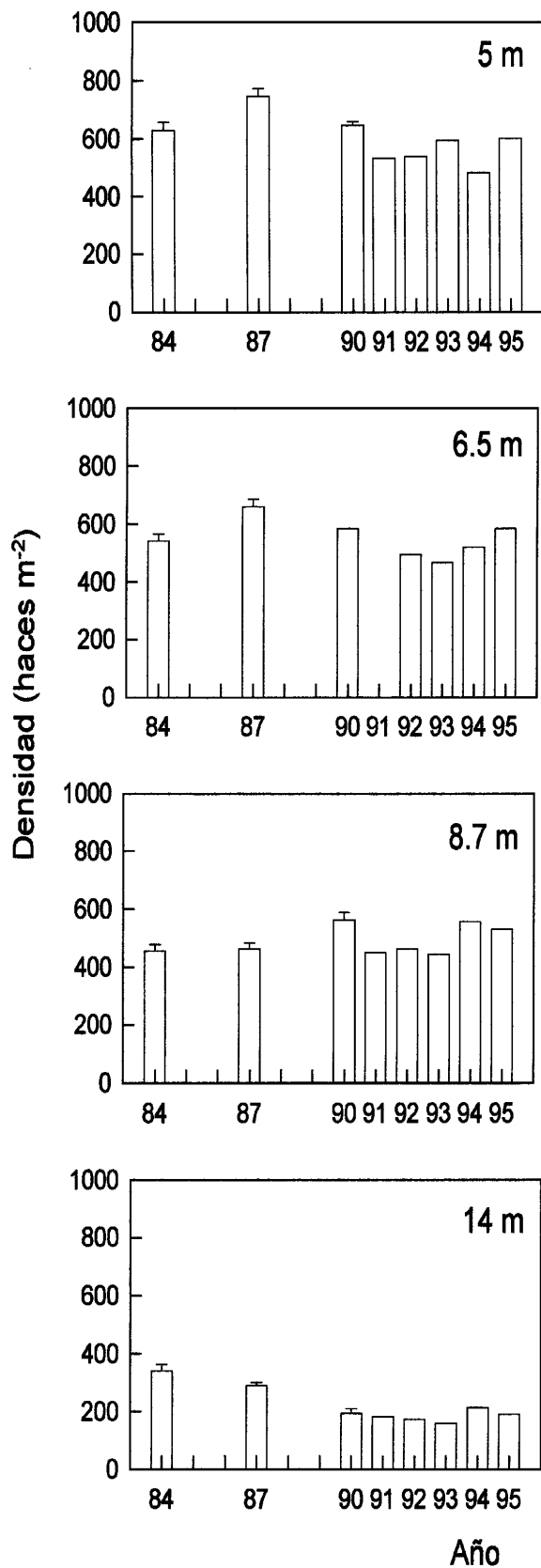


Fig. 2. Densidad (haces m<sup>-2</sup>) en las cuatro estaciones fijas todos los años estudiados.

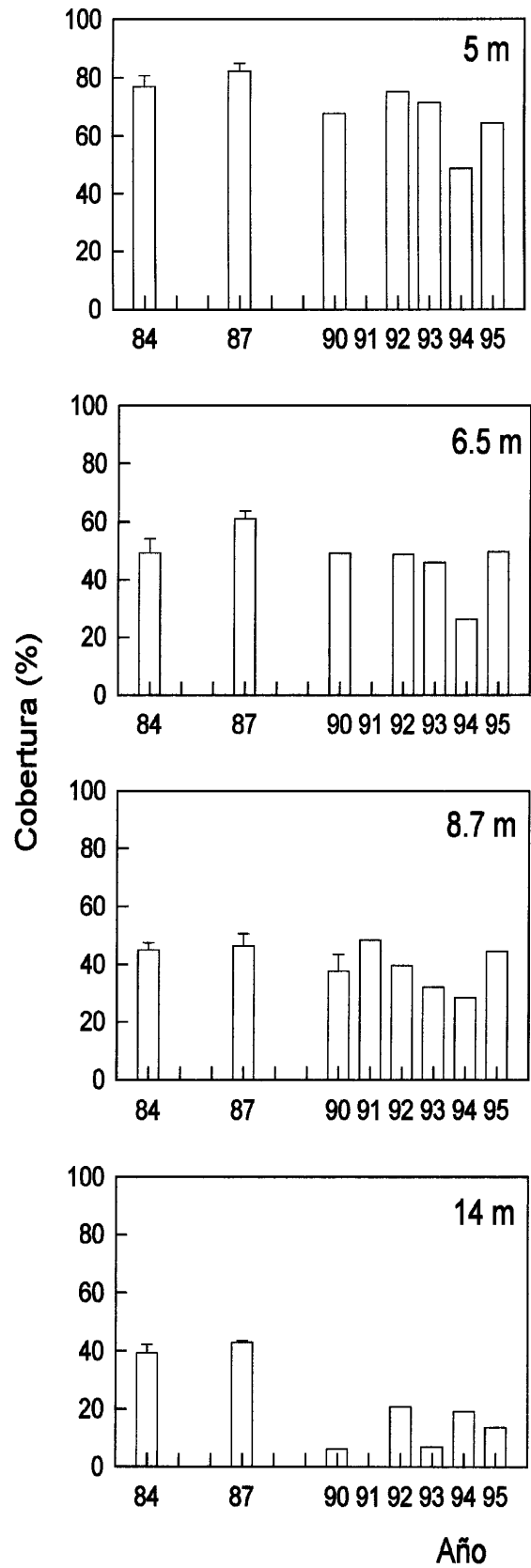


Fig. 3. Cobertura (%) en las cuatro estaciones fijas y en todos los años estudiados, por el método de la fotografía sub - marina.

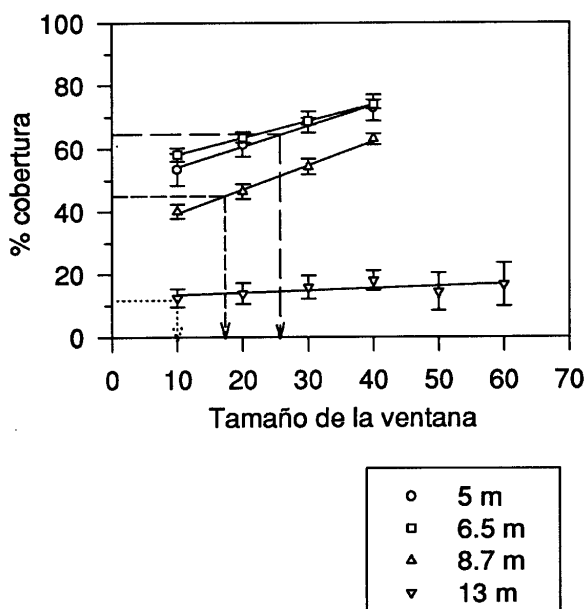


Fig. 4. Valores de cobertura (%) resultantes de la aplicación de diferentes ventanas de discriminación de datos en los transectos de cada estación fija.

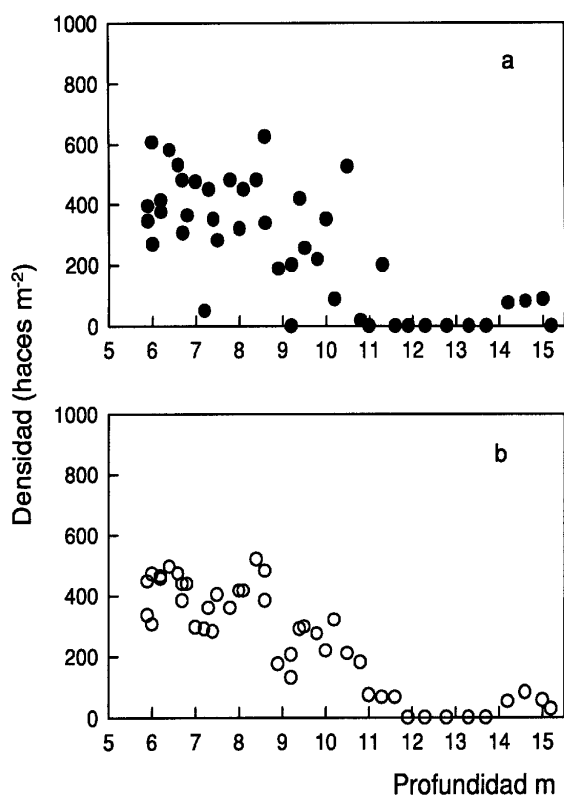


Fig. 5. Variación de la densidad (haces  $m^{-2}$ ) en función de la profundidad en el transecto permanente en 1995. a) datos brutos. b) datos suavizados por el sistema de medias móviles ( $n=3$ ).

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 substratos (10 cm).

Prof. (m)	Mata	Posidonia	Arena
5	$34.3 \pm 4.4$	$53.5 \pm 5.1$	$12.2 \pm 5.7$
6.5	$37.4 \pm 2.8$	$58.2 \pm 2.1$	$4.8 \pm 0.8$
8.7	$32.7 \pm 1.3$	$40.1 \pm 2.3$	$27.2 \pm 3.3$
14	$1.8 \pm 1.6$	$12.5 \pm 2.9$	$85.8 \pm 3.3$

bién la densidad a 6.5 m. Las densidades en las dos estaciones más profundas se mantienen. Estos cambios, cuya significación estadística se ha comprobado con una *t* de student al 5 %, no parecen formar parte de ninguna tendencia clara a largo plazo (ver fig. 2). Caso de querer resumir los cambios habidos en el período 1984-1995, podemos decir que tras un primer período progresivo (1984-1987) apreció entrarse en una etapa en que, a pesar de las fluctuaciones, la tendencia era regresiva (1987-1992 o 1993), tras la cual los valores tienden a recuperarse o al menos a estabilizarse. De manera global, parecería que la única estación con cambios netos negativos para el conjunto del período considerado es la profunda (13 m). Las tendencias aquí apuntadas se confirman si consideramos los cambios en densidad a lo largo del transecto permanente (tabla 2).

En lo que se refiere a la cobertura, también 1995 parece haber sido un año "bueno", con recuperación de valores en las estaciones de 5, 6.5 y 8.7 metros (tabla 3).

El método de transectos da valores de cobertura inferiores a las obtenidas con el método fotográfico (tablas 3 y 4), salvo en un caso, aunque las discrepancias son pequeñas. En la Figura 4 puede apreciarse como cambia la cobertura en función de la ventana considerada. Del análisis de esta figura podemos concluir que para la estación superficial es necesaria una ventana de unos 30 cm para que ambos métodos coincidan, y de algo menos de 20 cm para que coincidan en 8.7 y 13 m. La estación de 6.5 m arroja un resultado inesperado (mayor cobertura con el método del transecto que con el fotográfico), que deberá ser revisado en años sucesivos antes de pasar a emplear de manera única y rutinaria el método de los transectos.

Los valores de densidad global (tabla 5) parecen confirmar lo dicho en relación a coberturas y

Tabla 5. 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

(\*) corresponde a una zona comparable a 10 m de profundidad

Tabla 6. Coeficientes de regresión  $Y=mx+b$ , donde Y es la densidad 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
Y = Den.	x = Prof						
b	477	560	589	668	205*	203*	741
m	-31.54	-32.1	-45.9	-50.4	-2.7	-2.45	-50.3
r	0.51	0.48	0.62	0.67	0.33	0.24	0.83

\* calculado con los datos suavizados

densidades, así como las relaciones entre profundidad y densidad (tabla 6), cuya pendiente m ha aumentado sensiblemente tras dos años de valores muy bajos; esto es una vez más la expresión de que las diferencias entre superficie y fondo han vuelto a acentuarse, después de un año o dos en que parecían desdibujarse, por la pérdida de calidad en los indicadores de calidad biológica de la estación superficial.

En la figura 5 aparecen los valores de densidad a lo largo del transecto. 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 por efecto de limitación por la luz. También se aprecia claramente la existencia de una zona sin vegetación (que corresponde al calvero) entre los 11 y 13 m de profundidad.

En la tabla 7 aparecen los datos tomados con el seguimiento del calvero. La comparación de las observaciones de 1994 y 1995 lleva a la conclusión de que la mancha desprovista de vegetación se ha mantenido estable en el período considerado.

## DISCUSIÓN

La pradera de *Posidonia oceanica* es un sistema dotado de una gran inercia, de forma que no son esperables cambios interanuales espectaculares. Sin embargo, el hecho de disponer de datos de una relativa antigüedad empieza a hacer posible un análisis a largo plazo, cuyas conclusiones, obviamente, deberán ser tomadas con cautela.

### Diagnóstico biológica

En cuanto a los parámetros de densidad y cobertura, la situación actual de la pradera (1995) puede considerarse globalmente aceptable, no estando por lo menos en peor estado que en 1984, fecha de obtención de los datos más antiguos de que se dispone. Se detecta una pérdida de calidad de estos indicadores biológicos en la estación profunda, pérdida que se produjo entre 1987 y 1990 y que parece estabilizada.

Desde un punto de vista macroscópico, en 1995 no parecen haberse producido grandes cambios. Los límites del calvero no han sufrido modificaciones, y probablemente tampoco el



Tabla 7. Datos del balizamiento del calvero. Cada una de las estacas metálicas llevaba un cierto número de bridas blancas o negras. Se da la distancia a una estaca de referencia (al), en metros, así como la altura de la estaca sobre el sedimento en cm.

Num.	Marca	Dist. al anterior	Alt.	al	Obs.
1	1N	-	40	-	Colocado en la intersección entre el calvero y la discontinuidad transversal. Colocado en una mancha densa; se observa manchita progradante
2	2N	-	43	-	Hasta 4N: pradera muy clareada, con haces dispersos. Las estacas se colocan en avanzadilas de menos de un cuarto de metro cuadrado.
3	3N	-	26.5	-	
4	4N	-	29	-	
5	1B	47.55	27.5	2NX	La barra se sitúa a 1.05 m de la planta viva más próxima, que es una mancha bastante pequeña.
6	2B	41.20	34	2NX	Barra situada en una pequeña mancha
7	3B	29.53	35	2NX	Situada en una pequeña mancha; el límite se aparta de la línea
8	4B	19.80	29	2NX	El límite se aparta de la línea en una serie de concavidades. Una pequeña manchita progradante
9	5B	11.06	31.5	2NX	Cruza algunas manchitas. La barra está a 51 y 47 cm de las manchas más próximas.
10	2NX	0	37.5	2NX	Tocando a una pequeña mancha
11	5N	9.50	34	2NX	Del lado de NX hay una pequeña progradación del límite, más algunas manchitas; del lado de 5N una regresión. La barra toca una pequeña mancha
12	6N	19.17	33.5	2NX	La distancia a la planta viva más próxima es de 50 cm.. El límite hace concavidades (regresiones), unas poquitas manchitas progradantes.
13	s/m	27.8	33	2NX	Límite con concavidades en dirección a 6N. Distancias a las manchas más próximas: 28.9, 28.6, 28.7, 28.6
14	s/m	36.6	35.5	2NX	En el límite profundo de la pradera, intersección con la prolongación teórica del calvero

límite profundo de la pradera, aunque esto último se trata de una impresión personal, ya que el límite no ha sido seguido este año de manera sistemática. Ello confirma la estabilización que apuntábamos para 1995 con respecto a los parámetros intensivos.

A partir de los datos presentados en el presente informe, puede verse que la respuesta de la

pradera no es homogénea, esto es, los indicadores biológicos presentan fluctuaciones que no son comunes a todas las estaciones de muestreo. Esto implica que no hay una causa global que afecte al conjunto de la pradera, y en estos momentos, descartados ya los efectos mecánicos (anclas, cadenas de muertos...), la única causa de preocupación con respecto a la persistencia de la prade-

ra podría residir en la calidad del agua, y en particular del 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.

### Conclusiones

1º) La pérdida de calidad de los indicadores biológicos observada en 1994 en las estaciones más superficiales parece haber cesado, con signos evidentes de recuperación, lo cual lleva a una cierta situación de estabilización del sistema

2º) El claro 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 atribuye muchos de los efectos de la degradación de las praderas, debe ser estudiada en profundi-

dad para evaluar correctamente las causas de las pérdidas de calidad apreciadas

- La cartografía existente de la pradera de las islas Medes está claramente anticuada y es insuficiente. Se recomienda invertir un cierto esfuerzo en actualizar esta cartografía, renovando dicha actualización en unos lapsos prudentes (por ejemplo, cada cinco años).

- 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. Caso de ser imprescindible la presencia de muertos para embarcaciones de gran tonelaje, se recomienda que se coloquen fuera del límite profundo de la pradera.

### AGRADECIMIENTOS

A Josep M<sup>a</sup> Llenas por su ayuda incondicional (un año más). A quien fuera que diseñara un sistema de fondeo racional y de bajo impacto, también nuestro agradecimiento en nombre de Posidonia oceanica.



# SEGUIMENT TEMPORAL DE LA GORGONIA *Paramuricea clavata* DE LES ILLES MEDES. EXERCICI 1995.

Emilià POLA, Rafel COMA i Mikel ZABALA

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; Coma et al., in press) 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·lina, 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 curosament 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 quatre factors: (1) el caràcter de reserva o no reserva de la localitat, (2) el grau de freqüentació, (3) la fondària i (4) la talla de les colònies sobre el descriptor estat de les colònies que pot adoptar 6 valors: desapareguda, en bon estat, epifitada, morta però extant, trencada i descalçada (Taula 1). De bon principi resulta evident que els quatre factors no són independents ja que, per exemple, la freqüentació es correlaciona estretament amb la localització del transecte (dins o fora de la reserva) i amb la fondària.

Sent la mortalitat anual un valor forçosament residual, es necessita l'estudi d'una mostra poblacional molt elevada per garantir la significació

Taula 1. *Paramuricea clavata*. Valors possibles dels factors i de la variable (estat) considerats en aquest estudi.

Factors			Variable	
Reserva	Fondària	Freqüentació	Talla	Estat
Sí	Som (<20m)	Molta (>5000 v/a)	0:0-5cm	0: Desapareguda 1: Bon Estat 2: Epibiotada 3: Morta Epi 4: Trencada 5: Necrosi 6: Descalçada
		..	1:5-10	
		..	2:10-15	
		..	.	
		..	.	
..	11:55-60			
No	Fondo (>20m)	Poca (< 500 v/a)	12:60-65	
			13:65-70	

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.

Finalment, després de varies temptatives, hem consolidat 8 transectes de 50 colònies cadascú, que amb el seguiment sistemàtic entre 1992-93-94-95 han donat lloc a 1600 controls de colònies de gorgònies (Taules 2 i 3).

Els resultats presentats a continuació constitueixen la recopilació de tots els controls realitzats sistemàticament des de l'any 1992 fins a 1995.

## RESULTATS

### Mortalitat per arrabassament 1994

En 1994, al transecte 10 de la costa del Montgrí, es va observar una incidència de la mortalitat per arrabassament anòmla i superior a la tendència observada. Als treballs de 1995 hem vist que cinc de les colònies que es varen donar per desaparegudes encara hi són, reduïnt de

forma significativa la mortalitat d'aquell any. En aquesta memòria presentem les dades acumulades corregides segons els resultats de 1995.

### Mortalitat per arrabassament 1995

En 1995, han desaparegut arrabassades 10 entre les 370 gorgònies marcades que restaven en peu al final de 1994 de les 400 amb que es varen iniciar els controls en 1992. Així, la taxa anual global (amb totes les localitats barrejades) de mortalitat per arrabassament de les colònies es situa al voltant del 2,7% anual, un valor molt inferior als observats en 1991 (abans de l'instal·lació d'aquests transectes) i acord amb les observacions de 1992, 1993 i 1994 (Taula 3). Val a dir que la mortalitat corregida de 1994 és de 4,1% anual (contra el 6% esmentat a la memòria de 1994). L'anàlisi sectorial dels diferents transectes confirma les diferències entre situacions. La mortalitat segueix sent més elevada dins la reserva que fora.

Aquest any, el transecte fondo del Carall Bernat, que hem considerat com a poc freqüentat, (transecte 7, Taula 3) no ha patit mortalitat per arrabassament, tot i que ha estat fortament

Taula 2. *Paramuricea clavata*. Característiques dels transectes considerats en aquest estudi.

Trans	Lloc	Reserva	Fondària	Freqüentació	Nombre casos
6	Carall Bernat	Sí	Som	Molta	50
7	Carall Bernat	Sí	Fondo	Poca	50
8	Pota del Llop	Sí	Som	Molta	50
9	Roques Guix	Sí	Som	Molta	50
10	Montgrí	No	Fondo	Poca	50
11	Montgrí	No	Fondo	Poca	50
12	Montgrí	No	Fondo	Poca	50
13	Montgrí	No	Fondo	Poca	50

Taula 3. *Paramuricea clavata*. Evolució dels valors de mortalitat i estat de les colònies a cada transsecte durant l'interval 1992-95. a : valors de l'any 1995; S : valors sumats per a l'interval 1992-95.

Transsecte	6	7	8	9	10	11	12	13									
TOTAL																	
Num. col. 1992	50	50	50	50	50	50	50	50	50								
400																	
OK																	
1992	49	50	50	47	49	50	49	50	394								
1993	46	45	47	45	48	50	48	49	378								
1994	43	39	43	40	44	47	48	49	353								
1995	36	25	29	42	40	40	44	46	302								
No OK																	
1992	1	0	0	3	1	0	1	0	6								
1993	4	5	3	5	2	0	2	0	21								
1994	7	11	7	10	6	3	3	0	47								
1995	14	25	21	8	10	10	6	4	98								
De les quals:																	
	a	S	a	S	a	S	a	S	a	S	a	S	a	S	a	S	
Arrabassades																	
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	3	3	5	5	3	3	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	14
1994	1	4	5	10	3	6	1	3	3	3	3	3	0	1	0	0	30
1995	3	7	0	10	2	8	3	6	0	3	2	5	0	1	0	0	40
Epibiotades																	
1992	1		0		0		3		1		0		1		0		6
1993	0		0		0		3		2		0		1		1		7
1994	2		1		1		7		2		0		1		1		15
1995	6		12		13		0		0		3		4		2		40
Mortes																	
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1994	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1995	0	1	3	3	0	0	2	2	5	5	2	2	1	1	2	2	16
Trencades																	
1992	0		0		0		0		0		0		0		0		0
1993	0		0		0		0		0		0		0		0		0
1994	0		0		0		0		1		0		0		0		1
1995	0		0		0		0		2		0		0		0		2

afectat per fenòmens d'epibiosi. Així, aquest any es torna a repetir la situació descrita per als primers anys, en la qual la mortalitat observada en els transsectes somms (molt freqüentats;  $m=5,3\% a^{-1}$ ) és molt superior a la dels fondos (poc freqüentats;  $m=0,8\% a^{-1}$ ) (Taula 4)

Amb 10 colònies arrabassades en total, l'anàlisi de l'efecte de les talles no té massa sentit estadístic.

Mortalitat per arrabassament acumulada entre 1992-1995

Des que es varen traçar els transsectes en 1992, 40 de les 400 gorgònies marcades han

desaparegut arrabassades. Analitzades per localitats aquestes dades mostren que la mortalitat acumulada dins la reserva (31 colònies; 15,5%) és més del triple que la mortalitat acumulada fora de la reserva (9 colònies; 4,5%). L'efecte de la fondària és ben evident (14,0% a les superficials contra 7,6% a les fondos). Aquests mateixos darrers percentatges resulten de la comparació de les estacions catalogades com molt freqüentades (14,0%) i no o poc freqüentades (7,6%).

L'anàlisi de l'efecte de la talla sobre la mortalitat (Taula 5), ens permet suggerir que les colònies petites (de talles compreses entre 5 i 25 cm) acumulen la majoria de les desaparicions. Es pot aduir que aquestes talles són les més abundants,

Taula 4. *Paramuricea clavata*. Efecte dels diferents factors sobre el nombre i percentatge de colònies mortes per arrabassament en 1995, 1994, i acumulat per a l'interval 1992-95. N : nombre absolut, % percentatge.

Període	Reserva		No Reserva		Som		Fondo		Freqüentat		No Freqüentat	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1995:	8	4,00%	2	1,00%	8	5,33%	2	0,80%	8	5,33%	2	0,80%
1994:	10	5,00%	6	3,00%	5	3,33%	11	4,40%	5	3,33%	11	4,40%
92-95:	31	15,50%	9	4,50%	21	14,00%	19	7,60%	21	14,00%	19	7,60%

Taula 5. *Paramuricea clavata*. Distribució de la mortalitat per arrabassament i de l'estat de les colònies en funció de la talla (alçada màxima de la colònia en cm.) segons els resultats de 1995. N: nombre absolut; %: percentatge.

Bon Estat		Arrabassada		Epibiotada		Mort Natural		Trencada		Total
N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
5	55,56%	1	11,11%	0	0,00%	3	33,33%	0	0,00%	9
17	73,91%	0	0,00%	4	17,39%	2	8,70%	0	0,00%	23
31	60,78%	5	9,80%	10	19,61%	5	9,80%	0	0,00%	51
45	81,82%	2	3,64%	7	12,73%	0	0,00%	1	1,82%	55
58	89,23%	0	0,00%	6	9,23%	0	0,00%	1	1,54%	65
37	80,43%	1	2,17%	5	10,87%	3	6,52%	0	0,00%	46
25	83,33%	0	0,00%	4	13,33%	1	3,33%	0	0,00%	30
34	87,18%	1	2,56%	4	10,26%	0	0,00%	0	0,00%	39
18	94,74%	0	0,00%	0	0,00%	1	5,26%	0	0,00%	19
11	100,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	11
9	100,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	9
10	100,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	10
2	100,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	2
302		10		40		15		2		369

però també en termes relatius aquestes talles són les que presenten més freqüentment la condició arrabassada entre els seus components (quasi un 10% de les colònies de mida 15-20 cm. han desaparegut aquest any).

### Epibiosi

De les 400 gorgònies controlades, 40 suporten un grau d'epibiotització (grosso modo més del 20 % de la superfície colonial) que fa pensar en una situació anòmala de la colònia (Taula 3). Si en el període 1993-1994 havíem observat una duplicació del fenomen, al 1995 el nombre de colònies afectades ha augmentat de forma exponencial. Davant d'això, aquest any s'ha fet un esforç especial d'observació de l'epibiosi i per tant part de l'increment observat pot haver passat desapercebut en mostres anteriors (Taula 6).

En 1995, 15 colònies han acabat morint ofegades pels epibionts, mentre que fins l'any passat, només ho havia fet una (Taula 3 i 6). Aquest increment no és un artefacte causat per més

esforç de mostreig, (com suggeríem en el cas anterior) ja que la mortalitat per epibionts sempre s'ha anat registrant.

El nombre de casos es insuficient per fer una avaluació de l'efecte dels diferents factors estudiats sobre l'epibiosi (Taula 6). Tot i així, la mostra estudiada sembla insinuar que l'epibiosi és més freqüent a les Medes (36 colònies entre afectades i mortes) que a la costa del Montgrí (19 colònies, tot i que aquest any han mort més colònies per aquesta causa fora (10) que dintre de la reserva (5). Quant a l'efecte de la fondària, l'epibiosi sembla repartida per igual entre les estacions somes i les fondes, o el que es sinònim, entre les estacions freqüentades i les poc freqüentades.

Resulta sorprenent veure com al transsecte 9, l'elevada incidència de l'epibiosi vista al 1994 (7 colònies afectades), ha produït dues morts, però ha remés completament en els altres cinc casos.

Als altres 3 transsectes de la Reserva ha estat observat un increment de les gorgònies epibiotades durant 1995 (Taula 3).

Taula 6. *Paramuricea clavata*. Efecte dels diferents factors sobre el nombre i el percentatge de colònies (A) epibiotades i (B) mortes per epibiosi en 1995, 1994 i acumulat per a l'interval 1992-1995. N: nombre absolut, %: percentatge.

A-Epibiosi												
Num. casos	Reserva 200		No Reserva 200		Som 150		Fondo 250		Freqüentat 150		No Freqüentat 250	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Periode												
1995:	31	15,50%	9	4,50%	19	12,67%	21	8,40%	19	12,67%	21	8,40%
1994:	11	5,50%	4	2,00%	10	6,67%	5	2,00%	10	6,67%	5	2,00%
B-Mortalitat per epibiosi												
Num. casos	Reserva 200		No Reserva 200		Som 150		Fondo 250		Freqüentat 150		No Freqüentat 250	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Periode												
1995:	5	2,50%	10	5,00%	2	1,33%	0	0,00%	2	1,33%	0	0,00%
1994:	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	13	5,20%	0	0,00%	13	5,20%
92-95:	6	3,00%	10	5,00%	3	1,50%	13	6,50%	3	1,50%	13	6,50%

La distribució de les colònies epibiotades per talles (Taula 5) sembla indicar que les colònies de petita mida són sistemàticament més sensibles a l'epibiosi, i possiblement, tenen més probabilitats d'acabar ofegades pels organismes epibionts.

## 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 sobrevenen 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 estu-

diat 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 turbulència 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 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'elevat turn-over.

Els resultats de l'any passat (control de 1994) semblaven contradir en part les tendències observades en anys precedents; però aquest any hem pogut constatar que aquelles conclusions es basa-



ven en l'error de mostreig esmentat més amunt. Una vegada recalculats els resultats de 1994, es confirma l'existència d'una única tendència: la taxa de mortalitat global de la gorgònia *Paramuricea clavata*, molt semblant entre els anys, és molt elevada i es situa al voltant del 4,6% anual (56 colònies mortes o arrabassades sobre 400 en tres anys).

En concret, la mortalitat observada des de l'inici del seguiment en els transectes de dintre de la reserva es situa al voltant del 6,1% anual (37 colònies mortes o arrabassades sobre 200 en tres anys), mentre que els transectes situats fora presenten valors molt més baixos, de l'ordre del 3,1% (19 colònies mortes o arrabassades sobre 200 en tres anys) (Taula 3).

#### Efecte de la Reserva

Aquest any han estat arrabassades 2 gorgònies fora i 8 dintre de la Reserva (Taula 4). El valor promig d'arrabassament dins la Reserva (4% anual), segueix per tant lluny del 1,0% anual observat a la zona de control. El balanç acumulat dels tres anys mostra una mortalitat per arrabassament molt superior dins la Reserva que fora d'ella (31 colònies arrabassades dintre envers 9 fora, Taula 4).

#### Efecte de la freqüentació

Tot i el comportament observat al 1994, els resultats d'aquest any semblen refermar les conclusions dels anys precedents en el sentit que han desaparegut més gorgònies a les zones classificades com molt freqüentades (8/150, 5,3%) que a les poc freqüentades (2/250, 0,8%). El transecte 7 (fondo i suposadament poc freqüentat), que fins al 1994 havia perdut un total de 10 colònies per arrabassament, aquest any no n'ha perdut cap; això mitiga en certa manera la sorprenent evolució observada al 93 i al 94. La mortalitat acumulada per arrabassament del transecte queda doncs, en un encara alt 20% (6,6% anual).

#### Efecte de la fondària

En 1995, la mortalitat per arrabassament de les colònies a les zones somes (Carall Bernat, Pota del Llop i Roques del Guix) ha estat més alta que l'any precedent (8 colònies arrabassades entre els tres transectes). En canvi, a les zones fondes, la tendència és a la baixa.

Notis que les limitacions del disseny experimental a causa de la distribució restringida de les gorgònies ens impedeixen aïllar els efectes de la fondària i la freqüentació. De forma que les mateixes conclusions que treiem per una valen per l'altra: en 1995 han estat arrabassades més gorgònies en les localitats somes (8/150) que en les fondes (2/250). Aquest resultat confirma les tendències observades els anys precedents (vegi's la memòria de 1992 i 1993, i els comentaris de 1994). L'efecte acumulat sobre l'interval 1992-1995 ens dona unes taxes de mortalitat per arrabassament a les estacions fondes de 7,6% (19/250), i a les superficials de 14,0% (21/150) (Taula 4).

#### Epibiosi.

Contrariament al que vam observar en anys anteriors, la mort per epibiosi és un procés cada vegada més freqüent, que augmenta de forma exponencial desde 1993.

Amb 15 colònies mortes al 1995 sobre 400, aquest alarmant impacte obre un interrogant sobre les causes de habituals de mortalitat natural de l'espècie. Aquesta taxa anual de mortalitat contrasta dramàticament amb la resta dels paràmetres demogràfics de l'espècie. Com que a més a l'any 1995 la població de colònies afectades en cert grau per l'epibiosi ha experimentat un augment molt significatiu (15 en 1994 i 40 en 1995), encara més colònies podrien acabar morint ofegades pels epibionts en propers mesos o anys, tot i que els resultats de 1995 demostren que existeixen possibilitats de reversió (veure els comentaris sobre el transecte 9 més amunt).

Malhauradament, la adversa meteorologia de 1995 ha impedit de visitar els punts de mortalitat incontrolada del Salpatxot. Caldrà doncs esperar propers mostrejos per a caracteritzar aquesta forma de mortalitat.

Al 1994, la incidència de l'epibiosi era suposadament més baixa, i això ens va fer pensar que l'episodi de mortalitat localitzada al Salpatxot corresponia a una situació anormal. A hores d'ara, amb les dades de 1995, el panorama que podem dibuixar no és gaire tranquil·litzador. Les colònies afectades han augmentat, i les morts per colonització massiva d'epibionts també. El destí d'aquestes altres planteja un gran interrogant cares al futur. No podem oblidar que algunes de les colònies que han mort durant l'any estaven en bon estat al mostreig de 1994. Si aquest fenomen afecta a les colònies amb tanta rapidesa, la situació al 1996 pot ser trememdament diferent.

## CONCLUSIONS

El seguiment d'aquest any continua confirmant que existeix una elevada taxa de mortalitat de *Paramuricea clavata* per arrabassament (31 colònies de 200 en tres anys, al voltant d'un 5% anual). Aquests valors semblen poc congruents amb la resta de paràmetres demogràfics de l'espècie.

Per la situació fonda on es produeixen, i per l'absència de pesca, aquestes desaparicions només poden ser atribuïdes a les visites dels escafandristes.

L'altra gran causa de mortalitat de les poblacions de *Paramuricea clavata*, sembla ser l'epibiosi, que en aquest any ha augmentat la seva incidència de forma alarmant, i ha causat la mort d'un nombre elevat de colònies, que en alguns casos estaven perfectament bé als controls de 1994. El cas del transsecte 9 (Roques del Guix) pot ser l'únic exemple que tenim avui dia per a intentar avaluar l'impacte d'aquest fenomen. Caldrà veure quin percentatge de les colònies afectades es recupera, i quin en canvi, acaba en necrosi. Sembla que el 96 serà un any força interessant.

## BIBLIOGRAFIA

Coll, J. C., LaBarre, S., Sammarco, P. W., Williams, T. i Bakus, G.J. (1982 b). Chemicals 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). Evacuación del balance energético de dos especies de Cnidarios bentónicos marinos. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.

Coma, R., Ribes, M., Zabala, M. and Gili, J.M. (in press). Growth and partial mortality in a modular colonial marine invertebrate: The mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Biol.*

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. i 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 (940): 592-599.

Weinberg, S. (1991). Faut-il protéger les gorgones de méditerranée. *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée Boudersque C.F., Avon M., i Gravez V. edit., GIS Posidonie publ., Fr., pp. 47-52.*



# SEGUIMENT TEMPORAL DE LA GAROTA COMUNA *Paracentrotus lividus* EN LES ILLES MEDES. EXERCICI 1995

Bernat HEREU i Mikel ZABALA

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

## INTRODUCCIÓ

La garota comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck) és una espècie clau en la dinàmica de les comunitats algals del Mediterrani. Dins de la zona infralitoral, *P. lividus* ocupa una franja que va dels 0 als 30 metres de fondària; a partir d'aquí es pot trobar de forma ocasional fins als 80 metres. *P. lividus* habita prioritàriament en els substrats durs fotòfils i els herbassars de *Posidonia oceanica*. La garota és dins d'aquests hàbitats i junt amb les salpes *Sarpa salpa*, el principal herbívor consumidor de macròfits. Per aquesta raó qualsevol factor que modifiqui el nombre i la distribució de garotes, repercutirà indirectament sobre les comunitats de productors primaris i d'herbívors.

Els resultats dels seguiments realitzats a les Illes Medes en anys anteriors (Memòries 1991, 1992, 1993 i 1994) indiquen que la densitat i la mida de *Paracentrotus lividus* depenen tant de la topografia del substrat com de l'efecte reserva (zones protegides i zones no protegides). Així, en el fons de blocs hi ha una densitat mitjana superior i una talla mitjana inferior respecte a les zones de paret. A més, la comparació entre la zona protegida i no protegida, mostra que la densitat i la distribució de mides de la garota comestible pot veure's afectada per l'efecte reserva, de manera que es troba una densitat mitjana menor i una mida mitjana superior dins la reserva (zona protegida), respecte la zona no protegida (Memòries seguiment 1991, 1992, 1993 i 1994).

Tenim l'impressió que la densitat actual de garota *P. lividus* sobre els litorals mediterrànics és un fet recent, mediat per la pressió de l'home sobre els seus depredadors (peixos, crustacis, etc...) i que té unes conseqüències molt nocives per les poblacions algals: la major part dels fons mediterrànics actuals mostren simp-

tomes de sobrepastura amb comunitats empo-  
brides per l'excessiva pressió herbívora de les  
garotes. Es a dir, que veiem les garotes com  
una plaga.

Un qüestió interessant a resoldre és valorar  
fins a quin punt una elevada densitat de peixos és  
capaç de controlar demogràficament les pobla-  
cions de garotes.

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

## OBJECTIUS

1-Avaluar l'estat de les poblacions de la garota  
comuna *Paracentrotus lividus* de les Illes Medes  
i la costa del Montgrí l'any 1995.

2-Avaluar l'evolució (interval 1991-1995) de  
les poblacions de garota comuna *Paracentrotus  
lividus* en la zona protegida de les Illes Medes i la  
costa del Montgrí.

## MATERIAL I MÈTODES

Les variables triades com a descriptors són:  
densitat (nombre d'individus per metre quadrat;  
Ind./m<sup>2</sup>) i l'estructura de mides (diàmetre de la  
closca sense espines en cm.).

El mètode utilitzat és el de censos visuals  
sobre transectes fets amb escafandra autònom.  
En el nostre cas els transectes cobrien un rectan-  
gle de 50 m de llargada per 1 m d'amplada. Les  
eines utilitzades varen ser una cinta mètrica de 50  
m de llargada i una barra de PVC de 1 m amb la  
que s'ha anat resseguint la cinta mètrica per tal de  
delimitar l'amplada. Els diàmetres s'han mesurat

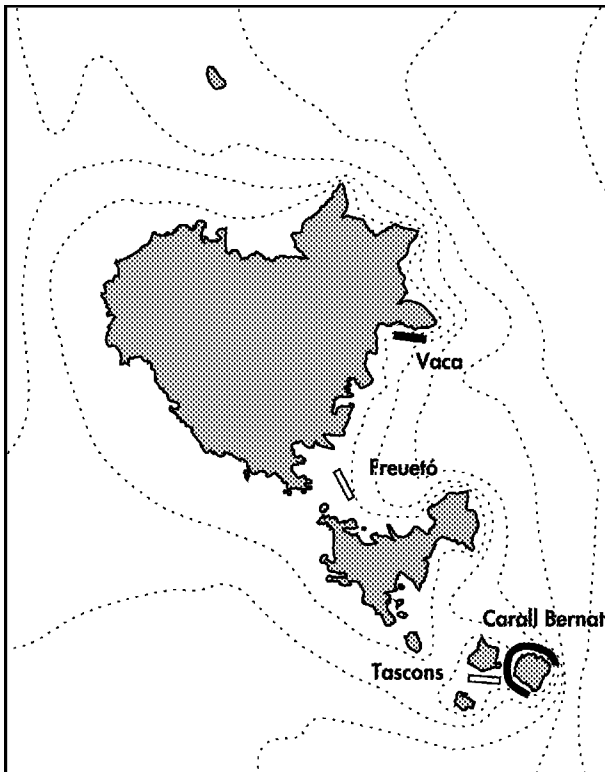


Figura 1- Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Seguí - ment 1995. Localització dels transectes dins de la reserva.

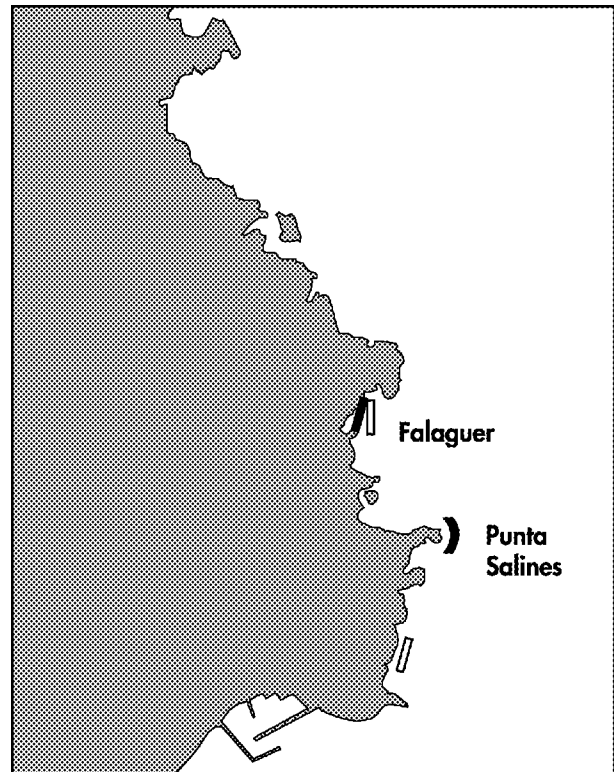


Figura 2- Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Seguí - ment 1995. Localització dels transectes fora de la reserva.

Taula 1. Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Seguí - ment 1995. Situacions experimentals dins i fora de la reserva.

	Blocs	Paret
<b>RESERVA</b>		
C. Bernat	X	
Tascons	X	
Vaca	X	
Freuetó	X	
<b>NO RESERVA (Zona protegida)</b>		
Molinet	X	
Punta Salines	X	
<b>NO RESERVA (zona no protegida)</b>		
Falaguer	X	X

amb un peu de rei amb una precisió de  $\pm 1$ mm. En cada transecte s'han comptat tots els individus i s'ha mesurat la talla d'un mínim de 100.

Tots els transectes s'han fet a una profunditat mitjana de 6m (Rang de mostreig de 5-7m).

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

## PLANTEJAMENT METODOLÒGIC

S'han realitzat un total de 24 transectes repartits entre la reserva (12) i fora de la reserva (12). A fi de realitzar un esforç equivalent dins i fora de la zona de protecció (Figures 1; 2), hem variat sensiblement la distribució dels transectes dels anys anteriors, tot i respectar les mateixes localitats. Les situacions experimentals han estat definides com a diferents combinacions del tipus de fons (parets i blocs) i grau de protecció Reserva i no Reserva), tal i com es mostren a la Taula 1. De cadascuna de les situacions s'han fet un total de 3 transectes.

## RESULTATS

### Estat de les poblacions el 1995

Els resultats obtinguts en el seguiment de la garota comuna *P. lividus* durant l'any 1995, es mostren en la Figura 3 i en la Taula 2. En la Figura 3 es mostra en forma d'histogrames la distribució de les freqüències de cada classe de mida per a cada situació topogràfica dins i fora de la reserva de 1995, així com les dels anys anteriors. A la taula 2 es mostra el diàmetre i densitat mitjana per a cada situació experi-

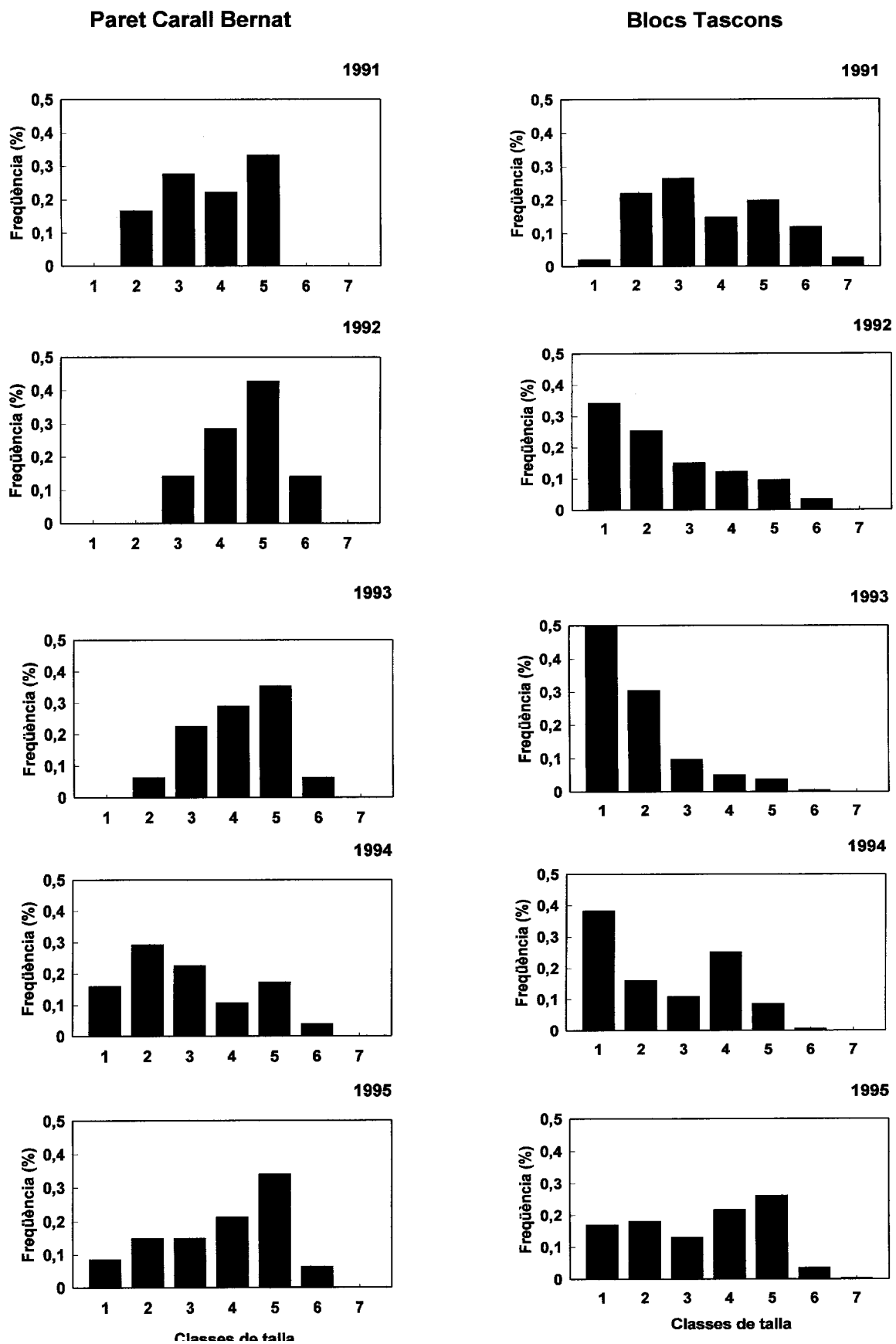


Figura 3- Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Seguiment 1995. Histogrames de distribucions de freqüències de mida (en percentatges) en cada localitat estudiada de les Illes Medes i a la Costa del Montgrí 1991-1995.

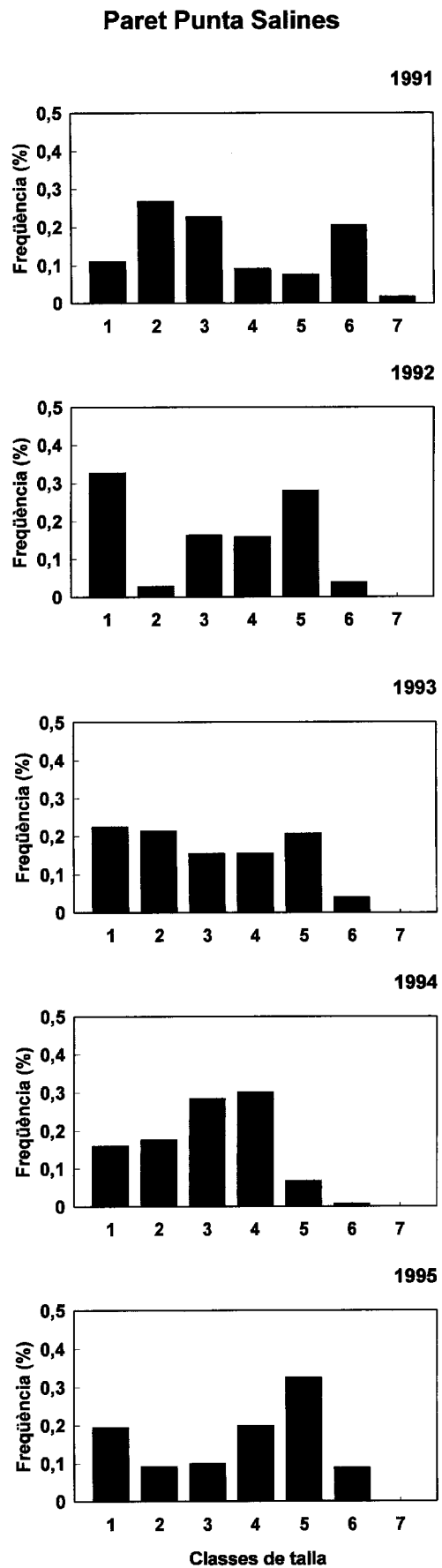
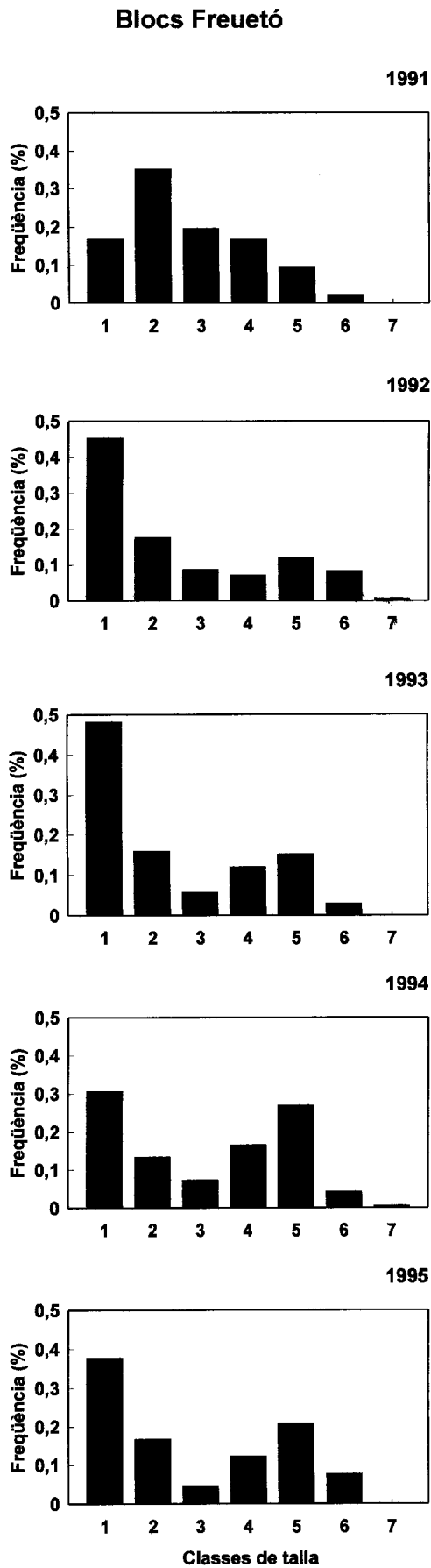


Figura 3 (Cont.) - Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Seguiment 1995. Histogrames de distribucions de freqüències de mida (en percentatges) en cada localitat estudiada de les Illes Medes i a la Costa del Montgri 1991-1995.

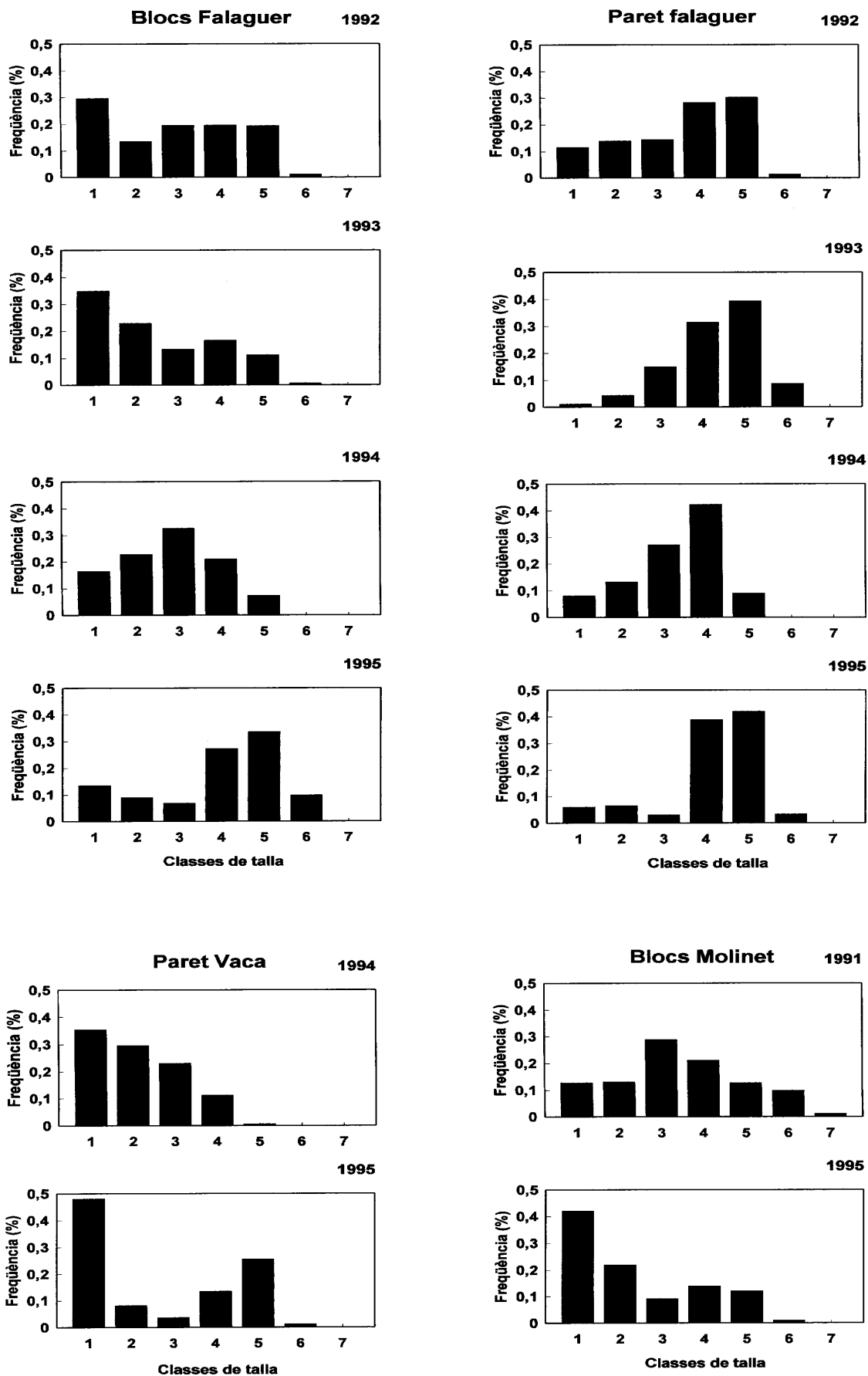


Figura 3 (Cont.) - Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Seguiment 1995. Histogrames de distribucions de freqüències de mida (en percentatges) en cada localitat estudiada de les Illes Medes i a la Costa del Montgri 1991-1995.



Taula 2. Densitats (Ind/m<sup>2</sup>) 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 Mongri durant l'any 1995.

	DENSITATS		DIAMETRES	
	Xn	STD	Xn	STD
<b>RESERVA</b>				
C. Bernat	0,38	0,81	4,03	1,67
Tascons	8,26	4,23	3,63	1,77
Vaca	5,12	5,52	3,12	1,76
Freuetó	7,54	2,81	3,35	1,81
<b>NO RESERVA (Zona protegida)</b>				
Punta Salines	4,12	3,96	4,12	0,50
Molinet	12,46	6,01	2,93	1,52
<b>NO RESERVA (Zona no protegida)</b>				
Falaguer Paret	2,56	2,54	4,48	1,37
Falaguer Blocs	7,60	2,08	4,30	1,41

mental, amb les corresponents desviacions típiques.

## DISCUSSIÓ

Revisió de les pautes dels anys precedents

Efecte de la topografia

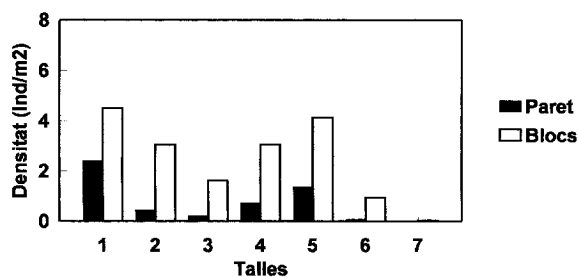
Els resultats del seguiment dels anys anteriors (Memòria 1991, 1992, 1993, 1994) presentaven la topografia com el factor que més condicionava la garota comuna en els dos paràmetres estudiats: densitat i mida. Enguany, la tendència dels anys anteriors es manté, ja que les densitats mitges són més altes als fons de blocs amb 9,0 Ind/m<sup>2</sup> de mitjana que a les parets amb 3,9 Ind/m<sup>2</sup>, i els diàmetres mitjos de les garotes en les parets (3,7 cm) són superiors que els de fons de blocs (3,45 cm) (figura 4).

Efecte de la reserva

Tal com es va observar l'any anterior l'efecte reserva en les zones de blocs només es manifesta en la densitat i no en els diàmetres. En la zona de blocs, la densitat mitjana a dins de la reserva és de 7,9 Ind/m<sup>2</sup> i en la costa és de 10,1 Ind/m<sup>2</sup>. Els diàmetres mitjos de cada lloc són 3,46 cm i 3,44 cm respectivament.

En les zones de parets, la reserva té efecte només en la distribució de classes de mides, amb

Efecte segons el tipus de fons a la reserva



Efecte del tipus de fons a la costa

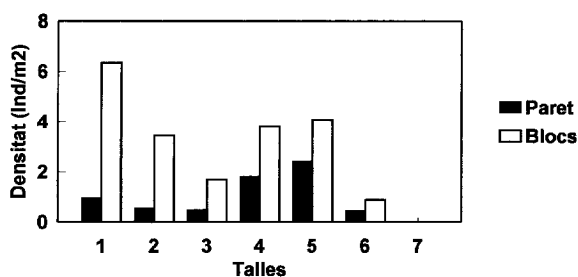


Figura 4- Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Seguiment 1995. Efectes del tipus de fons en la densitat de les diferents classes de talla dins i fora de la reserva.

un diàmetre mig de 3,16 cm dins la reserva i de 2,75 cm a la costa; però no en les densitats mitges que són de 2,7 Ind/m<sup>2</sup> dins la reserva i 3,3 Ind/m<sup>2</sup> fora.

Aquestes tendències tendeixen a atenuar-se i no són tant acusades com en els anys anteriors.

La no significació de les diferències es confirma en l'anàlisi ANOVA (Taula 3).

Evolució de les poblacions de la garota comuna interval 1991-1995

L'estudi dels mateixos paràmetres al llarg dels anys permet tenir una visió més global de quines són les tendències al llarg del temps, així com l'estat i els possibles factors que regulen les poblacions de la garota comuna.

Aquest any, a la zona de reserva s'ha observat

Taula 3. Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Seguiment 1995. Efecte reserva en fons de paret segons la densitat (Ind/m<sup>2</sup>). Anàlisi de la variància del factor protecció. \*p<0,1; \*\*p<0,05; ns: no significatiu.

PROTECCIÓ	g.ll.S. quadrats	Q. mitjos	Q. de F.
Entre transsectes	1	5,34	5,34 0,331ns
Dins de transsectes	58	934,96	16,12
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>940,30</b>	

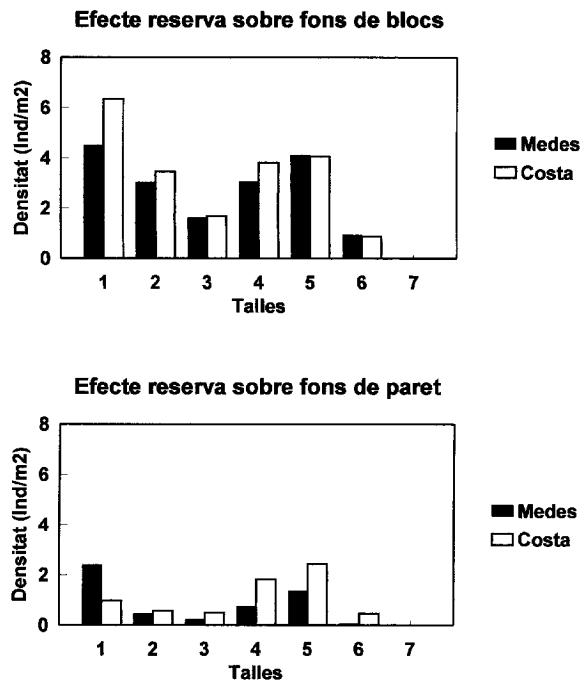


Figura 5- Garota comuna (*Paracentrotus lividus*). Seguiment 1995. Efecte Reserva (Medes-costa) en la densitat de les diferents classes de talla.

un augment espectacular de la densitat respecte a l'any passat (Figura 5), que passa de 3,0 Ind/m<sup>2</sup> el 1994 a 5,32 Ind/m<sup>2</sup> el 1995. Aquest augment podria estar causat per un fort reclutament a la zona de la reserva, fet que sembla corroborar l'estructura de talles de les poblacions i la disminució de les talles mitjanes (Figura 3), que passen de ser de 3,91 cm a 3,67cm.

Aquesta tendència no ha estat tan clara a la zona de la costa, on encara que hi ha hagut tant un augment en les densitats mitjanes (de 4,1 Ind/m<sup>2</sup> a 4,76 Ind/m<sup>2</sup>) i una disminució en les talles (de 2,52 cm a 4,3 cm), aquests no han estat tan acusats com a la zona de reserva.

En la zona del Molinet s'ha trobat una densitat molt elevada (12,46 Ind/m<sup>2</sup>) i una talla mitjana molt petita (2,93 cm), fet que fa pensar que seria una zona de fort reclutament. Però aquesta estació no ha estat considerada a l'anàlisi ja que només es tenen dades de l'any 1991; i, com ja s'ha vist per l'evolució d'altres anys, l'elevada dinàmica demogràfica d'aquesta espècie i la seva forta variabilitat fan difícils d'interpretar les diferències entre dades tan separades en el temps. Les variacions interanuals poden variar considerablement.

Tot això ja l'any passat es va poder observar, que amb el temps tendeixen a atenuar-se les diferències més consistents observades els anys anteriors entre les poblacions de la reserva i de fora de la reserva.

En l'anàlisi de les proporcions de classes de talles de la figura 3, no es pot observar una evolució neta de cohorts.

## CONCLUSIONS

Les poblacions de *Paracentrotus lividus* no segueixen una tendència clara al llarg dels anys sinó que sembla que tenen una elevada component d'inestabilitat. El factor que més influeix en el comportament de les densitats són les classes de talla més petites. Les causes d'aquestes variacions podrien ser varies:

1-La variabilitat en el reclutament sembla que sigui bastant clara, havent-se observat diferències entre anys en totes les zones controlades.

El fet de que hi hagi fort reclutament en la zona de reserva i es mantingui una estructura amb talles petites faria pensar que els peixos com a depredadors no poden controlar les expansions de garotes en anys de forts reclutaments, sobretot en els fons de blocs, on les talles més petites poden trobar fàcilment refugi i evitar ser depredades.

2-Altres factors com els desplaçaments podrien influir en la variabilitat de les poblacions, però sembla que haurien de ser sincrònics en totes les estacions de la mateixa localitat.

3-El canvi d'observadors que s'ha produït en aquests censos podrien ser una causa d'error, però degut a la regularitat en els resultats de tots els censos no sembla que sigui una causa important d'error, alhora que dóna més confiança en la robustesa del mètode.

Com és impensable que la densitat mitjana de peixos per la Mediterrània "prè-antròpica" fos la de les localitats de les Medes, sembla clar que els peixos no són el factor clau per controlar la població de garotes quan aquestes tenen un potencial reproductor com l'actual i trobem fons amb refugis adequats per evitar el depredadors a les classes de talla més petites i vulnerables.



# AVALUACIÓ DE LA POBLACIÓ DE LLAGOSTES (*Palinurus elephas*) DE LES ILLES MEDES. EXERCICI 1995.

Marc MARÍ<sup>1</sup> i Jaume FORCADA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Avgda. Diagonal, 645. 08028 Barcelona

<sup>2</sup>Dept. de Biologia Animal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Avgda. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

## INTRODUCCIÓ

La llagosta (*Palinurus elephas*, Crustacea, Decapoda) és una espècie sobradament coneguda pel seu valor econòmic, i l'indubtable regressió dels estocs litorals de la costa catalana és un motiu justificat de preocupació. Una de les poques vies de recuperació que hom pot proposar el 1995, atès el desenvolupament dels coneixements i la tecnologia actuals, és la creació de reserves marines que actuïn com a nuclis de repoblació. Aquesta solució ha produït resultats positius a Nova Zelanda i Austràlia. D'aquí l'interès d'utilitzar les Illes Medes com a zona pilot per a testar la capacitat de recuperació de les poblacions de llagosta mediterrània dins d'una reserva marina. El problema resideix en el fet que les Illes Medes no representen un model de reserva convencional, i subsisteix la sospita que, malgrat la prohibició de tota activitat extractiva, l'excessiva freqüentació i els canvis que aquesta està comportant, dificulten la recuperació de la població.

Els fons de les Illes Medes reuneixen les condicions idònies per a albergar una densa població de llagostes i per això han mantingut des de temps immemorial una productiva, encara que modesta pesqueria. És opinió dels propis pescadors que des de la proliferació de l'escafandriste autònom (ara fa 30 anys) fins a la declaració de l'estatus de protecció de la reserva el 1983, la riquesa d'aquest estoc ha anat minvant continuament.

Per tant, les qüestions per resoldre són:

-Resulta eficaç la Reserva de les Illes Medes i la seva gestió actual per a garantir la recuperació de la població de llagosta *Palinurus elephas* ?

-Existeix un impacte negatiu de les visites dels escafandristes sobre aquesta població ?

Si això és així,

-Quin és el mecanisme o mecanismes involucrats en aquest impacte ?

Per intentar resoldre aquestes qüestions cal seguir un programa de control de la població que permeti establir de forma quantitativa i fidedigna la densitat, distribució i estructura de talles de l'estoc al 1995 per comparar-les amb els resultats d'anys anteriors. Donada la gran mobilitat suposada a aquesta espècie, i gràcies al desenvolupament d'una tècnica de marcatge inofensiva per als individus, hem iniciat el Maig del 1995, pel període d'un any, una campanya de marcatge i recaptura de sub-poblacions en diferents punts de la reserva per estudiar la fidelitat d'hàbitat i observar desplaçaments horitzontals dins de la reserva. Les dades d'aquest seguiment obtingudes fins al més de Novembre del 1995 són exposades en aquesta memòria.

El disseny del seguiment anual de la població de llagostes ens indica l'estat puntual, un cop 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

Els objectius d'aquesta part de la memòria han estat tres:

1.-Establir la situació de la població de llagostes al 1995: avaluar la grandària de la població i la seva distribució.

L'objectiu, en aquest cas, és poder donar un valor aproximat que s'acosti a la grandària real de la població.

Les variables triades com a descriptors són el nombre d'individus, l'estructura de talles i la distribució en fondària.

2.-Comparació entre poblacions de dins i de fora de la zona estrictament protegida, per a veure l'efecte que la protecció té sobre l'estoc i

tenir constància de l'evolució de les poblacions.

3.-Estudi de la persistència de la població, en el temps i en l'espai al llarg d'un any (dades del 1995).

## MATERIAL I MÈTODES

### Plantejament metodològic.

#### Avaluació de la grandària de la població i estudi de la distribució

L'avaluació de la grandària de la població s'ha fet a partir de 15 transectes realitzats en zones llagostaires. Tots els transectes es varen visitar durant 2 dies consecutius. D'aquesta manera s'ha intentat abastar el màxim d'àrea llagostaire coneguda, en un interval de temps prou curt, per evitar de comptar per duplicat els individus que es traslladen d'una zona a una altra.

Cal remarcar que, tot i que aquestes zones llagostaires són totes per sota de la isòbata de 25 metres, els transectes abasten tota la franja de fondàries entre 0 m i 45 m.

Degut a la naturalesa de les immersions realitzades per a estimar la grandària de la població 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, però per consistència amb els comptatges realitzats en anys anteriors només s'han prospectat les mateixes àrees.

Aquest escombrat de les zones llagostaires s'ha fet després d'una campanya intensiva de marcatge, en la qual es van marcar prop de 150 individus, per tal d'observar moviments dins de la zona estrictament protegida. La presència de llagostes marcades ha estat per tant registrada en cada zona.

#### Avaluació de l'efecte reserva

Per comprovar si hi ha hagut efecte reserva, s'han comparat les poblacions de dins i de fora de la reserva que es troben entre 0 i 25 m de fondària, ja que aquesta és la franja de la reserva que rep més visites i on hi ha major densitat de peixos.

La feble densitat de llagostes en aquesta franja de la zona protegida exigeix un mètode de mostreig capaç d'abastar grans superfícies. En

compensació, es tracta d'una espècie conspícua que, gràcies a les seves antenes inconfusibles, és fàcil de detectar. Amb aquestes premisses, el mètode triat ha consistit en llargs itineraris de cens específic de llagostes en zones de poca fondària per a completar els llocs on no es fan els estudis abans esmentats. La suma del temps d'immersió passat mostrejant entre 0-25 m dins la reserva ha estat de 14 hores.

A fora de la reserva s'han fet recorreguts seguint les isòbates de 5, 10, 15 i 20 m que abarquen tota la costa que hi ha entre el Molinet i la Punta Salines. La suma del temps invertit entre 0-25 m en aquesta zona ha estat de 8 hores.

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 varen comptar totes les llagostes observades, anotant el lloc i la fondària on havien estat vistes.

Per a estimar la talla dels individus 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 referència, ordenant-les subjectivament en 4 classes discretes:

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

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

#### Fidelitat d'hàbitat

S'entén per fidelitat d'hàbitat la permanència o presència en un mateix hàbitat al llarg del temps. Per a l'estudi de la fidelitat d'hàbitat es van establir 4 parcel·les per sota de la isòbata de 25 m, situades en punts diferents dins i fora de la reserva.

El criteri seguit per a la tria d'aquestes parcel·les va ser la presència continuada de llagostes en diferents visites prèvies a l'inici del seguiment. Aquestes parcel·les han estat visitades de forma periòdica.

Hom ha estudiat la persistència amb visites setmanals a les parcel·les; en cada visita s'han posat marques als individus trobats i s'han recomptat els individus marcats amb anterioritat.

Per tal de poder avaluar correctament la presència de llagostes en una àrea determinada al llarg del temps es convenient completar un cicle temporal (e.g. un any), al llarg del qual puguin detectar-se variacions significatives dels paràmetres controlats: presència i absència d'individus, i moviments verticals o horitzontals.

## RESULTATS

### Grandària de la població de llagostes el 1995

Les taules 1 i 2 representen els censos realitzats per a estimar la grandària 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 118.

Les taules 3 i 4 representen els censos realitzats per a estimar la grandària de la població de llagostes de la zona protegida, compresa entre la roca del Molinet i la punta Salines, així com l'estructura de talles d'aquesta. El nombre total d'individus comptats ha estat de 41.

Taula 1. Nombre d'individus per classes de talla obtinguts en els censos realitzats dins de la reserva per a conèixer la grandària de la població.

Classes de talla	Nombre d'individus
JUVENILS	39
PETITES	33
MITJANES	27
GRANS	19

Taula 3: Nombre d'individus per classes de talla obtinguts en els censos realitzats dins de la zona protegida (Molinet - Punta Salines) per a conèixer la grandària de la població.

Classes de talla	Nombre d'individus
JUVENILS	38
PETITES	3
MITJANES	0
GRANS	0

Taula 2. Nombre d'individus observat per classe de talla i fondària en els censos realitzats per a conèixer la grandària de la població a la reserva de les Medes.

Fondària(m)	CLASSE DE TALLA				Total
	Juvenils	Petites	Mitjanes	Grans	
5	0	0	0	0	0
10	3	0	0	0	3
15	1	0	0	0	1
20	1	0	0	0	1
25	0	0	0	0	0
30	14	4	1	2	21
35	10	8	9	7	34
40	6	12	5	5	28
45	0	2	7	1	10
50	4	7	5	4	20

Total 118 individus a les illes. Total 41 individus a la costa

Taula 4. Nombre d'individus observat per classe de talla i fondària en els censos realitzats per a conèixer la grandària de la població a la zona protegida (Molinet - Punta Salines).

Fondària(m)	CLASSE DE TALLA				Total
	Juvenils	Petites	Mitjanes	Grans	
5	0	0	0	0	0
10	21	0	0	0	21
15	11	0	0	0	11
20	6	2	0	0	8
25	0	1	0	0	1

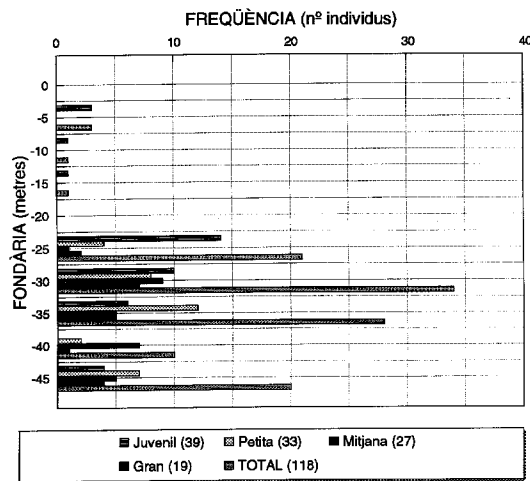


Fig. 1. Llagosta (*Palinurus elephas*). Distribució per fondàries de la població censada en la zona estrictament protegida en 1995.

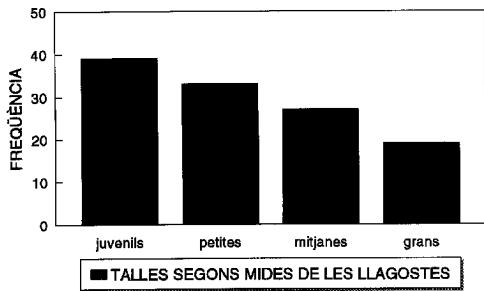


Fig. 2. Llagosta (*Palinurus elephas*). Estructura de Talles de la població censada en la zona estrictament protegida en 1995.

La figura 1 ens mostra la distribució dels individus observats a les illes per fondàries, diferenciant-ne les talles. Cal remarcar que el 1995, 76% de la mostra s'ha trobat per sota dels 25 m de fondària. Es pot observar que tots els individus excepte la classe juvenil s'han vist per sota de la isòbata de 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 61.02%, 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; cal remarcar també, que la proporció d'individus de  $L < 30$  cm és del 16.1%, i aquesta és la classe de talla més fecunda -la mitjana d'ous trobats per femella ovada de  $L = 23$  cm és de 13000 mentre

que les femelles ovades de  $L = 34$  cm duen al voltant de 134000 ous (Marín, 1985)-.

La figura 3 ens mostra la distribució dels individus observats a la costa per fondàries, diferenciant-ne les talles. S'observa que el 78.05% dels individus es troben entre 5 i 15 metres.

La figura 4 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 100%

#### Efecte reserva

El valor de densitat (individus per hora d'immersió) trobat en la zona estrictament protegida entre 0 i 25 metres de fondària ha estat de 0.36 mentre que en la costa ha estat de 4. Això representa una diferència de l'ordre de 10 vegades superior a la costa. Sembla evident que les llagostes ocupen posicions més superficials fora de la reserva.

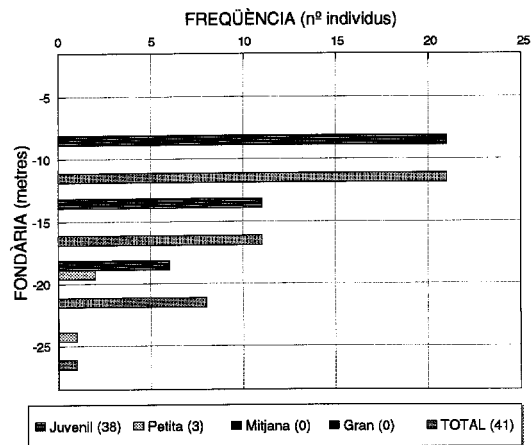


Fig. 3. Llagosta (*Palinurus elephas*). Distribució per fondàries de la població censada en la zona protegida en 1995.

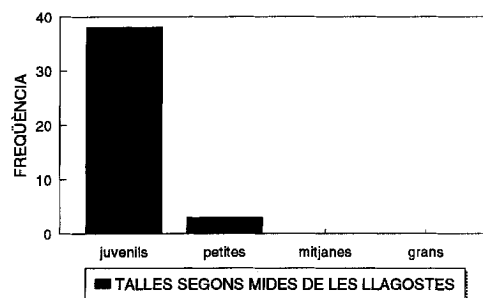


Fig. 4. Llagosta (*Palinurus elephas*). Estructura de Talles de la població censada en la zona protegida en 1995.

Taula 5. Nombre de visites realitzades a cada parcel·la, períodes en que es realitzaren les visites i nombre de llagostes marcades corresponent.

Parcel·la	Visites	Període	N°individus marcats
Medellot	16	juliol-octubre	56
Montnegre	11	juny-novembre	82
Salines Nord	2	juliol	8
Salines Sud	1	agost	4

#### Fidelitat d'hàbitat

Les quatre parcel·les considerades per l'estudi de fidelitat d'hàbitat van ser visitades semanalment entre els mesos de maig i novembre de

1995, amb una freqüència variable, degut a la disponibilitat d'observadors qualificats, i condicions meteorològiques. Degut a això hi ha un repartiment irregular de l'esforç invertit en visitar cada parcel·la. D'aquesta manera, i per tal d'avaluar els resultats de l'estudi de marcatge d'una forma representativa, les dades obtingudes han estat agrupades per sèries mensuals. A tal efecte totes les dades obtingudes en cada ocasió de marcatge (visites realitzades a cada parcel·la) realitzades en un mes determinat han estat agrupades per a l'anàlisi. D'aquesta manera ha estat possible veure les tendències al llarg del període considerat en aquesta memòria (maig-novembre de 1995), tant a curt termini com a més llarg termini.

Taula 6. Resum d'estadístics extrets de l'històric de captura de llagostes per la parcel·la del Medellot, des de juliol fins octubre de 1995.

TOTES LES TALLE				
Ocasíó de marcatge	Llagostes marcades	Marcades fins l'ocasió j	Marcades de nou	Freqüència de re-avistaments
1	43	0	43	75
2	34	43	27	7
3	8	70	8	0
4	4	78	4	0

TALLA 1				
Ocasíó de marcatge	Llagostes marcades	Marcades fins l'ocasió j	Marcades de nou	Freqüència de re-avistaments
1	2	0	2	14
2	7	2	7	0
3	4	9	4	0
4	1	13	1	0

TALLA 2				
Ocasíó de marcatge	Llagostes marcades	Marcades fins l'ocasió j	Marcades de nou	Freqüència de re-avistaments
1	9	0	9	23
2	14	9	12	2
3	2	21	2	0
4	2	23	2	0

TALLA 3				
Ocasíó de marcatge	Llagostes marcades	Marcades fins l'ocasió j	Marcades de nou	Freqüència de re-avistaments
1	13	0	13	17
2	8	13	5	3
3	1	18	1	0
4	1	19	1	0

TALLA 4				
Ocasíó de marcatge	Llagostes marcades	Marcades fins l'ocasió j	Marcades de nou	Freqüència de re-avistaments
1	19	0	19	21
2	5	19	3	2
3	1	22	1	0
4	0	23	0	0



La taula 5 mostra el nombre de visites realitzades a cada parcel·la, així com els períodes en que es realitzaren aquestes i el nombre de llagostes marcades fins el moment de cloure aquesta memòria. En aquesta taula pot comprovar-se com l'esforç no ha estat uniforme segons les parcel·les, essent molt més important a les zones de protecció estricta, concretament Montnegre i Medellot. Igualment, i degut al temps requerit per posar a punt les tècniques de marcatge, els períodes de marcatge són diferents per estacions.

Els annexes 1, 2 i 3 mostra l'historial de recaptura de cadascun dels individus marcats al Medellot, Montnegre i Salines Nord i Sud, respectivament, durant tot el període de mostreig. Aquests historials mostren quines llagostes han estat marcades i re-avistades al llarg de les diferents visites a cada parcel·la. Degut a l'aparent manca d'homogeneïtat d'esforç de mostreig en el temps, totes les dades de marcatge de les visites realitzades dintre d'un mateix mes a una mateixa parcel·la varen juntar-se, formant les anomenades ocasions de mostreig (j). Així, per exemple, al Medellot on es va mostrejar durant 4 mesos,  $j=4$ . A partir dels historials de captura es varen calcular uns estadístics mínims, indicadors de la fidelitat d'hàbitat. Aquests estadístics són  $n_j$ , nombre d'individus marcats per ocasió (j),  $M_j$ , nombre total d'individus marcats fins l'ocasió j,  $u_j$ , nombre de individus capturats de nou a l'ocasió j, i  $f_j$ , freqüència d'individus capturats j vegades.

#### Medellot

De l'anàlisi de les ocasions de captura del Medellot (Taula 6), considerant els individus de totes les talles junts, es veu que el total de marques posades és de 82. El nombre d'individus capturats, malgrat que l'esforç de captura ha estat variable en el temps, tendeix a de créixer, indicant una minva en la presència de llagostes, des del juliol fins l'octubre de 1995. Aquest fet queda palesat si hom observa la minva del nombre de llagostes marcades de nou amb el temps. Paral·lelament també pot comprovar-se com la taxa de re-avistament és molt baixa, amb la majoria de les llagostes marcades (i vistes per primer cop) i no re-avistades de nou. Només 7 (8.5%) llagostes han estat re-avistades un cop.

Si es miren els resultats per talles (taula 6) pot veure com es mantenen les mateixes tendències que per el conjunt de tots els individus, amb la salvetat que, donat que el Medellot és una parcel·la relativament profunda (33-38 m), la porció

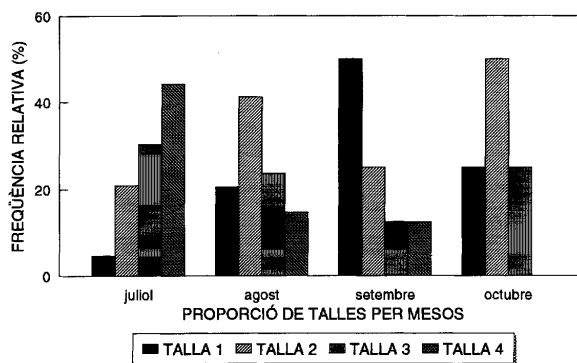


Fig. 5. Distribució de freqüències relatives de talles al llarg del període juliol-octubre al Medellot.

porció de talles grans és més alta que de petites durant el període de màxima presència de llagostes (figura 5), des de juliol fins finals d'agost. Per aquesta raó no hi ha tants individus marcats de talla 1 (juvenils) i, en conseqüència no hi ha re-avistaments per aquesta talla.

La figura 6 mostra una anàlisi fina de la permanència d'individus marcats al Medellot en el temps, car té en compte una escala temporal diària. (Cal entendre permanència en termes relatius, doncs s'assumeix que els individus realitzen desplaçaments horitzontals, tal i com ho demostra l'absència de certes llagostes entre visites de control a la parcel·la). Com pot veure's en aquesta figura, globalment hi ha pocs individus que mostrin una gran fidelitat en el temps al lloc de marcatge. El màxim temps de permanència controlat al Medellot és de 60 dies per a un individu de talla 4. També pot observar-se com hi ha una major permanència per part d'individus de talles grans, en especial 3 i 4, mentre que els de talles petites solen ser més efímers, no depassant els 10 dies.

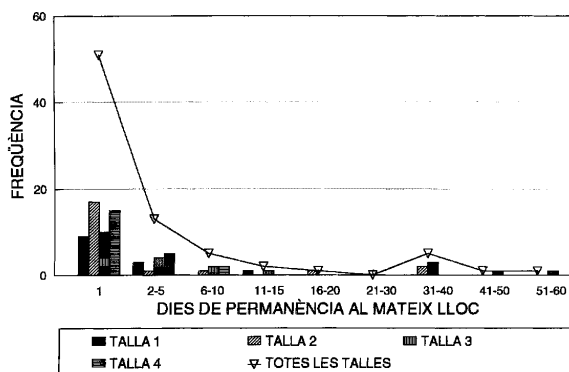


Fig. 6. Distribució de freqüències de dies de permanència per talles al Medellot.

## Montnegre i pedres adjacents

La taula 7 mostra els resultats de l'ànalisi de les ocasions de captura del Montnegre i pedres adjacents. Degut al moviment d'individus entre les diferents pedres i roques es considera tot plegat una sola parcel·la. Considerant els individus de totes les talles el total de marques posades és de 57. Al igual que al Medellot el nombre d'individus capturats, malgrat que l'esforç de captura ha estat variable en el temps, tendeix a decreïxer, indicant una minva en la presència de llagostes, des del juliol fins l'octubre, especialment aparent a partir del mes de setembre. Aquest fet queda palesat si hom observa la minva del nombre de llagostes marcades de nou amb el temps i el nom-

bre total d'individus "capturats" (marcats o no). També pot comprovar-se de nou com la taxa de re-avistament és molt baixa, amb la majoria de les llagostes marcades (i vistes per primer cop) i no re-avistades de nou. Només 6 (10.5%) llagostes han estat re-avistades un cop, i 1 (1.7%) en dues ocasions.

Els resultats per talles (taula 7) mostren com es mantenen les mateixes tendències que per el conjunt de tots els individus.

La figura 7 mostra la proporció de talles al Montnegre al llarg del període de mostreig, on pot veure com les talles petites són les més abundants, en especial durant el mes de setembre, on sembla produir-se una minva considerable en la presència de llagostes.

Taula 7. Resum d'estadístics extrets de l'història de captura de llagostes per la parcel·la del Montnegre i pedres adjacents, des de juny fins novembre de 1995.

TOTES LES TALLEES				
Ocasíó de marcatge	Llagostes marcades	Marcades fins l'ocasió j	Marcades de nou	Freqüència de re-avistaments
1	28	0	28	50
2	12	28	7	6
3	7	35	4	1
4	9	39	9	0
5	7	48	7	0
6	2	55	2	0

TALLA 1				
Ocasíó de marcatge	Llagostes marcades	Marcades fins l'ocasió j	Marcades de nou	Freqüència de re-avistaments
1	15	0	15	29
2	6	15	3	5
3	4	18	9	0
4	9	20	2	0
5	4	29	4	0
6	1	33	1	0

TALLA 2				
Ocasíó de marcatge	Llagostes marcades	Marcades fins l'ocasió j	Marcades de nou	Freqüència de re-avistaments
1	7	0	7	15
2	5	7	4	1
3	2	11	2	0
4	0	13	0	0
5	2	13	2	0
6	1	15	1	0

TALLA 3				
Ocasíó de marcatge	Llagostes marcades	Marcades fins l'ocasió j	Marcades de nou	Freqüència de re-avistaments
1	4	0	4	4
2	1	4	0	0
3	1	4	0	1
4	0	4	0	0
5	1	4	1	0
4	0	5	0	0

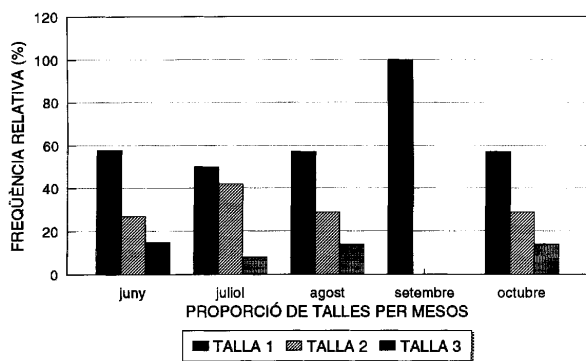


Fig. 7. Distribució de freqüències relatives de talles al llarg del període juny-novembre al Montnegre i pedres adjacents.

L'anàlisi temporal a curt termini de la permanència d'individus marcats al Montnegre mostra com de nou, i de manera global, hi ha pocs individus que mostrin una gran fidelitat en el temps al lloc de marcatge (Figura 8). La majoria dels individus marcats solen romandre poc temps al lloc de marcatge (1 o 2 dies) tot i haver casos de permanències excepcionalment llargues, de fins a mes de 60 dies, tant per talles grans com petites. Anecdòticament cal dir que un dels individus més fidels a l'hàbitat és una llagosta de talla 3 mancada de banyes, i previsiblement poc hàbil en les seves facultats d'orientació i localització. Del conjunt d'individus que tenen una major permanència la majoria correspon a talles petites, en especial talla 1, a diferència del que es troba al Medellot (Figura 6).

#### Punta Salines nord i sud

La campanya de marcatge efectuada a la zona exterior a la reserva estrictament protegida va ser

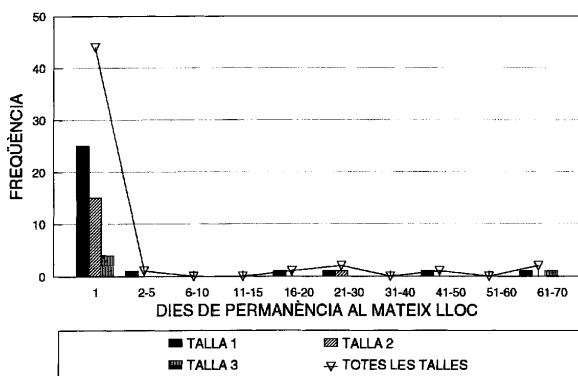


Fig. 8. Distribució de freqüències de dies de permanència per talles al Montnegre i pedres adjacents.

molt inferior en termes d'esforç de marcatge i de visites. Com mostra la taula 5 només es varen fer 2 visites a Salines nord i una Salines sud. El nombre de llagostes marcades a Salines nord és de 8, de les quals només dues varen ser re-avistades, una de talla 3 i una de talla 1. A Salines sud es varen marcar 4 llagostes i no es va fer cap re-avistament. Degut a la manca de més visites a ambdues estacions no pot inferir-se cap tendència clara sobre presència o fidelitat en quant a hàbitat de les llagostes de Punta Salines.

## DISCUSSIÓ

Enguany hem tornat a observar una desaparició important d'individus a partir del mes de Setembre, sobretot en les estacions fondes, sense que això representi un increment del nombre d'individus en les zones poc fondes; això sembla confirmar la creença popular que hi ha moviments migratoris lligats a les estacions de l'any. Aquest fenomen però, no està ben quantificat ni tampoc confirmat estadísticament; en cas de confirmar-se, ens haurem de plantejar tres qüestions: i) On van les llagostes que han desaparegut? ii) Les llagostes observades una temporada, són les mateixes que van desaparèixer l'anterior? iii) Quin és el factor o factors que determinen la migració? Per respondre aquestes preguntes caldria iniciar un estudi específic sobre la dinàmica de les poblacions de llagostes.

Els experiments de marcatge i reavistament de llagostes endegats aquest any constitueixen una primera aproximació a aquest estudi de la dinàmica de la població de les llagostes, en la mesura que permeten fer un seguiment del individu de la població en estacions seleccionades, tant en l'espai com en el temps. Degut a les limitacions pròpies del tipus d'aproximació que cal fer pel marcatge dels individus (ús d'escafandre autònom), els hàbitats més característics (zones de fondària entre 30 i 40 metres) i altres factors externs afegits, com ara la meteorologia, fan que el seguiment d'aquest tipus d'estudi tingui unes dificultats intrínseques. Degut a això aquesta fase del projecte pot acusar fins a cert punt la manca de recursos tant humans com d'infraestructura. Malgrat això, la feina realitzada fins el moment permet el reassessorament de l'estudi en quant a objectius prioritaris, així com el reajustament del mostreig en l'espai i el temps.

Les consideracions més importants que cal incloure en aquesta memòria en quant als resul-

tats de l'estudi de marcatge i reavistament tenen a veure amb les característiques físiques de les estacions triades, així com amb l'estructura observada de la població.

En primer lloc caldria dir que la varibilitat de la distribució vertical de talles de llagostes per fondàries té un efecte clar en la seva fidelitat d'hàbitat i permanència en el temps. Per aquesta raó algunes tendències observades, com ara el fet que en algunes parcel·les les talles petites romanguin més temps en un mateix lloc que les grans, a l'inrevés del que ocorre en altres parcel·les, cal entendre-ho en un contexte de fondàries diferents.

Una segona consideració important és el fet que les llagostes, com a crustacis decàpodes, realitzen mudes de la seva pell, i a més a més ho fan amb intervals de temps variables en funció de la seva talla. Degut a això, i a altres factors no ben coneguts encara, la pèrdua de les marques externes, utilitzades en aquest estudi, devé un element de distorsió que precisa assessorament.

Amb tal finalitat s'ha dissenyat un estudi de taxa de pèrdua de les marques, que requereix d'un temps i una mostra suficientment gran com per a donar resultats, i ara per ara queden fora de l'abast d'aquesta memòria. Degut a això, pot haver un factor de distorsió afegit en el control de les llagostes de talla petita, que muden a intervals relativament curts, i molt possiblement no permetin extreure conclusions fefaents a llarg termini.

Els resultats obtinguts en els comptatges per a censar la població realitzats l'any 1995 són comparables als obtinguts l'any anterior, ja que els transectes han estat els mateixos que l'any 1994 excepte un, en la zona del Guix; la disminució observada no pot ser interpretada com un empobriment de la població ja que una diferència de poques desenes d'individus en un recompte únic no és significativa.

Una de les zones potencialment més riques en llagostes, el Medellot, va presentar una gran disminució d'individus: el 23 d'Agost, s'havien trobat 19 individus, dels quals n'hi havia 17 de mar-

cats; i el 3 de Setembre, durant el cens anual, només 5 individus, dels quals només 1 estava marcat. Això ens confirma una desaparició dels individus cap a zones fora de l'abast del nostre seguiment, ja que no van ser trobades enlloc més. Per tal de confirmar aquest fet es van fer dues visites consecutives al Medellot, poc després del 3 de setembre.

Observant la distribució de talles veiem que la població de llagostes de les Illes Medes està formada majoritàriament per individus immaturs o poc fecunds, la qual cosa ens indica que la seva capacitat de recuperació per reproducció és molt limitada. A diferència de l'any passat, el nombre d'individus juvenils ha estat molt alt, cosa que indica que hi ha hagut un bon reclutament de nous individus en la població; caldrà comprovar si això es tradueix en un augment de la població en anys propers (estudis amb espècies tropicals han trobat una relació directa entre el reclutament i les captures per pesca). L'altra possibilitat de regeneració de la població és la immigració d'individus adults; aquest fet no ha estat detectat fins el moment.

El fet que a la costa els individus es trobin entre 5 i 15 metres mentre que a les illes es troben quasi sempre per sota de 25 metres ens indica que la fondària no és el més important condicionant de la distribució i que hi ha altres factors que fan que la zona poc fonda de les illes sigui poc poblada.

A la vista d'aquests resultats continua essent 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 el col·lectiu d'escafandristes usuaris de la reserva per a que no promoguin 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; hem observat una alta concentració de llagostes en algunes zones de l'illot del Medellot (la Bota) durant certes èpoques de l'any, per la qual cosa desaconsellem la ubicació de cap boia per a escafandristes en aquest illot.

Annex 1. Experiment de marcatge i reavistament al Medallot

LLAGOSTA	TALLA	OCASIONS DE MOSTREIG AMB HISTORIAL DE CAPTURA DE CADA INDIVIDU															
		2-7	3-7	9-7	14-7	15-7	21-7	18-8	19-8	21-8	23-8	9-9	14-9	15-9	24-9	14-10	28-10
25BR	4	14	14														
28BR	3	14															
31BR	1	14															
32BR	3	14	14	14		14											
33BR	4	14	14-0														
34BR	4	14	14														
37BR	2	14						14									
39BR	1	14															
35BR	4		14	14	14	14	14	14	14	14	14						
36BR	4		14														
40BR	3		14														
43BR	4		14														
27BR	2			14		14											
33BRbis	4			14													
51BR	2			14													
55BR	4			14	14												
56BR	4			14													
59BR	4			14	14	14		14	14	14	14						
12BR	4				14												
14BR	3				14	14											
16BR	3				14	14											
42BR	4				14												
44BR	4				14												
45BR	3				14	14	14										
57BR	3				14							14					
46BR	2					14											
47BR	3					14	14										
48BR	3					14											
50BR	2					14	14	14	14	14							
60BR	4					14											
61BR	4					14											
62BR	4					14	14										
63BR	4					14	14										
64BR	3					14	14						14				
65BR	3					14											
66BR	4					14											
67BR	3					14					14	14					
68BR	3					14											
69BR	4					14											
1BR	2						14										
2BR	2						14										
8BR	2						14				14						
77BR	2						14										
9BR	2							14									
10BR	3							14			14						
11BR	3							14	14	14	14						
20BR	2								14								
21BR	2								14								
22BR	2								14								
26BR	2								14								
29BR	4								14								
30BR	2								14								
38BR	2								14								
41BR	4								14								
54BR	3								14								
70BR	2									14							
72BR	1									14							
73BR	1									14	14						
74BR	2									14							
75BR	1									14	14						
76BR	1									14	14						
78BR	3									14							
79BR	2									14	14						
85BR	1									14							
3BR	2										14						
4BR	1										14						
5BR	2										14						
49BR	1										14						
52BR	3										14						
80BR	4										14						
A1BR	3											14					
A2BR	1											14					
A3BR	1											14					
A4BR	1											14					
A14BR	2												14				
A5BR	2													14			
A13BR	4													14			
C6BR	1														14		
2-C4BR	1															14	
C5BR	2															14	
2-C3BR	3																14
2-C7BR	2																14

Annex 2. Experiment de marcatge i reavistament al Montnegre i pedres adjacents. (6: Montnegre; 2-3: Pedres adjacents)

LLAGOSTA	TALLA	OCASIONS DE MOSTREIG AMB HISTORIAL DE CAPTURA DE CADA INDIVIDU								
		10-6	12-6	17-6	26-6	1-7	15-8	25-9	29-9	7-10
SBANYA	3	6	6	6	6	6	6			
2N	1	6	6	6	6		6			
6N	1	6	6							
18N	1	6								
19N	1	6	6		6	6				
20N	1	6								
21N	1	6								
22N	2	6	66		6					
23N	1	6								
25N	1	6			6					
26N	1	6								
27N	1	6	6	6		6				
28N	1	6	6			6				
29N	1	6	6	6	6					
30N	2		6							
31N	3		6							
32N	2		6							
4BN	1			2						
5BN	2			2						
6BN	1			3						
8BN	1			2						
9BN	3			2						
10BN	3			2						
11BN	2			2						
20BN	2			3						
22BN	2			2						
7BN	3			6	6					
1N	3				6					
13BR	2					6				
15BR	1					6				
17BR	1					6				
18BR	1					6	6			
19BR	2					6				
23BR	2					6				
24BR	2					6				
4N	1						6			
5N	1						6			
6N	2						6			
33N	2						6			
24N	1							6		
34N	1							6		
35N	1							6		
36N	1							6		
37N	1							6		
39N	1							6		
40N	1							6		
41N	1							6		
42N	1							6		
8N	1								6	
9N	1								6	
10N	1								6	
7N	3								3	
11N	2								3	
12N	2								3	
13N	1								3	
A4N	1									6
2-A7N	2									6

Annex 3. Experiment de marcatge i reavistament a Salines nord i sud. (17: Punta Salines Nord; 18: Punta Salines Sud)

LLAGOSTA	TALLA	OCASIONS DE MOSTREIG AMB HISTORIAL DE CAPTURA DE CADA INDIVIDU		
		10-6	12-6	17-6
13BB	3		17	17
14BB	1		17	17
1BB	2		17	
2BB	1		17	
8BB	1		17	
20BB	1		17	
22BB	1		17	
23BB	1		17	
4BB	2			18
5BB	3			18
6BB	2			18
15BB	2			18



# IMPACTE DE LA FREQUËNTACIÓ DELS ESCAFANDRISTES SOBRE LES POBLACIONS DEL BRIOZOU *Pentapora fascialis* A LES ILLES MEDES: SEGUIMENT 1992-1995

Joaquim GARRABOU, Enric SALA i Mikel ZABALA

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

## INTRODUCCIÓ

L'increment de les activitats humanes en el medi marí, i especialment a la zona litoral, produeix inevitablement una sèrie d'efectes sobre les comunitats bentòniques. Entre aquestes activitats destaquen les recreatives, algunes de les quals suposen una explotació directa del medi (pesca amb canya i submarina, marisqueig). Altres activitats més contemplatives, com l'apnea, la immersió amb escafandre autònom o el simple passeig per la zona intermareal, estan basades en un interès per l'observació dels organismes en llur hàbitat. Però l'excès de freqüentació pot resultar en la degradació de l'ecosistema del que es pretèn disfrutar.

Els efectes de l'ús recreacional han estat estudiats en algunes àrees marines, principalment en mars tropicals (Dahl 1977, Tilmant et al. 1979, Rogers et al. 1988, Hatcher et al. 1989), i aquests estudis han demostrat les repercussions adverses de l'ancoratge (Davis 1977a, Halas 1983, Skinner i Jaap 1983), la pesca esportiva (Davis 1977b, Tilmant 1981, 1987, Ormond 1987), la recolecció d'organismes vius (Moreno et al. 1984, McClanahan 1989), el passeig per la zona intermareal (Woodland i Hooper 1977, Kay i Liddle 1989, Brosnan i Crumrine 1994) i la immersió (Riegl i Velimirov 1991, Hawkins i Roberts 1992, 1993, Dixon et al. 1993, Sala et al. 1996).

Malgrat tot, la majoria d'estudis han estat dissenyats com a comparació entre zones amb diferents nivells de freqüentació, o entre zones protegides i no protegides. Alguns estudis han investigat experimentalment el problema (Woodland i Hooper 1977, Liddle i Kay 1987, Kay i Liddle 1989, Brosnan i Crumrine 1994); però pocs estudis han investigat l'impacte de la freqüentació humana sobre el bentos litoral disposant de dades abans i després de l'arribada de visitants (Addessi 1994).

Aquest estudi forma part d'un seguiment a llarg terme de l'impacte de la freqüentació per escafandristes sobre el coral.lígen de les Illes Medes, en una zona abans molt poc freqüentada, però recentment sota una gran freqüentació. Amb aquest estudi donem per conclòs un seguiment que es va iniciar l'any 1992.

## MATERIAL I MÈTODES

El briozou *Pentapora fascialis*, anomenat col.loquialment "rosa de mar", és una espècie comuna i molt conspíqua que forma colònies erectes i cerebriformes fins a 30 cm de diàmetre i 20 cm d'alçada en els fons somers (12-20 m de fondària) de les Illes Medes, però que pot assolir fins a 80 cm de diàmetre i 59 cm d'alçada (*Silvia Cocito* com. pers.) en fons profunds (40-80 m de fondària). Aquesta espècie no té valor comercial i, per tant, és ideal per estudiar els efectes de l'abrassió passiva, mentre que en altres espècies tals efectes podrien superposar-se amb una possible recolecció furtiva.

Aquesta espècie es troba bàsicament en dues variants de la comunitat del coral.lígen a la zona de les Illes Medes:

- 1) Comunitat del coral.lígen sense gorgònies (a partir d'ara NG): Aquest tipus de comunitat ocupa fons de grans blocs calcaris, a fondàries entre -12 i -21 m. Els blocs són coberts per algues esciòfiles (*Lithophyllum expansum*, *Mesophyllum lichenoides*, *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*) i macrofauna sèssil, predominantment esponges, tunicats, i altres briozous. Tota la biomassa de la comunitat es troba en un sol estrat, adjacent al fons, i les colònies de *Pentapora fascialis* es troben generalment disposades sobre el substrat basal.
- 2) Comunitat del coral.lígen amb gorgònies (a partir d'ara G): Aquest tipus de comunitat es troba generalment en parets verticals a partir



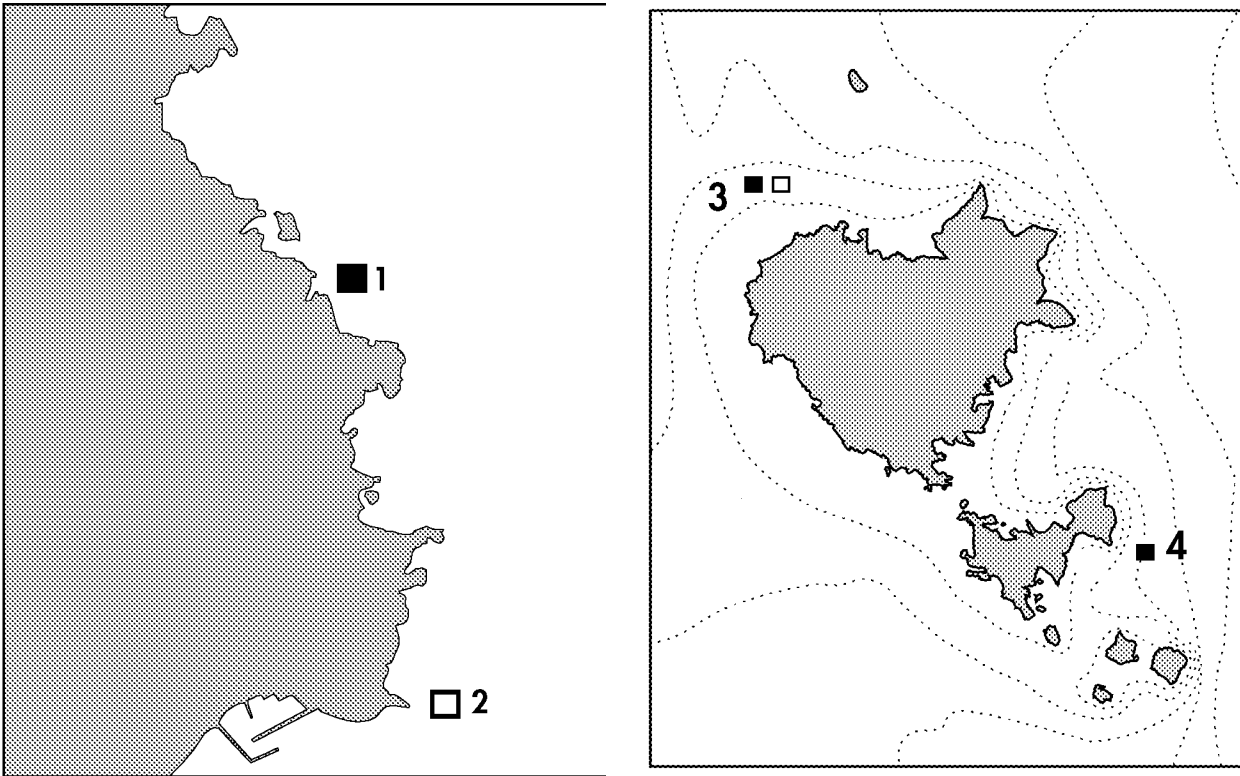


Fig. 1. *Pentapora fascialis*. Mapa de la zona d'estudi.

d'una fondària de 15-20 m a les Illes Medes. La presència de la gorgònia *Paramuricea clavata* dona lloc a una notable complexitat estructural, amb la biomassa ocupant dos nivells: (a) un estrat arbori format per les gorgònies, colonitzat per nombrosos epibionts, i (b) un estrat basal, localitzat sota la capçada formada per les gorgònies, on proliferen algues calcàrees i macrofauna sèssil.

Per determinar l'efecte dels escafandristes sobre les poblacions de *Pentapora fascialis* hem adaptat un disseny tipus BACI (Before/After, Control/Impact; Bernstein i Zalinski 1983, Stewart-Oaten et al. 1986). El principi d'un disseny BACI es basa en que una perturbació antropogènica en una localitat "impactada" causarà un patró de canvi, d'abans a després de la perturba-

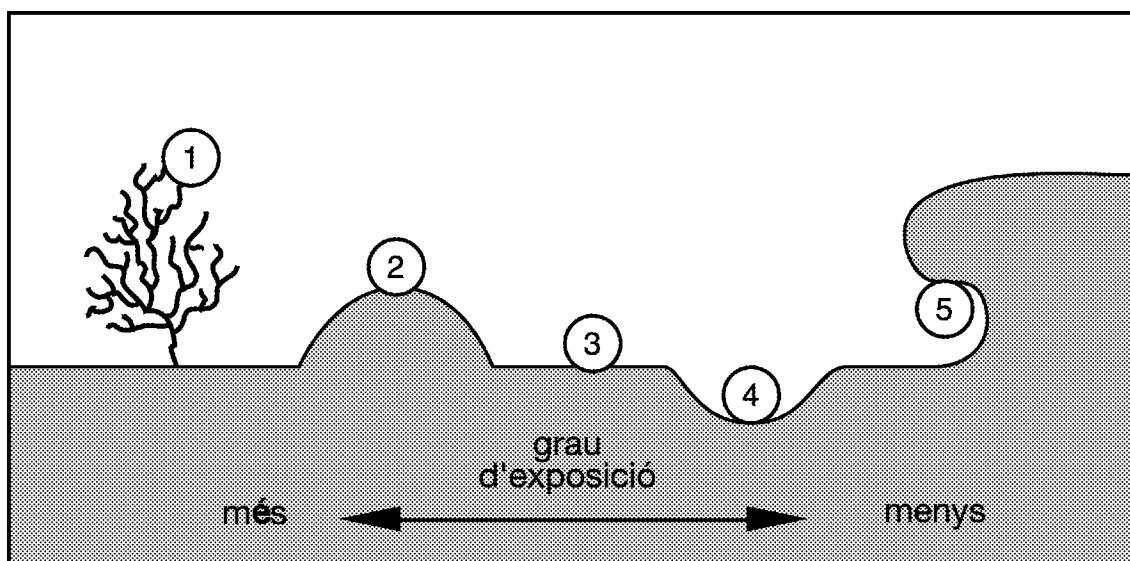


Fig. 2. *Pentapora fascialis*. Representació ideal dels diferents graus d'exposició en què es troben les colònies. 1: en epibiosi, 2: sobre una superfície convexa, 3: en una superfície plana, 4: en una superfície còncava, 5: sota un extraplom.

ció, diferent al canvi natural produït en una (o més) localitats control. L'impacte pot ser correctament detectat com una interacció estadística en una anàlisi de variància de les dades (Underwood 1992).

L'any 1992, i dins del pla de gestió de la Zona Protegida de les Illes Medes, es procedí a la col·locació d'una boia per a la immersió en una zona fins llavors no freqüentada pels escafandristes (El Guix, Fig. 1). Aquesta situació ens va permetre verificar les nostres hipòtesis sobre l'efecte erosiu dels escafandristes sobre les comunitats bentòniques de les Medes (vegeu memòria del seguiment corresponent a l'any 1992) mitjançant l'estudi tipus BACI.

Un total de sis localitats van ser mostrejades (3 per la comunitat G i 3 per la comunitat NG).

Per cada tipus de comunitat s'estudià una localitat impactada (El Guix, Fig. 1) i dues localitats controls (Serra Ventosa i Puig de la Sardina per G; Molinet i Punta Salines per NG; Fig. 1).

Per tal d'evitar els possibles problemes derivats de l'heterogeneïtat espacial, es van mostrejar transectes permanents (20-30 m<sup>2</sup> per lloc). Dins d'aquests transectes permanents, totes les colònies de *Pentapora fascialis* van ser comptades, mesurades (diàmetre i alçada), i llur grau d'exposició va ser estimat. El diàmetre i l'alçada van ser mesurats amb un regle de plàstic, amb una precisió de 5 mm. Per avaluar el grau d'exposició de les colònies a l'erosió, les colònies van ser classificades en cinc categories d'acord amb la seva exposició. Aquestes són, en ordre de màxima a mínima exposició: 1) epibionts, 2) en

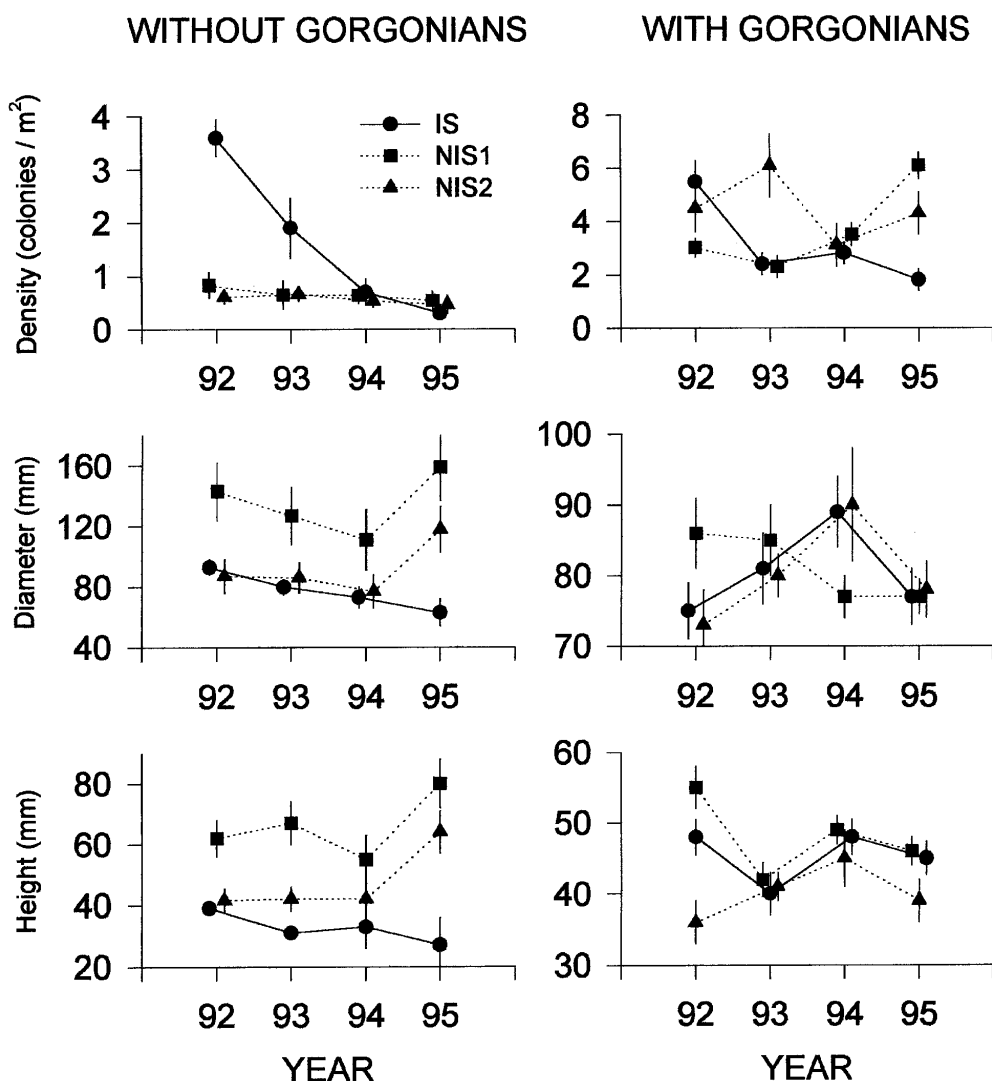


Fig. 3. *Pentapora fascialis*. Evolució de la densitat, el diàmetre mig i l'alçada mitja de les colònies al llarg del seguiment 1992-1995, per a les dues comunitats. Comunitat NG: IS = Localitat impactada (Guix), NIS1 = Localitat control 1 (Moli - net), NIS2 = Localitat control 2 (Punta Salines). Comunitat G: IS = Localitat impactada (Guix), NIS3 = Localitat control 3 (Serra Ventosa), NIS4 = Localitat control 4 (Puig de la Sardina).

una superfície convexa, 3) en una superfície plana, 4) en una concavitat, i 5) sota un extraplom (Fig. 2).

La hipòtesi nul·la de no variació de l'evolució temporal entre localitats impactada i controls va ser testada mitjançant anàlisis de la variància de dos factors (two-way ANOVA), localitat i temps, utilitzant el diàmetre, l'alçada i el diàmetre de les colònies de *Pentapora fascialis* com a variable dependent. Quan l'anàlisi donà un resultat significatiu, un test Student-Newman-Keuls (SNK) de comparació a posteriori (de la interacció lloc x temps) fou utilitzat. Per detectar diferències en l'evolució temporal de la distribució de les densitats, les talles i el grau d'exposició entre localitats impactada i controls s'utilitzà una anàlisi de freqüències (chi-quadrat).

## RESULTATS

La densitat de les colònies de *Pentapora fascialis* presenta una evolució temporal significativament diferent a la localitat impactada respecte a les localitats control, en les dues comunitats (Fig. 3, Taules 1 i 2). El patró observat és el següent: la densitat de les colònies de *P. fascialis* va sofrir una davallada molt important a la localitat impactada, mentre que es va mostrar relativament estable a les localitats control. La densitat de les colònies a la comunitat NG va sofrir una caiguda d'un 47 % el primer any d'ésser visitada, i un 92 % al cap de tres anys. A la comunitat G, la caiguda de la densitat de les colònies fou d'un 56 % el primer any, i un 67 % al cap de tres anys. De la mateixa manera, la distribució de les densitats presenta diferències significatives entre l'localitat impactada i les localitats controls (chi-quadrat,  $P < 0.001$ ). A les Fig. 4 i 5 es pot observar

Taula 1. *Pentapora fascialis*. Comparació de la densitat i la talla de les colònies mitjançant l'anàlisi de la variància de dos factors (localitat i any). NS = sense diferències significatives, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$

Comunitat del coral.ligen amb gorgònies (G)				
Factors	df	Densitat	Diàmetre	Alçada
Temps	3	NS	NS	*
Lloc	2	*	NS	***
Temps x Lloc	6	***	NS	*
Comunitat del coral.ligen sense gorgònies (NG)				
Factors	df	Densitat	Diàmetre	Alçada
Temps	3	***	NS	*
Lloc	2	***	***	***
Temps x Lloc	6	***	NS	*

la pèrdua de superfície amb alta densitat de colònies a la localitat impactada respecte a les localitats control.

L'evolució temporal del diàmetre mig de les colònies de *Pentapora fascialis* no presenta diferències significatives entre la localitat impactada i les localitats control (Fig. 3, Taules 1 i 2). En canvi, la distribució de diàmetres sí presenta diferències significatives entre la localitat impactada i les localitats control (chi-quadrat,  $P < 0.001$ ; Figs. 6 i 7). A la comunitat G desapareixeren totes les colònies majors de 15 cm de diàmetre, i el 40 % de les menors de 15 cm. A la comunitat NG es produí el canvi més espectacular: durant l'estudi es produí la pèrdua de totes les colònies majors de 11 cm de diàmetre, i la pèrdua del 88 % de les colònies menors de 11 cm. Aquesta pèrdua pot ser deguda a la completa abrassió d'aquestes colònies, o

Taula 2. *Pentapora fascialis*. Resultats del test SNK de comparació a posteriori. Les localitats dins d'un mateix agrupament (la mateixa lletra) no presenten diferències significatives entre elles per la variable considerada.

Localitat	Comunitat G			Comunitat NG		
	Dens.	Diam.	Alça.	Dens.	Diam.	Alça.
Guix (G)	A	C	D			
Serra Ventosa	B	C	D			
Puig Sardina	B	C	E			
Guix (NG)				F	H	J
Molinet				G	I	K
Punta Salines				G	H	L

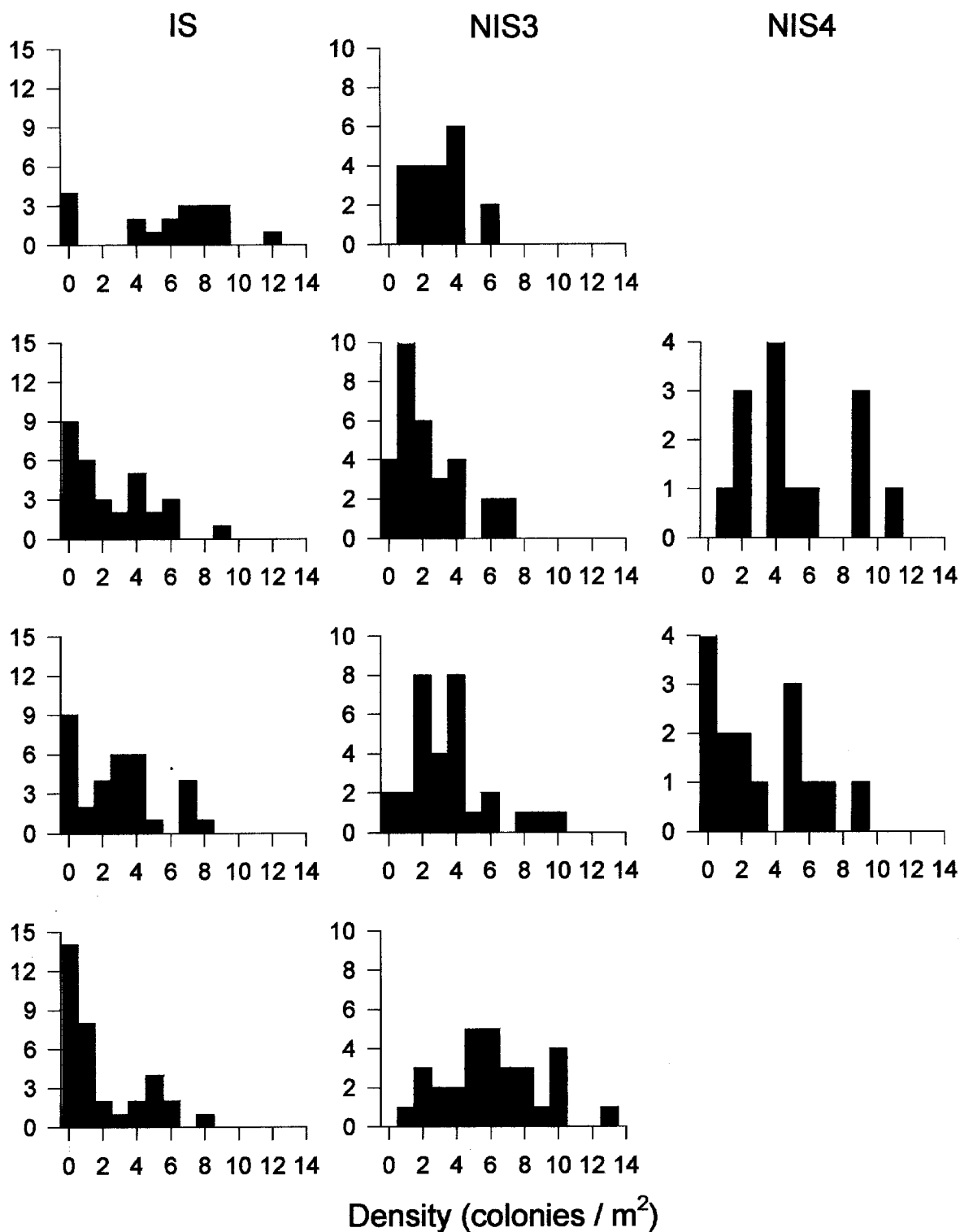


Fig. 4. *Pentapora fascialis*. Histogrames de distribució de la densitat de les colònies a la comunitat G. Llegendes com a la Fig. 3.

a l'erosió parcial que en pot haver disminuït el diàmetre.

L'alçada mitja de les colònies de *Pentapora fascialis* a la localitat impactada presenta una evolució al llarg dels quatre anys d'estudi significativament diferent a la de les localitats control (Fig. 3,

Taules 1 i 2). A la comunitat NG, l'alçada mitja de les colònies va disminuir al llarg dels quatre anys d'estudi, mentre que va augmentar significativament a les localitats control (Fig. 3). En canvi, l'alçada mitja va evolucionar al llarg del temps de manera similar a la localitat impactada

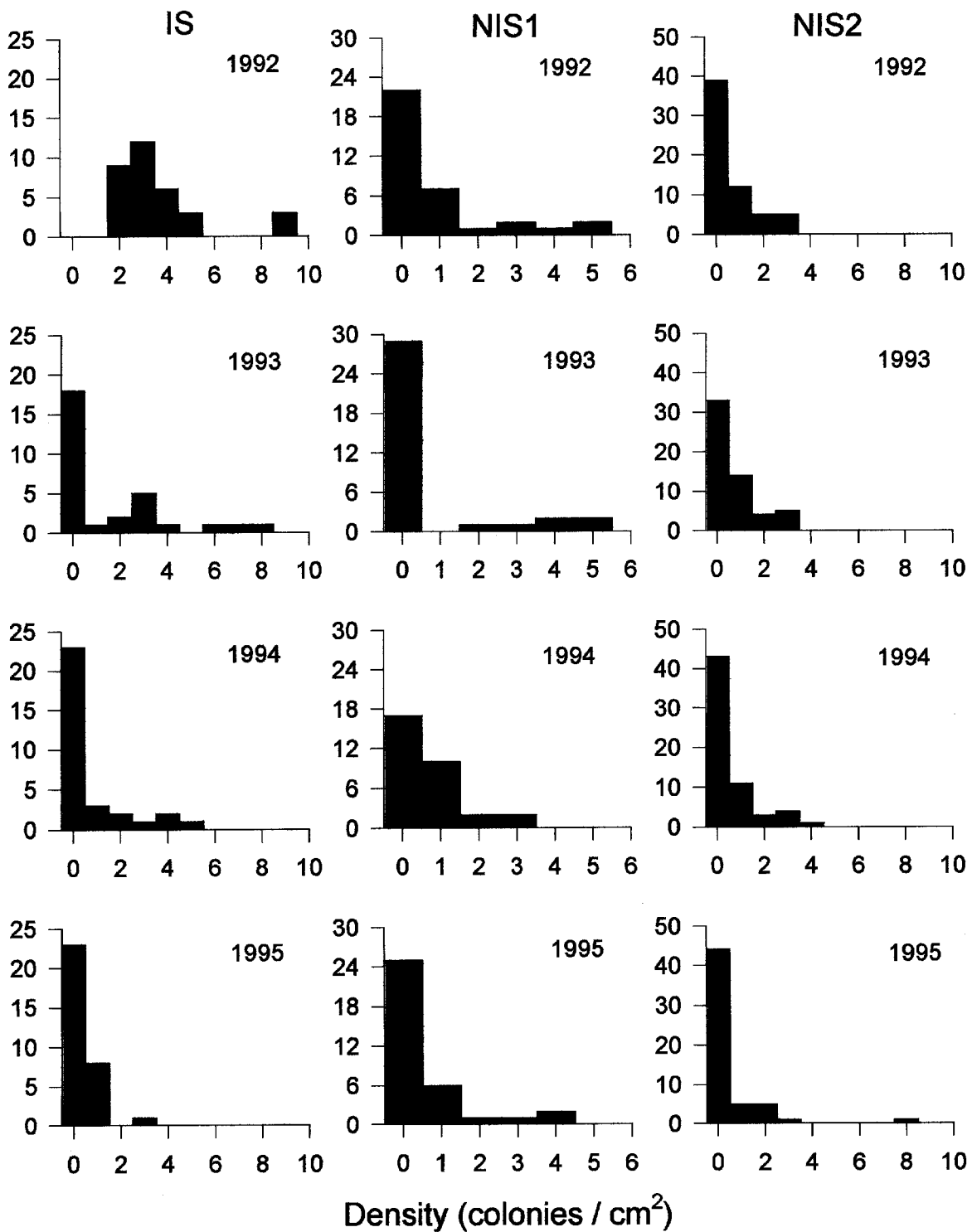


Fig. 5. *Pentapora fascialis*. Histogrames de distribució de la densitat de les colònies a la comunitat NG. Llegendes com a la Fig. 3.

i a una de les localitats control (Serra Ventosa) a la comunitat G (Fig. 3, Taula 2). A la comunitat G, la pèrdua d'alçada mitjana es produí d'una manera més intensa que a les localitats controls (Fig. 8). A la comunitat NG de la localitat

impactada es produí una pèrdua de totes les colònies majors de 4 cm i del 86 % de les colònies menors de 4 cm (Fig. 9).

La distribució de les colònies en graus d'exposició a l'erosió va variar de manera signifi-

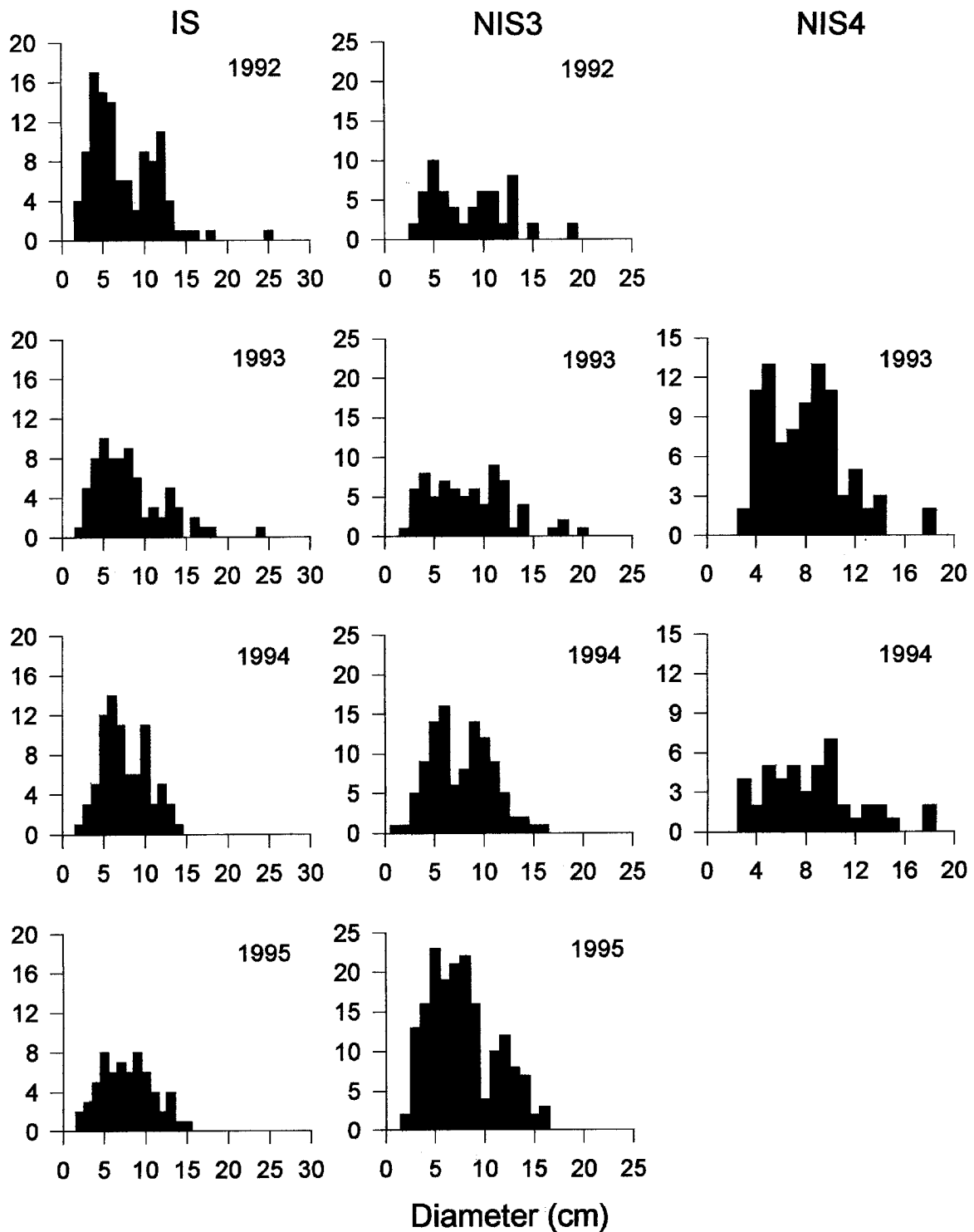


Fig. 6. *Pentapora fascialis*. Histogrames de distribució del diàmetre de les colònies a la comunitat G. Llegendes com a la Fig. 3.

tiva al llarg de l'estudi a la localitat impactada i a una localitat control de la comunitat G (chi-quadrat,  $P < 0.001$ ). No s'observa cap patró que permeti avaluar l'evolució d'aquest paràmetre al llarg del temps (Fig. 10). Per altra

banda, la distribució de les colònies en graus d'exposició a l'erosió va variar de manera significativa al llarg de l'estudi a la localitat impactada de la comunitat NG (chi-quadrat,  $P < 0.001$ ), mentre que la distribució a les localitats

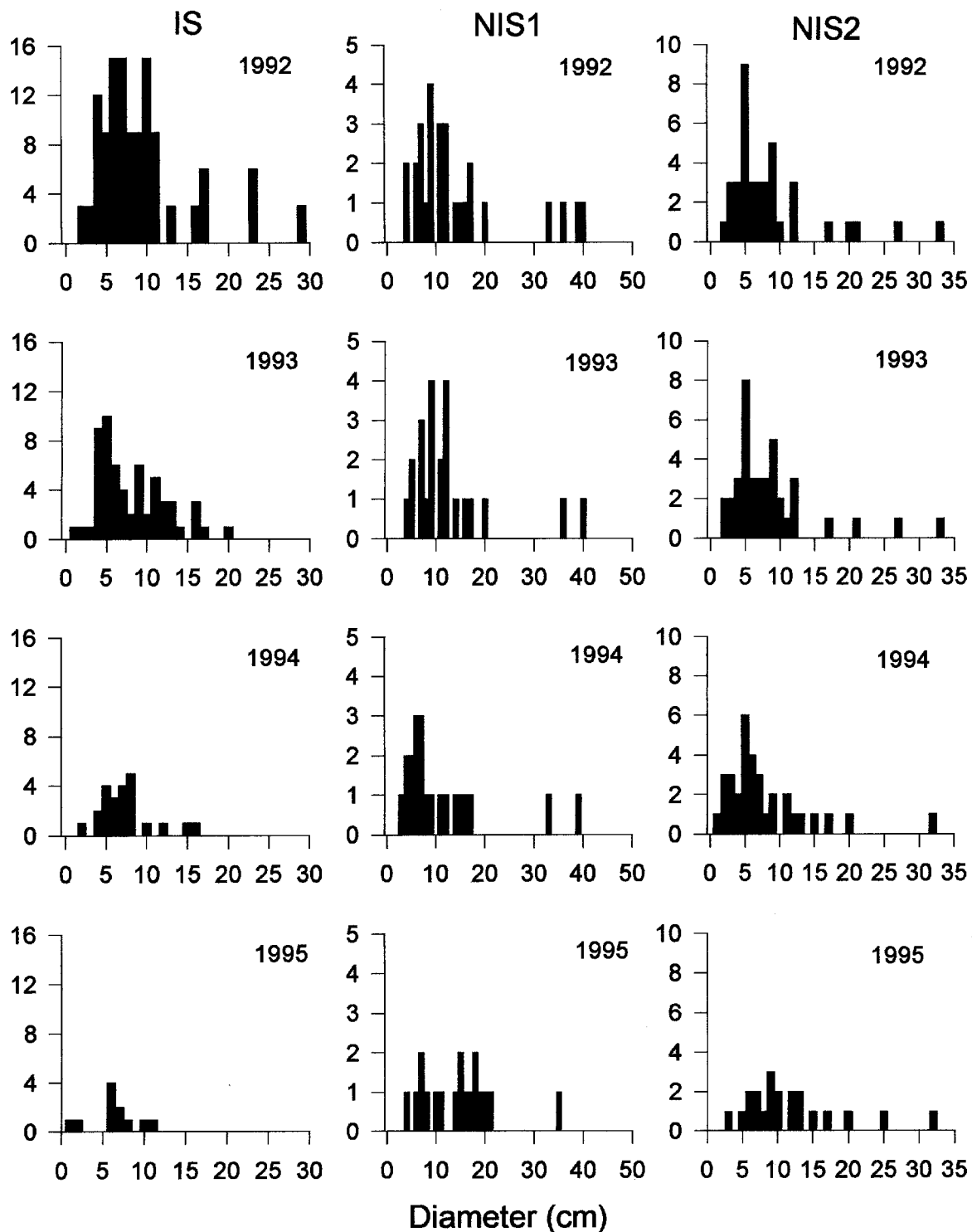


Fig. 7. *Pentapora fascialis*. Histogrames de distribució del diàmetre de les colònies a la comunitat NG. Llegendes com a la Fig. 3.

no impactades no presenta diferències significatives (chi-quadrat,  $P > 0.05$ ). S'ha observat una pèrdua progressiva de colònies en llocs exposats, i un desplaçament de la localització més abundant de les colònies cap a llocs menys exposats (Fig. 11).

## DISCUSSIÓ

La comparació d'una localitat impactada amb diverses localitats control (localitzades en fons similars físicament i molt propers geogràficament) permet extreure conclusions sobre l'efecte

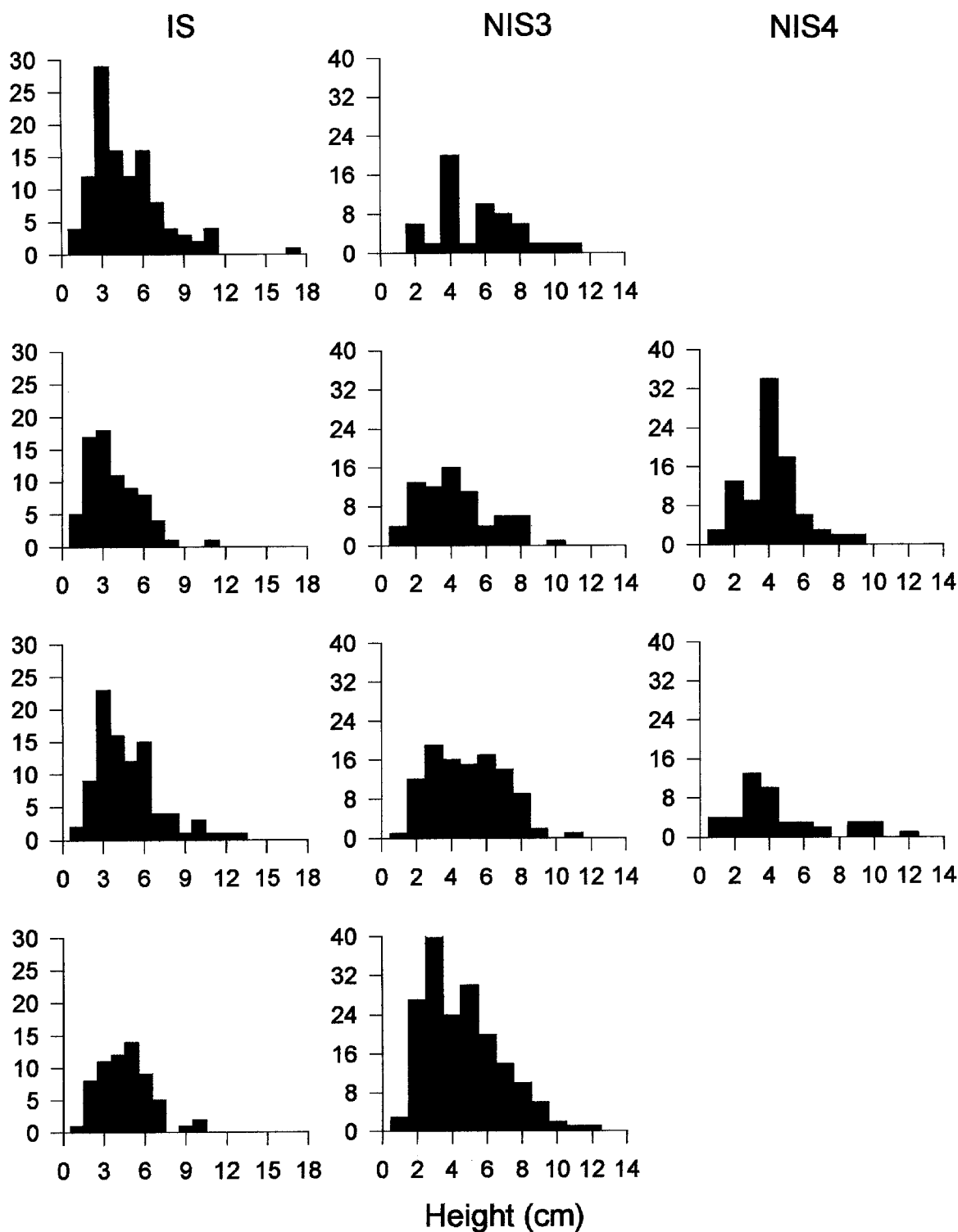


Fig. 8. *Pentapora fascialis*. Histogrames de distribució de l'alçada de les colònies a la comunitat G. Llegendes com a la Fig. 3.

de les activitats humanes, en aquest cas la freqüentació per escafandristes, sobre aquesta localitat impactada. És més, un disseny d'aquest tipus ens permet assegurar que els canvis produïts en la localitat impactada són deguts sense cap mena de dubte a l'acció humana. Per tant, podem afirmar

que les diferències que han estat observades entre la localitat impactada i les localitats control durant aquest estudi són degudes exclusivament a la freqüentació humana.

La dramàtica pèrdua de densitat de les colònies de *Pentapora fascialis* a la localitat impactada



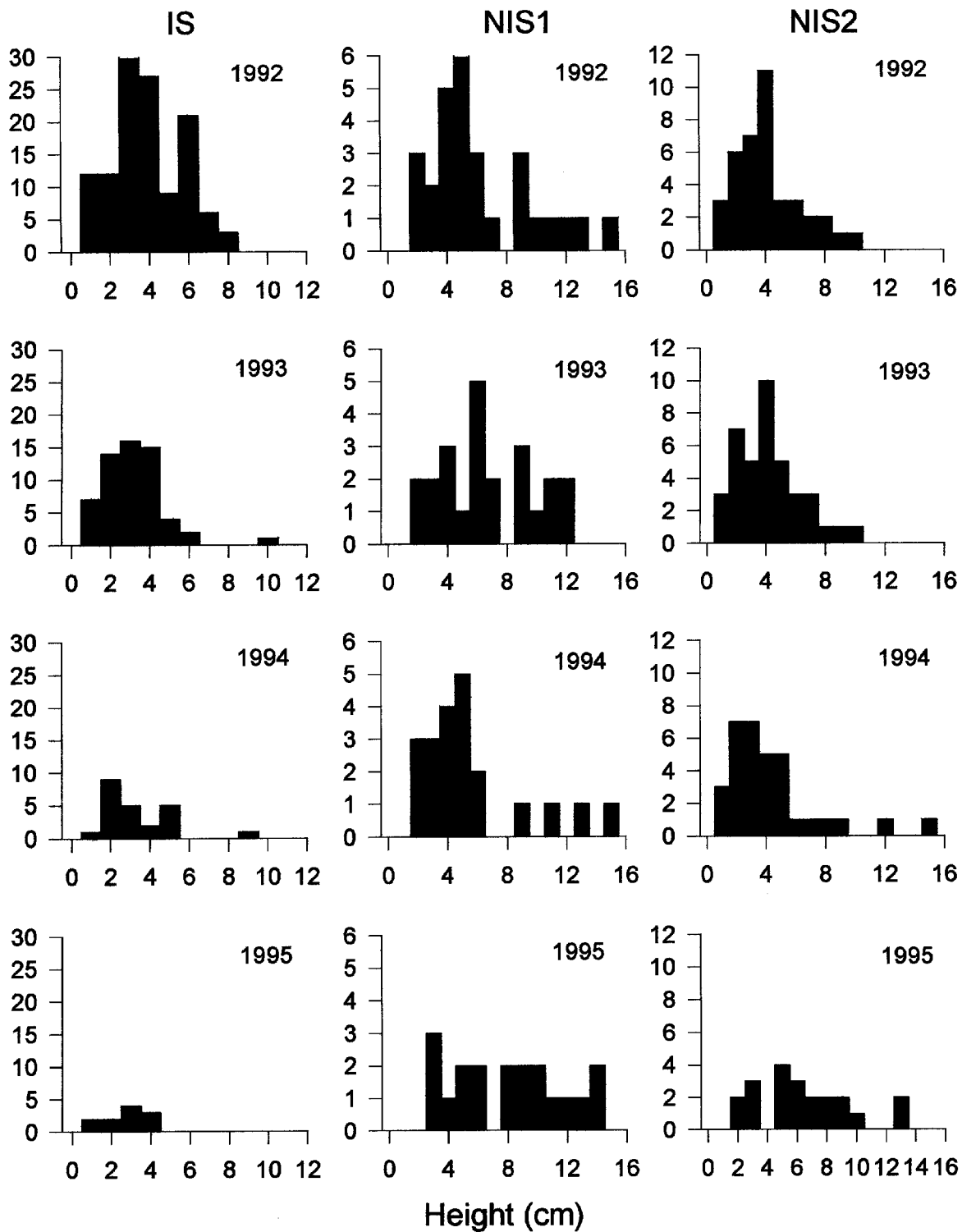


Fig. 9. *Pentapora fascialis*. Histogrames de distribució de l'alçada de les colònies a la comunitat NG. Llegendes com a la Fig. 3.

és conseqüència directa de l'erosió produïda pels escafandristes. En tan sols tres anys s'han perdut el 92 % de les colònies a la comunitat NG, i el 67 % a la comunitat G. A la comunitat NG, on les colònies es troben sobre els blocs, sense cap mena de protecció addicional (tret de la pròpia

estructura de la roca: concavitats, extraploms), l'erosió és molt més dramàtica que a la comunitat G, on les gorgònies formen un estrat que pot atenuar en certa manera l'erosió (Sala et al. 1996). Efectivament, en tan sols un any de frequentació ja es produí l'eliminació de la meitat

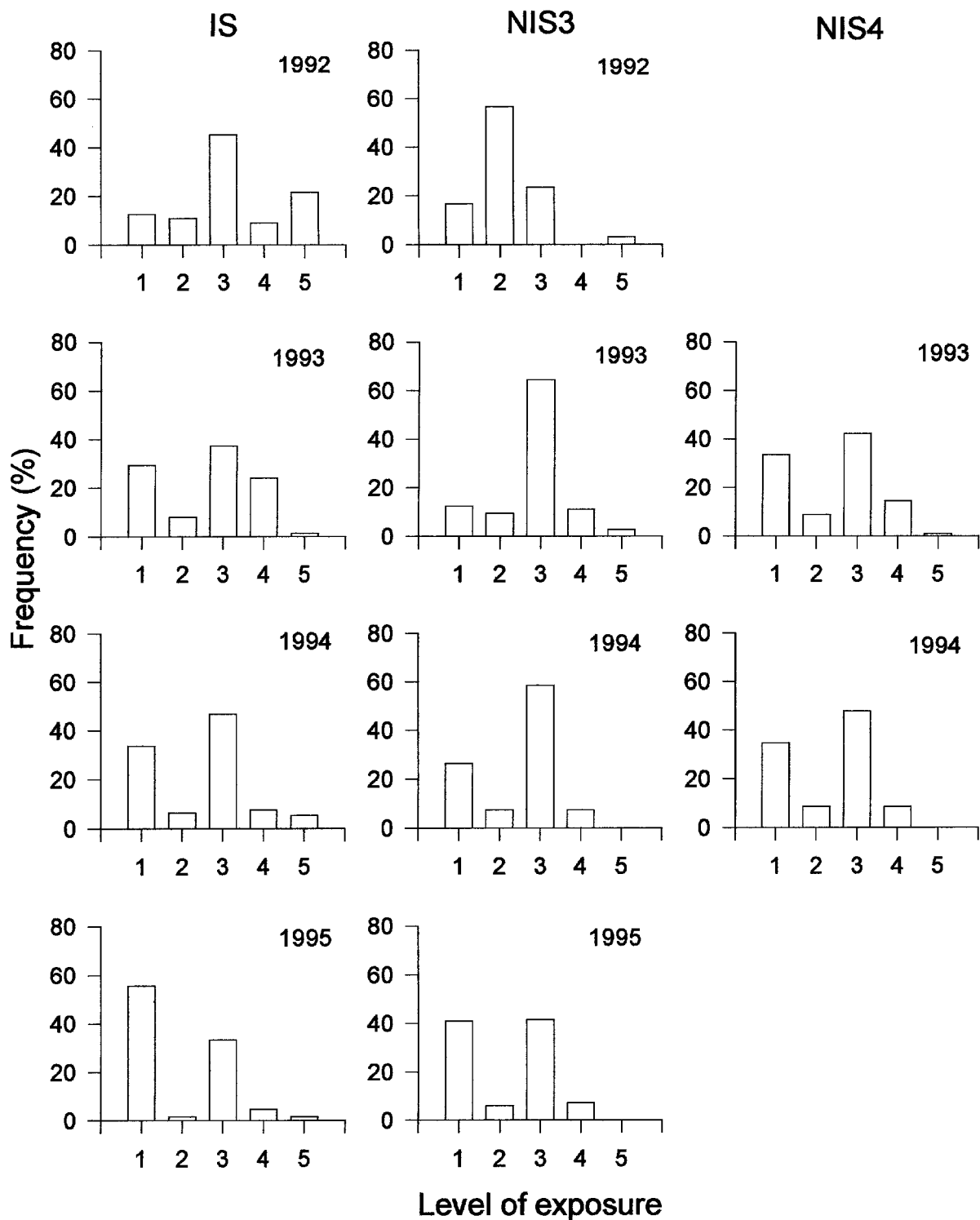


Fig. 10. *Pentapora fascialis*. Repartició de les colònies en els diferents graus d'exposició a la comunitat G. 1: en epibiosi, 2: sobre una superfície convexa, 3: en una superfície plana, 4: en una superfície còncava, 5: sota un extraplom. Llegendes com a la Fig. 3.

de colònies de *P. fascialis* en ambdúes comunitats. La disminució de la densitat continuà a una taxa molt elevada els dos anys següents a la comunitat NG. A la comunitat G, la disminució de la densitat disminuí a una taxa molt menor. Això és

degut a l'efecte protector de les gorgònies: primer es destrueixen les colònies més exposades als escalfandristes, i les que sobreviuen ho aconseguen segurament per trobar-se sota l'estrat arbore que formen les gorgònies.

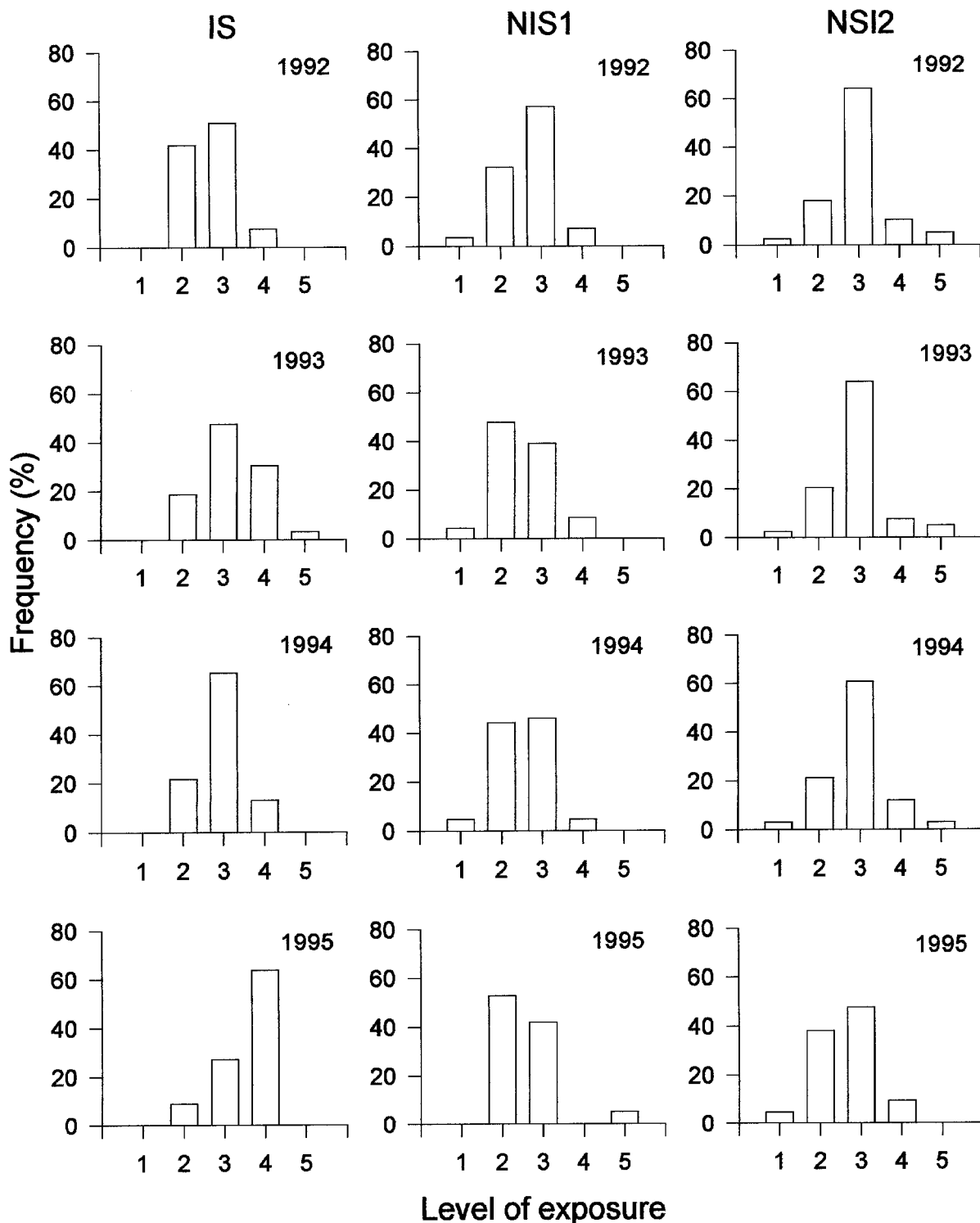


Fig. 11. *Pentapora fascialis*. Repartició de les colònies en els diferents graus d'exposició a la comunitat NG. 1: en epibiosi, 2: sobre una superfície convexa, 3: en una superfície plana, 4: en una superfície còncava, 5: sota un extraplom. Llegendes com a la Fig. 3.

La talla mitja de les colònies també es veu molt afectada per la freqüentació. A la comunitat NG s'ha produït un decreixement continu del diàmetre i la densitat de les colònies al llarg del temps degut a l'erosió pels escafandristes. A la comunitat G, la manca de diferències signifi-

ves entre localitats pot ser explicada per l'efecte protector de les gorgònies.

El grau d'exposició de les colònies és un paràmetre essencial per a la interpretació dels resultats obtinguts. A la comunitat NG, la distribució de les colònies en els diferents graus d'exposició ha

sofert una evolució molt marcada cap als llocs menys exposats. És a dir, a mida que ha anat augmentant el nombre d'immersions realitzades a la zona, el percentatge de colònies en llocs exposats ha anat disminuint, i al final de l'estudi la majoria de colònies es trobaven en indrets protegits.

El conjunt de resultats obtinguts en aquest estudi indiquen clarament que la freqüentació pels escafandristes té unes conseqüències negatives pel coral.lígen de les Illes Medes. Tot i que nosaltres hem utilitzat només un organisme com a indicador d'erosió, altres estudis (Coma i Zabala 1994) i observacions ens indueixen a pensar que l'erosió s'està duent a terme sobre moltes altres espècies del coral.lígen. Algunes d'aquestes espècies, com les gorgònies, són fonamentals per a l'estructura de tota la comunitat. La majoria d'aquestes espècies són molt fràgils i tenen cicles de vida molt llargs, o sigui, tarden molt a créixer i molt poc a trencar-se. Donat que la freqüentació humana sobre les Medes és continuada, podem afirmar que els efectes erosius són acumulatius, i que la recuperació d'aquestes comunitats és molt improbable, de continuar amb aquestes taxes de freqüentació. Els resultats són clars: en tan sols un any es van perdre la meitat dels organismes estudiats, fins i tot a la comunitat on les gorgònies havien estat suggerides com a protectors de l'erosió. Les hipòtesis suggerides l'any 1992, quan comparàvem localitats freqüentades i no freqüentades, han estat confirmades: la freqüentació per escafandristes produeix una erosió, amb la consegüent degradació, de les comunitats del coral.lígen. A més, aquesta degradació s'està produint a un ritme molt més ràpid del que podríem haver previst: amb tres anys de freqüentació n'hi ha hagut prou per eliminar la quasi totalitat de roses de mar de l'indret on abans eren més abundants.

Altres estudis efectuats arreu del món (vegeu introducció) suporten el fet irònic de que la sobrefreqüentació d'un indret protegit resulti en la degradació de les comunitats que es pretenia protegir.

## BIBLIOGRAFIA

- Bernstein BB i Zalinski J (1983) An optimum sampling design and power tests for environmental biologists. *J. Env. Manag.* 16: 35-43
- Brosnan DM and Crumrine LL (1994) Effects of human trampling on marine rocky shore communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 177: 79-97
- Coma R i Zabala M (1993) Efectos de la frecuentación sobre una población de *Paramuricea clavata* (Octocorallia, gorgoniácea) de las islas Medes: Densidad, reclutamiento y mortalidad. *Abstracts VIII Simp. Iber. Est. Bentos Mar.*, Blanes, pp. 170-171
- Dahl AL (1977) Monitoring man's impact on Pacific Island reefs. *Proc. 3d Int. Coral Reef Symp.*, Miami, pp 571-576
- Davis GE (1977a) Anchor damage to a coral reef on the coast of Florida. *Biol. Conserv.* 11: 29-34
- Davis GE (1977b) Effects of recreational harvest on a spiny lobster, *Panulirus argus*, population. *Bull. Mar. Sci.* 27: 223-236
- Dixon JA, Scura LF i van't Hof T (1993) Meeting ecological and economic goals: marine parks in the Caribbean. *Ambio* 22: 117-125
- Halas JC (1983) An experimental mooring buoy pilot study at French Reef, Key Largo National Marine Sanctuary. *Fla. Spc. Memo. Rpt. to NOAA, Marine Sanctuaries Office, Washington, D.C.*, pp 1-10
- Hatcher BG, Johannes RE i Robertson AI (1989) Review of research relevant to the conservation of shallow tropical marine ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 27: 337-414
- Hawkins JP i Roberts CM (1992) Effects of recreational SCUBA diving on fore-reef slope communities of coral reefs. *Biol. Conserv.* 62: 171-178
- Hawkins JP i Roberts CM (1993) Effects of recreational scuba diving on coral reefs: trampling on reef-flat communities. *J. Appl. Ecol.* 30: 25-30
- Kay AM i Liddle MJ (1989) Impact of human trampling in different zones of a coral reef flat. *Environ. Manage.* 13: 509-520
- Liddle MJ i Kay AM (1987) Resistance, survival and recovery of trampled corals on the Great Barrier Reef. *Biol. Conserv.* 42: 1-18
- McClanahan TR (1989) Kenyan coral reef-associated gastropod fauna: a comparison between protected and unprotected reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 53: 11-20
- Moreno CA, Sutherland JP i Jara HF (1984) Man as a predator in the intertidal zone of southern Chile. *Oikos* 42: 155-160
- Ormond RFG (1987) Conservation and management. In: Edwards AJ, Head SM (eds) *Red Sea*. Pergamon Press, Oxford, pp 405-423
- Riegl B i Velimirov B (1991) How many damaged corals in Red Sea reef systems? A quantitative survey. *Hydrobiol.* 216/217: 249-256
- Rogers CS, McLain L i Zullo ES (1988) Recreational uses of marine resources in the Virgin Islands National Park and Biosphere Reserve: trends and consequences. *Biosphere Reserve Res. Rep.* 24. VINP, Saint-Thomas
- Sala E, Garrabou J i Zabala M (1996) Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. *Mar. Biol.*, 126: 451-459.

- Skinner R i Jaap WC (1983) Effects of boat traffic and land development on Key Largo's coral reefs and adjacent marine environments. In: The Key Largo Rep. Sec. White Pap. Rep. to Fla. Gov. Office. Fla. Dept. Parks i Rec., Tallahassee, FL., pp 1-33
- Stewart-Oaten A, Murdoch WW i Parker KR (1986) Environmental impact assesment: "pseudoreplication" in time? Ecology 67: 929-940
- Tilmant JT (1981) Recreational impacts on coral reef fish populations. Proc. U.S. Fish and Wildlife Service Workshop Coastal Ecosystems of the Southeastern U.S., pp 122-138
- Tilmant JT (1987) Impacts of recreational activities on coral reefs. In: Salvat B (ed) Human impacts on coral reefs: facts and recommendations. Antenne Museum E.P.H.E., French Polynesia, pp 195-214
- Tilmant JT, Schmahl GP i Morrison D (1979) An ecological assessment of Biscayne National Monument's coral reefs in relation to recreational use. In: Jougé J (ed) Proc. 2nd Conf. on Sci. Res. in the Nat. Parks, Vol. 9. San Francisco, pp 193-221
- Underwood AJ (1992) Beyond BACI: the detection of environmental impacts on populations in the real, but variable, world. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 161: 145-178
- Woodland DJ i Hooper JNA (1977) The effects of human trampling on coral reefs. Biol. Conserv. 11: 1-4

# AVALUACIÓ DE LA POBLACIÓ DE CORALL *Corallium rubrum* DE LES ILLES MEDES. ANY 1995

Enric SALA i Joaquim GARRABOU

Dept. d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona  
Avgda. Diagonal, 645. 08028 BARCELONA.

## INTRODUCCIÓ

El corall vermell (*Corallium rubrum*) és una espècie essencialment mediterrània, encara que també la trobem en les costes contigües de l'Atlàntic. Aquest cnidari habita en coves o sobre substrats durs privats de molta llum, des de la superfície fins a 200 metres de fondària. Les Illes Medes són un indret ideal pel desenvolupament del corall vermell. La presència de coves, extraploms i túnels, juntament amb els aportats de material en suspensió (per la particular situació geogràfica de les illes) fan d'aquest petit arxipèlag un enclau privilegiat.

Des de l'antiguitat l'home ha explotat el corall vermell depauperant les seves poblacions, però fou la invenció de l'escafandre autònom, als anys 50, la que provocà la seva desaparició de moltes zones de la costa mediterrània, sobretot la de les colònies de mides més grans (superior a 15 cm d'alçada). La Reserva Marina de les Illes Medes és una bona iniciativa per la conservació d'aquesta espècie. L'estudi de l'evolució de les poblacions de corall vermell és doncs un objectiu cabdal per valorar el seu estat de conservació.

La protecció de les Medes ha suposat la paralització de tota activitat extractiva, però també un augment notable del nombre d'immersions en escafandre autònom a la reserva. D'una banda s'atura l'explotació, mentre que d'altra s'incrementen les trencadisses involuntàries per part dels escafandristes. La subsistència d'un furtivisme residual no pot ser descartada perquè queda avalada per les intervencions ocasionals dels servei de vigilància. Així doncs, el factor freqüentació s'uneix als factors físics i biològics a l'hora d'analitzar l'evolució de les poblacions de corall vermell a les Illes Medes.

Durant l'any 1995 s'ha continuat el seguiment de les 8 poblacions de corall vermell estudiades en els passats anys. El principal objectiu

del seguiment és controlar l'evolució de les poblacions de corall vermell a les Illes Medes i a la costa del Montgrí, per: 1) comprovar el seu normal desenvolupament i 2) acotar l'efecte de la protecció i de la freqüentació humana.

## MATERIAL I MÈTODES

S'han repetit els controls dels anys anteriors sobre vuit estacions (6 dins de la zona protegida i 2 a la costa del Montgrí, Figs. 1 i 2). Les característiques dels indrets mostrejats (profunditat, grau de freqüentació i situació geogràfica) es mostren a la taula 1.

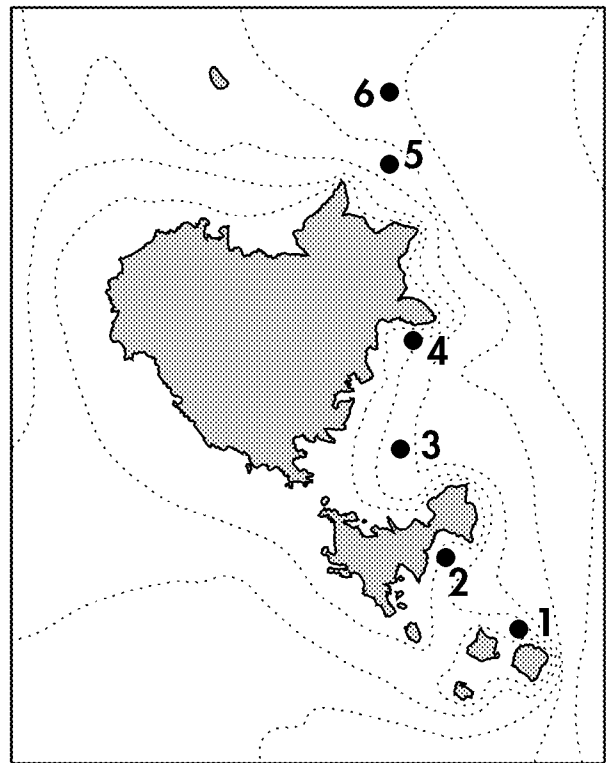


Fig. 1. Corall (*Corallium rubrum*). Localització de les estacions de control a les Illes Medes. 1: Carall Bernat, 2: Dofi, 3: Montnegre, 4: La Vaca, 5: Pota del Llop, 6: Pedra de Déu.

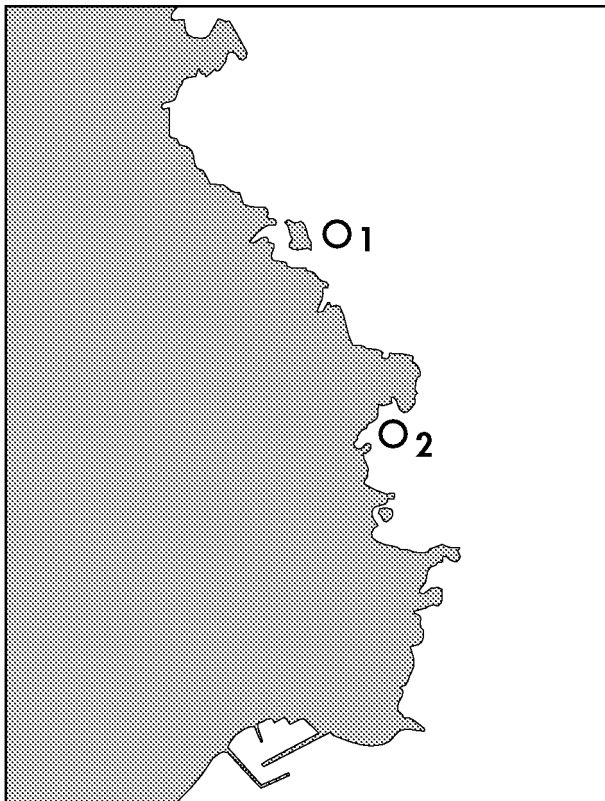


Fig. 2. Corall (*Corallium rubrum*). Localització de les estacions de control a la costa del Montgrí. 1: La pedrosa, 2: El Falaguer.

El mètode emprat és el mètode de seguiment fotogràfic: es realitzen 30 macrofotografies (18 cm x 13 cm) a cada estació de control, de les quals 4 corresponen a parcel·les marcades. Sobre les fotografies es mesuren 500 diàmetres de les branques de corall de cada localitat (veure memòria 1991). Això fa que la mostra de diàmetres estudiats cada any superi les 4000 mesures.

Per veure l'evolució de cada població al llarg del temps, s'ha realitzat una ANOVA d'un factor (temps) per a cadascuna de les poblacions estudiades (de les Illes Medes com de la Costa del Montgrí). Per estudiar si l'evolució de les poblacions de les Illes Medes és homogènia, s'ha realitzat una ANOVA de dos factors (temps i lloc).

Per veure l'evolució temporal dins d'una mateixa zona amb un nivell de fiabilitat més alt, s'han comparat els diàmetres mitjans de 1991 i 1995 dins de les parcel·les marcades a les estacions de Pota del Llop, Dofí, La Vaca i el Falaguer.

Finalment, per estudiar l'efecte de la freqüentació s'han valorat els resultats de les anàlisis precedents, donat que no és factible realitzar un disseny específic per estudiar aquest efecte.

Taula 1. Corall (*Corallium rubrum*). Profunditat (m) i grau de freqüentació de les estacions de control a les Illes Medes (R) i a la costa del Montgrí (C).

Estació	Profunditat	Freqüentació
Túnel del Dofí (R)	12 - 20	++
Cova de la Vaca (R)	15 - 20	++
El Falaguer (C)	15 - 20	-
El Carall Bernat (R)	17 - 24	++
La Pedrosa (C)	23 - 26	+
El Montnegre (R)	23 - 30	-
Pota del Llop (R)	33 - 35	-
Pedra de Déu (R)	48 - 50	-

## RESULTATS

### Seguiment de les poblacions de control

#### Poblacions de la zona protegida

La distribució de talles de les diferents poblacions corresponents a l'any 1995 es mostra a la Fig. 3. A la figura 4 es presenta l'evolució dels diàmetres mitjans de les diferents poblacions al llarg del temps (1991 - 1995). En general s'observa una tendència a incrementar el diàmetre mig amb el temps. L'ANOVA (factor temps) per cada estació mostra en tots els casos diferències estadísticament significatives (Taula 2).

L'ANOVA de dos factors (temps i estació) ens indica que existeixen diferències igualment significatives amb el temps i també amb l'estació (Taula 3). És interessant fer notar que la interacció és igualment significativa, per tant podem dir que les diferents estacions tenen evolucions significativament diferents.

Taula 2. Corall (*Corallium rubrum*). Significació de l'anàlisi de la variància (ANOVA) d'un factor (temps), pel diàmetre de les poblacions controlades. (R) Reserva de les Illes Medes, (C) Costa del Montgrí.

Estació	gll	MS	F	p
Túnel del Dofí (R)	4	13.2	22.0	***
Cova de la Vaca (R)	4	10.8	23.9	***
El Carall Bernat (R)	4	11.5	23.0	***
El Montnegre (R)	4	6.9	8.8	***
Pota del Llop (R)	4	18.6	37.3	***
Pedra de Déu (R)	4	93.6	152.6	***
El Falaguer (C)	3	3.3	6.2	***
La Pedrosa (C)	3	6.3	14.4	***

\*\*\*  $p < 0.001$

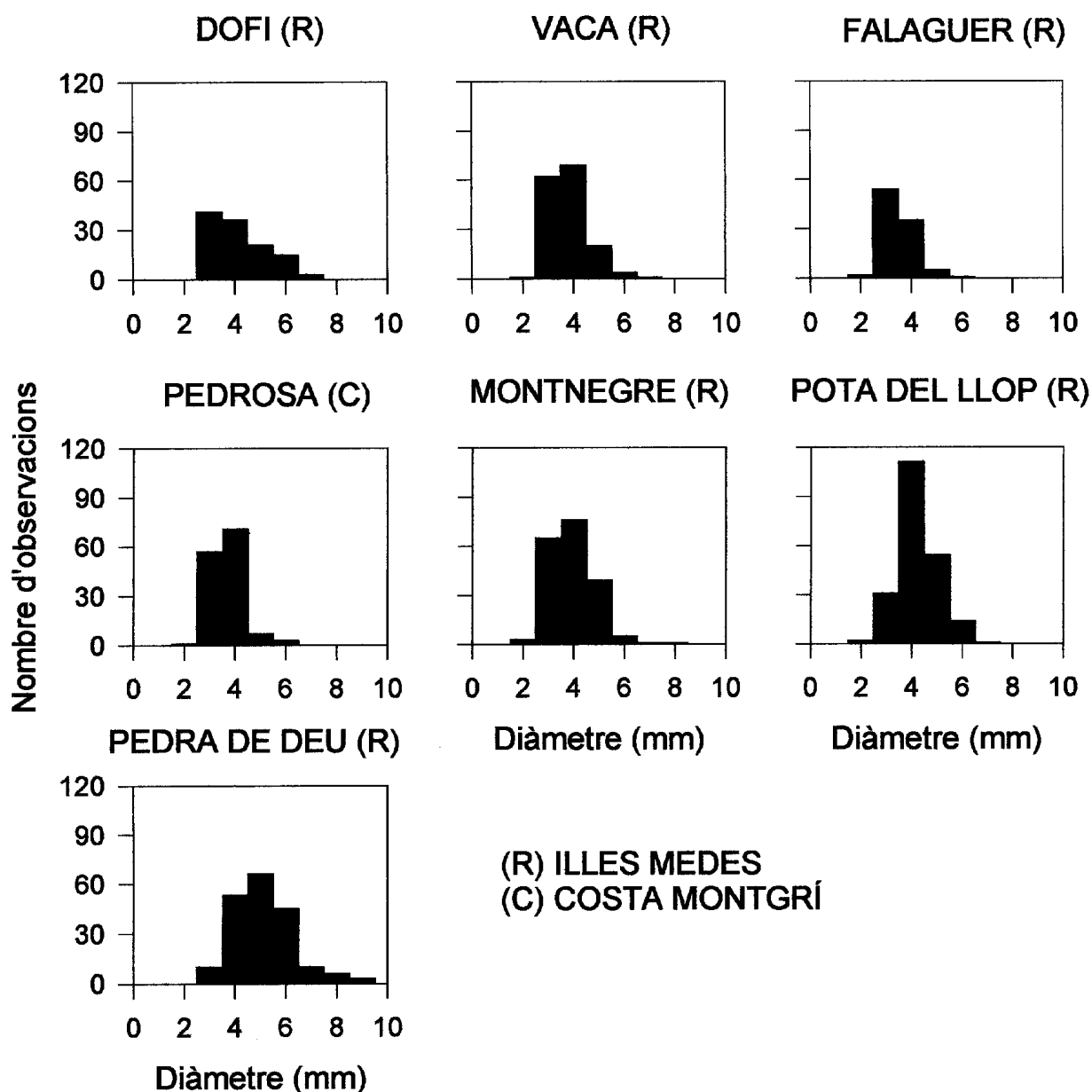


Fig. 3. Corall (Corallium rubrum). Distribució de talles a les estacions de control, dins i fora de la Reserva Marina de les Illes Medes.

La comparació dels diàmetres mitjos dins de les parcel·les presenta diferències significatives en tots les casos (Taula 4). Totes les estacions (Pota del Llop, Dofi i Vaca) han augmentat els seus diàmetres mitjos en els 5 anys de seguiment (Fig. 4).

#### Poblacions de la costa del Montgrí

La distribució de talles corresponents a l'any 1994 de les dues estacions del Montgrí es mostra a la Figura 3. A la Figura 4 es presenten els

Taula 3. Corall (Corallium rubrum). ANOVA de dos factors (temps i estació) pel diàmetre de les poblacions de les Illes Medes, els anys 1991, 92, 93, 94 i 95.

Efecte	g ll	MS	F	p
Temps	4	65.0	110.0	***
Lloc	4	96.6	163.6	***
Temps x Lloc	16	18.3	31.0	***

\*\*\*  $p < 0.001$



EVOLUCIÓ DEL DIÀMETRE MIG  
EN LES LOCALITATS DE LES I. MEDES I C.MONTGRÍ

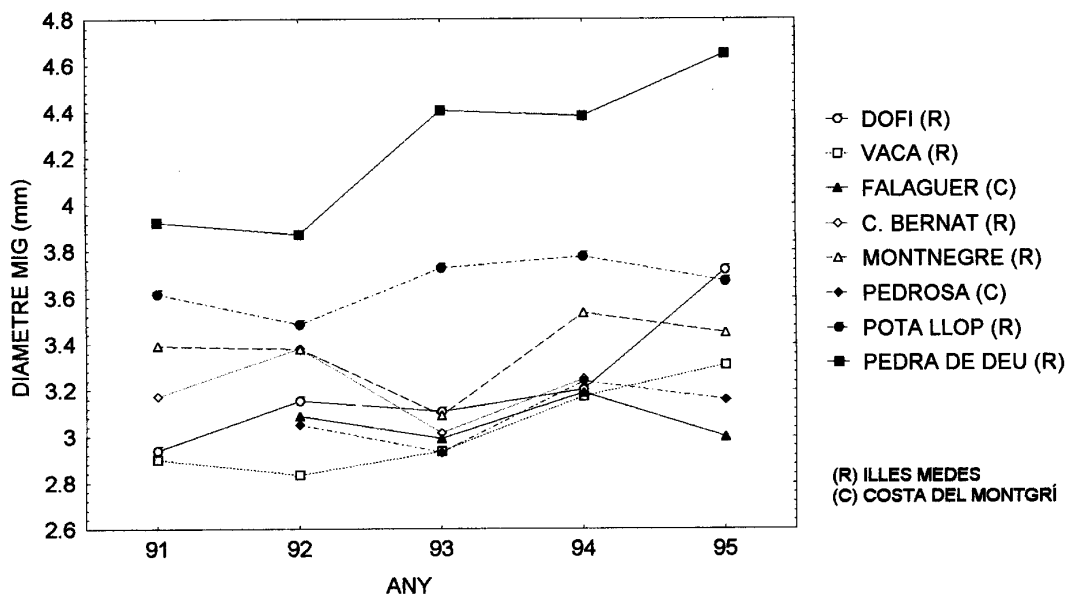


Fig. 4. Corall (*Corallium rubrum*). Evolució temporal del diàmetre mig a les estacions de control fora i dins de la Reserva Marina de les Illes Medes.

Taula 4. Corall (*Corallium rubrum*). t - test (factor temps) de comparació de diàmetres mitjos a les parcel·les entre els anys 1991 i 1995.

Estació	F	p
Pota del Llop	1.45	*
Dofi	2.07	*
Vaca	2.78	**
Falaguer	1.21	ns

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; ns: no significatiu

diàmetres mitjos de les poblacions al llarg del seguiment (1992 - 1994). L'ANOVA d'un factor (temps) presenta diferències significatives per ambdues estacions (El Falaguer i La Pedrosa). Al contrari que en les poblacions de les Illes Medes, no hi ha una tendència general a incrementar el diàmetre amb el temps. Mentre a La Pedrosa el diàmetre mig presenta un augment respecte a l'inici del seguiment, al Falaguer el diàmetre mig ha disminuït respecte a anys anteriors (Fig. 4).

El diàmetre mig a la parcel·la del Falaguer no presenta diferències significatives entre els anys 1991 i 1995 (Taula 4).

## DISCUSSIÓ

A la vista dels resultats presentats sembla confirmar-se que les mesures de protecció de les Illes Medes actuen positivament. A cap de les estacions controlades les poblacions de *C. rubrum* hi ha una disminució significativa dels respectius diàmetres mitjos. Noti's, però, que això és igualment cert a la Pedrosa, estació situada a la Costa del Montgrí que, tot i no estar protegida, presenta una evolució semblant a augmentar el diàmetre mig. Aquestes tendències hauran de ser confirmades en els propers anys, ja que l'evolució del diàmetre mig no ha estat positivament constant (veure memòria 1993), sino que durant els cinc anys de controls ha anat variant de signe; la tendència, però, és globalment positiva.

Només a l'estació del Falaguer el diàmetre mig sembla no haver augmentat entre els anys 1991 i 1995. Però això no és degut a un patró general observat durant tot el seguiment, sino que el diàmetre mig al Falaguer ha disminuït només respecte l'any 1994. Aquest cas resulta força interessant, ja que durant els controls d'aquest any hem observat indicis d'expoliació del corall a l'estació del Falaguer (marques sobre la roca mare deixades per colònies recol·lectades). Aquestes evidències han estat recolçades per testimonis particulars, que han confirmat la presència de corallers furtius a la Costa del Montgrí.

Així doncs, el mètode emprat en aquests controls sembla sensible per detectar recolliments furtives en zones concretes.

El fet de tractar-se d'un seguiment poblacional -no de branques concretes-, i les migrades taxes de creixement en diàmetre de *C. rubrum* -que recordem es situen al voltant del mig mil·límetre per any-, fan que les diferències interanuals estiguin en el límit de sensibilitat del mètode emprat. Per tant, per observar l'evolució de les poblacions de corall vermell esdevé absolutament necessari el seguiment a llarg terme. En compensació, els controls es podrien espaiar en el temps. Un període bianual o períodes alternants de 4 anys de control i quatre anys de descans podrien ser els més adequats. Aleshores, les fluctuacions interanuals podran ser detectades sense cap mena de dubte. Així, les tendències que presentem podran ésser validades o rebutjades en anys posteriors. La comparació de les colònies dins de les parcel·les marcades al llarg de períodes més llargs esdevenen doncs un element de valoració a utilitzar preferiblement durant els propers anys.

La comparació amb les estacions de la costa confirma la visió optimista de l'efecte de la reserva sobre les poblacions de corall vermell. Els diàmetres mitjos de les estacions de les Illes Medes són més grans, encara que les diferències només són significatives per les poblacions per sota de 25 metres de fondària. La pèrdua de significació

estadística en les estacions superficials no s'ha d'interpretar per una pèrdua en les poblacions de les Medes sino per un augment del diàmetre mig fora de la reserva.

Aquests controls abasten forçosament un nombre d'estacions i un àrea limitats i no poden garantir la total inexistència de captures furtives dins l'àmbit de la Reserva. En tot cas sí permeten afirmar que la pressió d'extracció de corall a la Reserva i en aquesta zona del Montgrí és molt petita, o com màxim, moderada.

Com era d'esperar, l'evolució del diàmetre mig no és igual a totes les estacions: les estacions profundes, per sota de 25 metres, mostren uns increments de major magnitud. Esbrinar quins són els factors que expliquen aquesta diferència ja no és tan senzill, car desconeixem els factors que controlen el creixement del corall vermell. No podem descartar el factor freqüentació, que precisament pot incidir en aquestes poblacions per llur accessibilitat; però aquest extrem és indemostrable. Tanmateix, la comparació amb la població superficial de la costa, que tot i no ser freqüentada segueix la mateixa pauta d'evolució del diàmetre mig, desacredita aquesta hipòtesi. Pot existir una explicació alternativa: les estacions superficials es troben en el límit de distribució de l'espècie i això podria condicionar negativament les seves taxes de creixement.



## CONCLUSIONS I RECOMANACIONS



# CONCLUSIONS

Com cada any, per a qui hagi de llegir aquesta memòria amb pressa o per a qui vulgui estalviar-se l'avorriment de les taules i d'una jerga tan pesada, valguin aquestes conclusions que, a tall de resum, pretenen recalcar els trets més destacables des de la perspectiva de la gestió de les Illes Medes.

## 1.- AVALUACIÓ DE L'EVOLUCIÓ DEL PATRIMONI

- En aquesta Memòria de 1995 es recullen dades quantitatives per avaluar, tenint com a referència el punt zero establert en 1991 (o 1992 segons els casos), les modificacions esdevingudes al llarg del període 1991-95 en:

- L'herbassar de *Posidonia oceanica*.
- El grau d'erosió de la comunitat coral·lígena controlada a través del briozou *Pentapora fascialis*.
- Les poblacions de la gorgònia *Paramuricea clavata*.
- Les poblacions de corall vermell *Corallium rubrum*.
- Les poblacions de garotes comestibles *Paracentrotus lividus*.
- La població de llagostes *Palinurus elephas*.

- Pot resultar simplificador partir aquesta llista en dos, prenent com a punt de partida la mobilitat i persistència temporal de les comunitats/espècies. Les llagostes i les garotes a més de mòbils són organismes d'elevada dinàmica, això és especialment cert per les garotes. El corall, els briozous i les gorgònies són organismes in mòbils i que manifesten increments de biomassa més pausats. La posidonia, és troba una mica al mig, ja que tot i tenir un fort recanvi de biomassa en règim estacional, comparteix amb els animals sèssils una gran inèrcia a nivell poblacional. La dinàmica de les espècies condiciona les expectatives i l'importància que hem d'atribuir als canvis temporals en els seus efectius.

Les poblacions de les espècies mòbils -més dinàmiques- poden mostrar oscil·lacions marcades i de període curt, fins i tot en absència de cap event catastròfic. És per exemple el cas de les garotes. Tals oscil·lacions, en canvi, tenen una interpretació diferent si s'esdevenen entre les poblacions de les espècies sèssils-pausades. La major part de les comunitats bentòniques de substrat dur són sistemes dotats d'una gran inèrcia en els que no són esperables canvis interanuals espectaculars. De forma que quan aquestes fluctuacions «inesperades» es produeixen, es plantegen dues interpretacions alternatives: o bé estem assistint a un episodi catastròfic, o bé existeix algun artefacte metodològic que altera els resultats.

- Ja hem recordat que l'extrema heterogeneïtat espacial dels ecosistemes bentònics, associada a la dificultat de mostrejar exactament les mateixes superfícies d'un any a l'altre, introdueix soroll en les anàlisis. A més, cal prevenir els lectors contra la temptació de treure conclusions causals de simples correlacions circumstancials, recordant que els efectes d'una determinada acció poden fer-se evidents al cap dels anys. És per aquesta raó que les nostres recomanacions s'inspiren en un criteri de prudència enfront de resultats que semblen indicar tendències però que molt rarament resultaran ser concloents.

- Fetes aquestes advertències, una sèrie de cinc anys ja comença a permetre desllindar el que semblen tendències clares del que no ha tingut més que una aparició efímera:

- En els últims 8 anys s'aprecia una estabilització en els indicadors de qualitat biològica de la pradera de *Posidonia oceanica*. Efectivament, els episodis de degradació de l'herbassar detectats en els darrers anys: aparició d'una clariana, disminució general dels paràmetres de la qualitat biològica de l'herbassar, regressió del límit inferior de l'herbassar i més recentment (1994) degradació de les estacions superficials semblen estabilitzats.

- Al llarg d'aquests cinc anys s'observen pautes netes de creixement en algunes de les poblacions de gorgònies *Paramuricea clavata* i de corall vermell *Corallium rubrum*. Les taxes de creixement observades són en general congruents amb les taxes descrites a la bibliografia, tot i que la taxa d'engruiximent mig de les branques de corall, mesurada a nivell poblacional a les illes Medes, és molt inferior a la citada en la bibliografia obtinguda a partir de l'estudi d'anells de creixement.

- La taxa de mortalitat per arrabassament de les gorgònies sembla seguir sent extraordinàriament alta per a la dinàmica demogràfica d'aquesta espècie. Tanmateix, la mortalitat als transectes de la Reserva s'ha reduït significativament respecte a les taxes detectades els anys 1990-92, el que pot ser fruit de les mesures de regulació de la freqüentació.

- La taxa de mortalitat per epibiosi ha augmentat de forma acusada, causant la mort d'un nombre elevat de colònies. El nombre de gorgònies amb epibiosi és més gran en les estacions de control de les Illes Medes que en les situades en la costa del Montgrí. Contràriament al que s'apuntava l'any passat, aquest fenomen afecta per igual a les poblacions somes i fondes. Per tot plegat, l'incidència de l'epibiosi en s'apunta com un problema a valorar seriosament en el futur. Les causes de l'augment de d'aquest fenomen són difícils d'establir i requeririen d'estudis particulars. Probablement, però, l'origen d'aquest fenomen, que afecta de forma preferent a les estacions de les Illes Medes, podria estar associat a l'influència dels aportats d'aigües continentals de baixa salinitat, amb un alt contingut de nutrients i altres compostos (contaminants) que afavoririen el desenvolupament d'epibionts.

- La mida absoluta de la població de llagostes *Palinurus elephas* de les Illes Medes és una mica inferior a la que vàrem estimar l'any 1994. Aquesta disminució no pot ser interpretada com una disminució de la població, doncs les diferències trobades (decenes d'individus) no poden ser considerades significatives. A més els estudis de marcatge de llagostes (endegats aquest any) han demostrat la gran mobilitat dels individus d'aquesta espècie. Amb tot, la població de llagostes de les Illes Medes, que difícilment superarà els 200 efectius, és demogràficament una població residual. Cal donar per sentat que la seva persistència depen de l'abast del flux migratori i de reclutament que pugui mantenir amb les poblacions veïnes.

- Les poblacions de garotes comestibles *Paracentrotus lividus* mostren una dinàmica poblacional molt activa. En general s'observa procés de rejuveniment i augment de la densitat dins la Reserva i una reculada de les poblacions de la costa cap a valors més harmònics, després dels episodis de reclutament extraordinaris dels anys precedents. El resultat d'aquesta inversió de tendències és una certa homogeneització de les diferències observades prèviament.

- L'únic aspecte clarament negatiu correspon a l'erosió de la fauna invertebrada de la comunitat coral·lígena representada pel briozou fràgil *Pentapora fascialis*. El dràstic increment de la freqüentació de la zona del Guix a partir de 1992 (instal·lació d'una boia per als centres de buceig) a un lloc on ja existien parcel·les de control prèvies, ha permès fortuïtament realitzar un experiment de manipulació de la freqüentació aïllada de tots els altres factors que han restat invariants. Aquesta experiència demostra que l'efecte de les visites, és responsable d'una ràpida regressió de la població d'aquest briozou i, per extensió, de la resta de la comunitat coral·lígena.

- La regularització en la distribució espacial de les visites subaquàtiques entre els diferents sectors de les illes sembla un resultat indiscutible del programa de Pla d'Ussos endegat per la Direcció General de Pesca en 1991. Tanmateix, resta oberta la qüestió de si les densitats de visita actuals són les adequades. La ràpida evolució regressiva observada als transectes de les Roques del Guix, tot just col·locada la boia (any 1992-93) i l'episodi observat al Puig de la Sardina l'any 1994, indueixen a pensar que els efectes deleteris es presenten a densitats de visita relativament baixes. De ser certa aquesta impressió, caldria reduir sensiblement i durant bastants anys la freqüentació de les zones tradicionalment visitades per recuperar la biomassa de les espècies sèssi-

les observades abans de l'inici (1992 per les roques del Guix i 1993 pel Puig de la Sardina) de l'ús per l'escafandriste esportiu.

## 2.- EFECTE RESERVA

- En 1995 les diferències entre les poblacions de dins l'àrea protegida i les de la costa immediata segueixen sent significatives per a la majoria d'espècies que han pogut ser comparades (els briozous, les gorgònies, el corall i les garotes), però en alguns casos han perdut part de la seva significació (garotes, corall). Aquest estretament de les diferències pot interpretar-se de diverses formes, però no sembla atribuïble a una pèrdua de qualitat del patrimoni de la Reserva. En el cas de les garotes, sembla un descens de les densitats de la costa cap a valors més «sostenibles» acompanyat d'un increment de la població de les Medes. Mentre que en el cas del corall vermell, la disminució de les diferències es dona només a les estacions superficials, i com a conseqüència de l'augment del diàmetre mig de les poblacions superficials de fora de la reserva.

## 3.- EFECTE FREQUENTACIÓ

- Les diferències entre les poblacions de les zones molt freqüentades i les de les zones poc freqüentades de les Illes Medes continuen sent evidents en alguns casos (briozou, corall, garotes, gorgònies, i llagostes), però han perdut part de la significació estadística en altres (garotes i corall).

- La mortalitat de les gorgònies *Paramuricea clavata* corresponent a l'any 1995, ha estat superior als sectors somers i molt freqüentats que als fondos i poc freqüentats.

- En el cas de les llagostes, no hi han individus a les localitats molt freqüentades. La distribució de les llagostes es correlaciona negativament amb la dels escafandristes.

- Les talles mitjanes i les taxes d'engruiximent de les branques de les poblacions de corall de les zones freqüentades són inferiors a les de les zones poc freqüentades, però en aquest cas no podem separar l'efecte de la freqüentació del de la fondària.

- Les poblacions del briozou fràgil *Pentapora fascialis* de les zones molt freqüentades (estacions de les Roques del Guix) presenten una reducció dramàtica i continuada en la densitat i canvis en el grau d'exposició (cap a posicions més críptiques) de les seves colònies. Mentre que en les zones poc freqüentades les poblacions d'aquest briozou no mostren variacions significatives ni en la densitat ni en el grau d'exposició de les seves colònies. El dràstic increment de la freqüentació de la zona del Guix a partir de 1992 (instal·lació d'una boia per als centres de buceig) on ja existien parcel·les de control prèvies, ha permès fortuïtament realitzar un experiment de manipulació de la freqüentació aïllada de tots els altres factors que han restat invariants. Aquesta experiència demostra que l'efecte de les visites, és responsable d'una ràpida regressió de la població d'aquest briozou i, per extensió, de la resta de la comunitat coral·lígena.

- En resum, hi ha dubtes raonables sobre l'eficàcia de la Reserva de les Illes Medes per a preservar les poblacions de la fauna sèssil més fràgil, de les gorgònies i de llagostes si no canvien les condicions de gestió i freqüentació.

- Els treballs dels anys passats, varen demostrar la relació entre la elevada freqüentació d'algunes zones i la disminució (amb l'excepció dels peixos) en la qualitat del seu patrimoni natural (erosió, densitat i talles de la fauna invertebrada). Per posar solució a aquest problema, varem recomenar unànimement dirigir una part de la pressió de les visites cap a la costa immediata del Montgrí, més extensa i molt menys alterada. L'evolució de les Roques de Guix i la ràpida pèrdua en valor patrimonial



d'alguns controls de la costa del Montgrí (Puig de la Sardina), ens obliguen a replan-tejar seriòsament la conveniència d'aquesta decisió.

- L'evolució de les zones freqüentades mostra que la pèrdua de la qualitat del patrimoni natural bentònic es produeix molt aviat, amb densitats de visita molt moderades. Un cop perduts els aspectes més fràgils del patrimoni, la resta resulta rela-tivament refractària als nombres elevats de visitants. Aquesta fragilitat inicial depen del tipus de comunitat biològica implicada i és màxima en aquelles que desenvolupen molts estrats biològics superposats en l'eix vertical amb el suport d'esquelets minerals (esponges, corall, gorgònies, briozous, etc).

## RECOMANACIONS

- Caldria estudiar en profunditat la qualitat físico-química de la masa d'aigua que banya les illes Medes. Per tal d'aclarir els efectes sobre l'herbassar de Posidonia, i la possible relació amb l'augment de l'epibiosi en la gorgònia *Paramuricea clavata*.

- La cartografia existent de l'alguer de Posidonia de les illes Medes és clarament anticuada i inexacta. Es recomana invertir un esforç generós en actualitzar aquesta cartografia, mitjançant les tecnologies avui dia disponibles (p.e. side-scanners). Aquesta cartografia hauria d'actualitzar-se en uns lapses de temps raonables (p.e. 5 anys) que permetessin medir-ne l'evolució.

- Cal retirar urgentment de l'alguer de Posidonia tots els morts fondejats per l'a-marrament d'embarcacions i substituir-los pels anclatges amb barrines metàl·liques que semblen resultar inòcues per la pradera. En el cas de ser necessaris els morts per a embarcacions de gran tonatge, aquests haurien de ser desplaçats fora del límit pro-fund de l'herbassar (isobata de 15 m).

- Desaconsellem l'instal.lació de nous punts de fondeig per la pràctica del buceig intensiu en qualsevol punt de les Illes o de la costa on dominin les comunitats coral.lígenes de fort desenvolupament vertical (p.e. gorgònies *Paramuricea*, briozous fràgils, esponges, corall..etc.). La necessitat d'una tal instal.lació hauria de ser justifi-cada per un interès excepcional, i només s'hauria d'autoritzar després d'un acurat estudi de l'emplaçament. Aquest estudi hauria de tenir el suport d'una memòria escrita i ser avaluat per un equip de tècnics.

- A la vista dels resultats d'aquest estudi sembla prudent seguir recomanant una urgent restricció del nombre de visites subaquàtiques a les illes Medes. Aquesta res-tricció ha de ser més dràstica que la actualment aprovada, que no s'ajusta a la realitat de la demanda ni als arguments econòmics que varen ser esgrimits en la seva defen-sa (vegi's l'estadística de visites de 1993-1995 i el resultat de l'estudi econòmic enca-rregat per la Direcció General de Pesca). Proposem reconsiderar la antiga suggerència de que no es superi mai el sostre de 200 persones per dia (que, distribuïdes de forma equitativa entre els vuit sectors habilitats, serien 25 persones per sector i dia). Aixó implica un control per part de la Direcció General de Medi Natural no sols del nom-bre sino també del lloc on es fan les immersions.

- Per poder establir quines són les taxes de recuperació de les comunitats sotme-ses a la pressió de l'escafandrisme esportiu, es proposa l'aturada total de les visites durant un període mínim de 5 anys en la zona de les Roques del Guix. Les dades obtingudes en aquest estudi, juntament amb les que ja es tenen sobre les taxes de degradació, serien de gran interès per tal de dissenyar plans de regulació més objec-tius sobre el règim de visites per part d'escafandristes a les Illes Medes.

- Tot i que la regulació del buceig ha homogeneïtzat un poc la distribució de les visites, segueix resultant preocupant l'acumul.lació en un mateix lloc i en un mateix moment d'ingents quantitats de persones. En aquest sentit seria desitjable que cada sector només fos visitat en cada moment per una sola embarcació d'un Club de

Buceig. El mal temps hauria de ser un factor efectiu de reducció de la pressió sobre les Medes i totes les mesures endegades en el sentit de compensar amb «boies de mal temps» la impossibilitat d'utilitzar alguns sectors els dies de climatologia adversa semblen incongruents amb l'actitud de prudència propugnada per la Llei de conservació de les illes Medes.

- El trasllat de l'emplaçament dels punts de fondeig autoritzat (a la zona de bany) per sota de l'isobata de 15 metres, fora del límit inferior de distribució de *Posidonia oceanica* sembla haver tingut un efecte molt positiu en la recuperació de la cobertura foliar. Tanmateix la situació de l'alguer de les Medes resulta preocupant i sembla urgent una revisió de les normes de fondeig per la bany a tota la zona de l'alguer. La primera norma serà evitar que cap mort de fondeig reposi sobre plantes de *Posidonia*. Si cal augmentar estacionalment el nombre de boies (mai es podrà satisfer tota la demanda dels diumenges de juliol i agost) l'esforç s'ha de traslladar fora del límit inferior de l'alguer, i si algun mort ha de ser instal·lat dins, caldria com mínim una clariana de 3 metres de diàmetre).

- Cal reforçar la vigilància de les activitats dels capbusadors i en concret els controls sobre els que visitin les zones habitades per llagostes i corall vermell. Es desitjable que es multipliquin els controls rutinaris sobre les embarcacions dels Clubs de Buceig i sobre les petites embarcacions que visiten els grans fons «d'en fora la Meda»: la Pedra de Déu, Barda del Sastre, Montnegre, Serra Ventosa, Roca Retxa i Escrivana.

- Tal i com proposavem els anys passats i per tal de confirmar o rebatre els resultats d'aquest estudi seria desitjable la creació d'un espai en règim de «santuari» on totes les visites quedessin restringides a les estrictament necessàries per als controls d'evolució del patrimoni. Aquest espai hauria de tenir fons somers per tal de separar els efectes de la freqüentació i de la fondària. D'altra banda hauria de ser relativament aïllat de la resta de sectors. Tot i que som conscients de la dificultat de disposar d'un espai d'aquestes característiques a les Illes Medes, creïem que els resultats be valdrien l'esforç. Com els propassats anys proposem com a indret «santuari» el Medellot.

- Recomanem la difusió dels resultats i recomanacions d'aquest estudi als responsables dels Clubs de Buceig i a tots els visitants subaquàtics de les Medes. Els promotors d'empreses turístiques que visiten les Medes (de buceig i de creuer) han de demostrar d'una forma que passi de les paraules als fets, que el patrimoni natural de les Illes Medes és la clau de la pervivència del seu model econòmic, i que ells són el més interessats en la seva conservació.