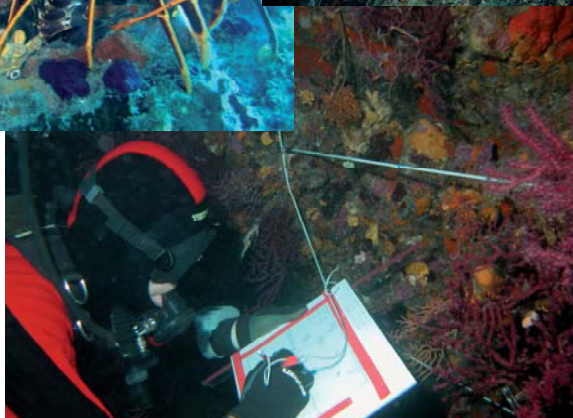




SEGUIMENT DE LES AREES PROTEGIDES DEL CAP DE CREUS, DEL MONTGRÍ I DE LES ILLES MEDES



Gestió i direcció del projecte:

- Enric Ballesteros

Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC), C/ACC Cala St. Francesc 14
17300, Blanes (GI)

Investigadors contractats:

- Antoni Garcia-Rubies

Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC), C/ACC Cala St. Francesc 14
17300, Blanes (GI)

- Simone Mariani

Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC), C/ACC Cala St. Francesc 14
17300, Blanes (GI)

Investigadors involucrats:

- Rafael Coma

Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC), C/ACC Cala St. Francesc 14
17300, Blanes (GI)

- David Díaz

Centre Oceanogràfic de les Balears (IEO), Moll de Ponent s/n
07080, Palma de Mallorca

- Mikel Zabala

Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal 645
08028, Barcelona

- Bernat Hereu

Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal 645
08028, Barcelona

Agraïments:

Pel suport en la presa de dades: Cristina Linares, Nuria Texidó, i Eduard Serrano.

Pel suport informàtic: Ramon Coma.

Pel suport logístic: en Dani del moll de Port Lligat.

INDEX

INTRODUCCIÓ

El Montgrí i les Illes Medes	4
Cap de Creus	4
Objectius d'aquest estudi	4
Selecció dels descriptors (indicadors)	5

ICTIOFAUNA DE FONS ROCOSOS LITORALS

INTRODUCCIÓ	6
MATERIAL I MÈTODES	7
RESULTATS	
Les Illes Medes i la costa del Montgrí	11
El Parc natural del Cap de Creus	50
LA GORGÒNIA <i>Paramuricea clavata</i>	
INTRODUCCIÓ	78
MATERIAL I MÈTODES	79
RESULTATS	80
CONCLUSIONS	87
RECOMANACIONS	88

POBLACIONS DE GRANS DECÀPODES

INTRODUCCIÓ	90
MATERIAL I MÈTODES	91
RESULTATS	95
CONCLUSIONS	101
RECOMANACIONS PER A LA GESTIÓ	103

CONCLUSIONS GENERALS

104

ORIENTACIONS I PROPOSTES PER A LE GESTIÓ

106

RESUM DE LA MEMÒRIA FINAL

107

BIBLIOGRAFIA CITADA PER APARTAT

109

INTRODUCCIÓ

Els fons rocosos del litoral català són d'una immensa varietat biogeogràfica. La Costa Brava i especialment les àrees que interessen aquest estudi, presenten una morfologia molt variada amb fons de roca i de sediments que ofereixen una amplíssima riquesa d'hàbitats i de comunitats d'animals i vegetals submarins. L'explotació continuada d'aquests indrets tant a nivell pesquer com turístic, ha deixat la seva empremta, especialment en les comunitats de peixos. Malgrat tot, la dinàmica de recuperació de les poblacions d'algunes espècies, com ara el mero, evidencia molt marcadament un abans i un després la implementació de mesures de protecció en aquests indrets.

El Montgrí i les Illes Medes

El Montgrí és un massís calcari situat entre la badia de Pals i el Golf de Roses. Les Illes Medes sorgeixen com a prolongació sud del massís i, tot i tenir una extensió força reduïda, són les illes més grans de tot el litoral català. La natura calcària del massís afavoreix la presència de coves submergides que augmenten la complexitat d'un habitat ja per si mateix variat.

Les mesures de protecció de les Illes es varen endegar el 1983 amb una Ordre de la Generalitat de Catalunya que establia la reserva Marina de les Illes Medes. El 1985 una resolució establia normes de compliment obligatori a la zona vedada i el 1990 i la Llei 19/1990 va convertir-se en el marc jurídic de la protecció i conservació de la flora i fauna del fons marí de les Illes Medes i del tros de costa del Montgrí, entre la Roca del Molinet i Punta Salines

El Cap de Creus

Des de un punt de vista geomorfològic el Cap de Creus està format per granits i esquists, una característica que diferencia aquesta àrea de la costa calcària del Montgrí. La zona es veu molt afectada per les peculiars condicions climàtiques i especialment per l'exposició a la tramuntana que determina un clima relativament fred (les aigües superficials més fredes de tot el Mediterrani Occidental) i corrents molt forts. L'entorn de la península del cap de Creus des de la punta del Bol Nou, a cala Tamariu a (el Port de la Selva), fins la punta Falconera (Roses) amb l'exclusió de la badia de Cadaqués són parc. L'amplitud de la zona marina protegida oscil·la entre les 1,3 i les 0,2 milles. A l'interior d'aquesta zona

s'estableixen 3 reserves naturals parcials (RNP); els Farallons (entre el Bescó i la punta dels Tres Frares); el Cap de Creus (entre l'illa de Culleró i cala Jugadora) i el Cap Norfeu. Finalment, es crea una reserva natural integral marina s'Encalladora (al nord de l'illa).

Al Parc del Cap de Creus – llei 4(1998) de març – podem trobar diferents espais amb diferents nivells de protecció: el Parc Natural (PN) on la pesca, inclosa la caça submarina és permesa amb poques limitacions; la Reserva Natural Parcial (RNP) on és permesa la pesca, tant professional com esportiva, de superfície, però es prohibeix la caça submarina; la Reserva Natural Integral (RNI) a on és prohibida qualsevol activitat tant extractiva com no, incloent l'accés d'embarcacions i la immersió, excepte la que es pugui practicar amb motius científics previ permís del Parc. Fins aquí el Parc natural del Cap de Creus sembla relativament similar a qualsevol altra reserva marina; la novetat d'aquesta àrea protegida és que les reserves parcials són tres i que es troben separades per extenses àrees sense protegir.

Objectius d'aquest estudi

Els objectius que varen impulsar la creació de les àrees marines protegides i les mesures de conservació així com l'estudi científic són essencialment les següents:

- 1) Conservació del patrimoni natural i la biodiversitat
- 2) Recuperació dels estocs de pesca
- 3) Educació i recerca
- 4) Contribució al desenvolupament de la economia local per via del turisme i la freqüentació dels espais en general

L'estudi i el seguiment temporal del patrimoni protegit és primordial per tal d'avaluar l'efecte de les mesures de protecció, de tal manera que s'acompleixin els objectius esmentats hi ho facin d'una manera complementària, plena i sostenible. En aquest sentit, val a dir que no manquen les friccions entre objectius i no sempre el que és bo per a conservar el patrimoni pot semblar bo per al desenvolupament de l'economia local. Sempre és difícil conjuminar objectius tan dispers en un ambient a on la pressió turística és tant important com a la Costa Brava. Són els gestors els que han de decidir i per això necessiten de les dades, el més actualitzades possible, de l'estat del patrimoni natural.

Apart, és clar, hi ha l'interès científic que puguin tenir aquestes dades i en aquest sentit val a dir que

cada any que passa els resultats del seguiment són més valuosos, senzillament perquè no n'hi ha gaires series temporals d'aquesta duració en el món. Són una referència de primer ordre per tal de controlar possibles canvis en les comunitats i poblacions causats per agents externs, ja siguin directament d'origen humà (aparició d'espècies invasores, canvi climàtic, etc) o d'origen natural (temporals, malalties, etc) o fins i tot per a detectar cicles. Tenir com a referència dades de primera mà sobre comunitats i poblacions no explotades és vital per tal d'avaluar els efectes d'aquestes pertorbacions, siguin de l'origen que siguin.

Selecció dels descriptors (indicadors)

Des de 1990, any en què es va començar el seguiment del Parc Marí de les illes Medes per alguns dels components del seguiment, que encara subsisteixen en l'equip actual, la selecció dels descriptors es va centrar sobre comunitats i espècies amb interès ecològic i econòmic. Les primeres perquè tot i no ser explotades directament podrien veure's indirectament afectades per la protecció (i. e. la sobrefreqüentació de vaixells d'esbarjo, en el cas de l'herbei de *P. oceanica*, o d'escafandristes, en el cas de la gorgònia roja, *Paramuricea clavata*); les segones per tal de documentar com evolucionaven les poblacions de les espècies d'un elevat interès econòmic en absència d'explotació. Als descriptors originals se n'hi varen ajuntar de nous. A hores d'ara, s'ha tendit a reduir el nombre de descriptors que es fan anualment per raons logístiques, ja que el seguiment s'ha expandit primer a la costa del Montgrí i, segon, al Parc Natural del Cap de Creus. Enguany el seguiment s'ha centrat

en tres descriptors:

1) La ictiofauna dels fons de roca litorals, que inclou les espècies altament vulnerables de sempre: el mero (*Epinephelus marginatus*), el déntol (*Dentex dentex*), sarg imperial (*Diplodus cervinus*), el llobarro (*Dicentrarchus labrax*), la daurada (*Sparus aurata*) i el corball (*Sciaena umbra*), i 21 espècies més (taula 1) entre les mitjanament vulnerables i les "peculiars" (molt rares, com *Raja* sp.) o que darrerament s'han comprovat com a exclusives de les illes Medes (com *Myliobatis aquila*). Les mitjanament vulnerables tractades individualment (prou freqüents i abundants, per fornir dades d'una mínima qualitat) han estat: la morruda (*Diplodus puntazzo*), el sarg (*D. sargus*), la variada (*D. vulgaris*) i el roger (*Mullus surmuletus*). D'aquestes espècies se n'han calculat les densitats i biomasses mitjanes, mentre que les que no s'han tractat individualment s'han usat per a quantificar el nombre mitjà d'espècies, la biomassa total i la biomassa de grans piscívors. Enguany ha caigut de la llista de les altament vulnerables el pagre (*Pagrus pagrus*) perquè hom ha assumit que no es troba ben mostrejat en el rang batimètric d'aquest estudi. En qualsevol cas se'n tenen les dades, que són incloses en el pool de les espècies no tractades individualment.

2) La gorgònia roja (*Paramuricea clavata*).

3) Les poblacions dels grans decàpodes que inclouen la llagosta (*Palinurus elephas*), el llamàntol (*Homarus gammarus*), la cranca (*Maja squinado*) i l'esclop (*Scyllarides latus*).

ICTIOFAUNA DE FONS ROCOSOS LITORALS

Antoni Garcia-Rubies, Simone Mariani i Mikel Zabala

INTRODUCCIÓ

L'àrea del Montgrí i de les Illes Medes

Després de divuit anys de seguiment, enguany s'aborda l'estudi de les poblacions de peixos vulnerables amb novetats força importants: s'incorporen als censos tot un grapat d'espècies menys vulnerables i es modifica el tractament de dades per tal d'estandarditzar-lo i fer més fàcil la comparació, tant entre els diferents nivells de protecció en l'àrea del Montgrí i les Medes, com entre reserves (Montgrí-Medes vs Cap de Creus). Se segueix així la tendència del seguiment d'anar ampliant els seus objectius d'acord amb l'evolució imposada, tant pels nous coneixements adquirits, com per les noves mesures de gestió endegades al litoral. Així, l'any 1991 el seguiment es va iniciar amb l'estudi únicament de la població de meros (*Epinephelus marginatus*); a partir de 1992 es va considerar la necessitat d'ampliar l'estudi a les poblacions d'altres espècies igualment vulnerables en veure que llurs efectius eren prou importants a la reserva de les illes Medes; fou així que es varen incorporar al seguiment els déntols (*Dentex dentex*), els llobarros (*Dicentrarchus labrax*), els sargs imperials o soldats (*Diplodus cervinus*), els corballs (*Sciaena umbra*), les daurades (*Sparus aurata*) i els pagres (*Pagrus pagrus*). Les poblacions de la majoria d'aquestes espècies semblaven prosperar adequadament d'acord amb el règim de protecció total instaurat a la reserva de les illes Medes. En l'informe de l'any 2005, per exemple, varem poder documentar l'augment de número dels meros de les Illes Medes fins a unes abundàncies que es podien considerar entre les més altes de tota la Mediterrània i, fou de resultes del seguiment que es va poder comprovar, per primera vegada, com es reproduïa el mero bru mediterrani (Zabala et al., 1997a, 1997b). Es demostrava així que, gràcies a la protecció, s'havia pogut recuperar una població de meros plenament funcional, l'única del litoral català.

A partir de l'any 1998 es va ampliar el seguiment sistemàtic de les poblacions d'aquestes espècies a la costa veïna de les Medes parcialment protegida. Es tractava de controlar l'eventual propagació de peixos adults fora de la zona protegida (l'anomenat



spillover), un del temes que genera més interès en el camp de les reserves marines. Aquest efecte s'ha de demostrar cas per cas ja que pot dependre no només de l'extensió de la reserva, sinó de les característiques de l'hàbitat i dels desplaçaments habituals de les diferents espècies (Eristhee & Oxenford, 2001). De fet, la zona de protecció parcial del Molinet ja es va establir per a afavorir i protegir, en part, la possible propagació de peixos des de les Illes Medes. També permetria veure quin era l'efecte de la caça submarina (l'única modalitat de pesca prohibida a l'àrea de protecció parcial) o, dit d'una altra manera, comprovar el possible efecte de la protecció parcial en les poblacions de peixos litorals més vulnerables.

La inclusió de l'àrea parcialment protegida del Molinet a la Punta Salines va fer palesa la necessitat d'un control, una referència amb la qual poder comparar els possibles canvis que es produïssin en aquesta àrea i per aïllar l'efecte de la caça submarina sobre les poblacions de les espècies selectes. És per això que l'estudi del seguiment es va ampliar a l'àrea immediata, no protegida, que va des del Cap d'Oltrera a l'illa d'en Dui (des de 1999).

Tot i que ampliat, els objectius d'aquest estudi romanen els mateixos que ara fa divuit anys: es tracta de caracteritzar demogràficament les poblacions protegides d'una sèrie d'espècies altament vulnerables, tant pel què fa a la densitat com a les talles i la biomassa, a la reserva estrictament protegida de les illes Medes. La majoria d'aquestes espècies es poden considerar com a molt bones indicadores de la protecció, del denominat "efecte reserva", que no és una altra cosa que la conseqüència d'una mortalitat menor deguda a la manca d'explotació. La incorporació de noves espècies fa ara més senzilla la comparació amb el Parc Natural del Cap de Creus, una reserva que, a diferència de les Medes, està

integrada per una sèrie de reserves parcials (reserves naturals parcials) que s'alternen amb llocs a on la pesca hi és permesa. És un model de gestió diferent i paga la pena fer-ne una comparació, ja que es pot esperar una evolució de tot diferent caracteritzada per un intercanvi molt més fluid de peixos entre les zones protegides i no protegides, que no pas el que es produeix entre les Medes (que al capdavant són illes relativament allunyades del litoral) i la costa veïna.

El Parc del Cap de Creus

Deu anys després de la creació del parc, aquesta és la segona aproximació seriosa del nostre grup de recerca al estudi de la ictiofauna del parc. Ara ja es pot parlar, per primera vegada, de “seguiment” de les poblacions. Com ja s'esmentava en el primer informe de 2005, s'han tingut en compte espècies de peixos altament vulnerables i d'altres que tenen un nivell notablement menor de vulnerabilitat. Les més vulnerables es caracteritzen per presentar les diferències més radicals entre reserves i no reserves; això vol dir, en poques paraules, que en les zones protegides n'hi ha i en les que es troben obertes a la pesca no, o són extremament esporàdiques. Un cas paradigmàtic d'aquestes espècies, a la costa nord de Catalunya, és el mero bru, però també el corball, el déntol, la daurada, entre d'altres. Un segon grau de vulnerabilitat l'integrarien aquelles espècies en les que, tant les densitats com les talles són sensiblement majors en les àrees protegides, si bé es poden considerar prou freqüents arreu (Garcia-Rubies, 1997). El sarg (*Diplodus sargus*) en seria un bon exemple a les costes de Catalunya. Encara es podrien definir dos graus de vulnerabilitat més: el de les espècies poc afectades per l'explotació i les que no ho són en absolut per no ser objectius habituals de pesca. Aquest estudi, però, se centra en les dues primeres categories per entendre que són les millors indicadores dels efectes de la protecció. En total, en aquest treball s'han considerat 24 espècies vulnerables, entre les que s'ha inclòs el moll o roger de roca (*Mullus surmuletus*) que, tot i no ser excessivament vulnerable, s'ha tingut en compte degut a la importància que té la captura d'aquest peix a l'àrea (Gómez, *et al.*, 2006). No totes les espècies seran tractades individualment en aquest treball, però en tot cas, si que a partir d'ara es començaran a tenir les dades de cara a possibles futures comparacions. Ja des del 2005, any de la primera prospecció del nostre grup, ens varem plantejar com objectiu més interessant de comprovar si l'evolució de les zones no protegides es veuria afectada positivament per la proximitat de les zones protegides intercalades, tal i com ha estat demostrat, molt limitadament, en altres reserves marines (Alcalá, 1988) i que encara no es fa evident en l'àrea del Montgrí.

MATERIAL I MÈTODES

Tant per el seguiment de l'àrea del Montgrí-Medes com per el del Cap de Creus, ens em basat en els inventaris visuals de peixos (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) de les espècies selectes, tot seguint el mateix protocol bàsic de presa de dades emprat des de 1991; és a dir: inventaris d'una a una hora i mitja de durada, fets sobre recorreguts llargs (de 450 a 650 metres) paral·lels a la línia de costa i majoritàriament entre 15 i 20m de fondària. Aquests inventaris, tot i fer-se de manera continuada en zones determinades, es divideixen en sectors, que es mantenen des de l'inici del seguiment; en cadascun d'aquests sectors es fan comptatges de 5 minuts, que venen a cobrir una superfície aproximada de 50 x 10m (uns 500m²). En cada recorregut, l'observador es desplaça lentament, a una distància aproximada d'un metre sobre el fons. En veure un exemplar de qualsevol de les espècies seleccionades, l'observador n'estima la talla comparant la mida del peix amb la d'una barra d'un metre de longitud que és usada com a referència. També es poden afegir dades complementàries, com l'hàbitat en la que han estat observats els peixos, la lliurea (en el cas dels meros), o qualsevol altra característica que pugui resultar significativa.

Àrea del Montgrí-Medes

Les zones en les que han estat efectuats els censos són les mateixes dels anys anteriors (Figura 1). Com sempre, a les Medes, han estat efectuats quatre recorreguts repetits a les zones del Tascó Petit i el Carall Bernat (TPCB) i de les Ferranelles al Tascó Gros (FETG), que fou a on, a l'inici del seguiment (1991), es constata la major densitat de meros. A la Meda Petita i Freuetó (MP), de l'Infern a la Cova de la Vaca (ICV), del Salpatxot a la Cova de la Vaca (SCV) i el Medellot (MED) els recorreguts han estat únics. Com a excepció puntual a aquest protocol, l'any 1995, en coincidir l'estudi amb un altre sobre la ictiofauna del Montgrí, només es varen prendre dades els recorreguts repetits corresponents al Tascó Petit – Carall Bernat (TCB) i de les Ferranelles al Tascó Gros (FETG).

A la costa parcialment protegida (RP) del Molinet a la Punta Salines i no protegida (NR), de la Punta Salines al cap d'Oltrera (Figura 2), han estat fets quatre censos, de aproximadament una hora, en dos sectors per zona: del Puig de la Sardina al Negre del Falaguer (ROSFAL) i del Negre del Falaguer a l'illa del Dui (FALDUI), a l'àrea no protegida, i de la Punta de la Sardina als Arquets (PSALARQ) i dels Arquets al Molinet (ARQMOL) a l'àrea parcialment protegida. La presa de dades ha estat la mateixa que ha estat descrita en el cas de les Medes.



Figura 1. Localització dels transsectes replicats de peixos a les Illes Medes

La campanya de mostreig va anar del 23/07/08 al 02/08/08, amb alguns inventaris aïllats els dies 01/07/08 i 04/07/08. Hi varen intervenir regularment 3 observadors amb l'ajut puntual d'un quart. Tot el personal que realitzà els inventaris pot ser considerat com a altament especialitzat en la realització de censos visuals de peixos, amb experiència en el seguiment.

Enguany, a més del nombre d'exemplars comptats per a cada espècie, hom tractarà de densitats (nombre d'individus per 500 m²) i de biomasses mitjanes (g per 500 m²). També es compararan el nombre d'espècies per inventari i la biomassa mitjana total i la dels grans predadors. Així ho aconsella el fet que, per primera vegada en el cas de les Medes, han estat inclosos en els inventaris tot un reguitzell d'espècies que hom podria denominar mitjanament vulnerables, però que en qualsevol cas es veuen (Garcia-Rubies, 1997) o es poden veure afectades en major o menor grau per la protecció. La inclusió d'aquestes espècies a l'àrea de les Medes-Montgrí obeeix al fet de la recent entrada en el seguiment del Parc Natural del Cap de Creus i, com sigui que, a priori, hom no sabia l'estat de la ictiofauna d'aquella zona, es varen incloure tota una sèrie d'espècies mitjanament vulnerables que no eren seguides de manera continuada a la zona de les Medes i la costa del Montgrí.

Per a documentar l'estat actual dels tres nivells de protecció, s'han comparat mitjançant una anàlisi de la variància d'un factor (protecció) el nombre mitjà d'espècies per comptatge i la biomassa mitjana total i dels grans piscívors. A més a més, hom ha fet una anàlisi de similituds (ANOSIM) per tal de veure si hi

havia diferències qualitatives importants entre nivells de protecció. Posteriorment, s'ha fet una anàlisi del percentatge de similituds (SIMPER), per tal de veure quines espècies eren les responsables principals de les diferències entre nivells de protecció.

Les dades d'abundància i biomassa mitjanes per cada espècie també han estat comparades mitjançant una anàlisi de la variància d'un factor (protecció) a fi de comprovar l'estat actual de les poblacions. Per a les espècies altament vulnerables que han estat objecte del seguiment des del començament, hom ha aplicat una anàlisi de la variància de dos factors fixes i ortogonals (protecció per temps), tenint en compte les dades obtingudes des de 1999 en els tres nivells de protecció (Reserva Total: R; Reserva Parcial: RP; No Reserva: NR).

L'evolució de les abundàncies i biomasses mitjanes en la reserva de les illes Medes s'ha comprovat gràficament, ajustant una recta de regressió lineal per tal de veure la tendència temporal. En aquest cas, només les regressions que expliquessin un percentatge relativament alt de la variància han estat representades, independentment de llur significació estadística. El programa estadístic utilitzat per a realitzar tots els càlculs han estat el paquet estadístic STATISTICA d'StatSoft® (1995) i el PRIMER®.

Les espècies que s'han tingut en compte ha estat les tradicionals del seguiment : el mero (*Epinephelus marginatus*), el déntol (*Dentex dentex*), el llobarro (*Dicentrarchus labrax*), el sarg imperial o soldat (*Diplodus cervinus*), el corball (*Sciaena umbra*) i la daurada (*Sparus aurata*). Enguany, hom no tractarà les dades per separat del pagre (*Pagrus pagrus*), per considerar, de resultes dels estudis anteriors, que aquesta espècie és pròpia de més fondària i de fons mixtes, no exclusivament rocosos. El fet de que en molts dels darrers estudis una gran part dels pagres

observats fossin juvenils ens fa creure que només tenim una visió molt parcial de la població de pagres, el gruix de la qual es troba a molta més profunditat que l'abastada per nosaltres.

La resta d'espècies que han estat tingudes en compte són les que es poden veure a la taula. D'aquestes, han estat tractades les dades per separat de les més freqüents i importants des d'un punt de vista pesquer: el sarg (*Diplodus sargus*); la varada (*D. vulgaris*); la morruda (*D. puntazzo*) i el roger (*Mullus surmuletus*).



Figura 2. Localització dels transsectes replicats de peixos a la costa del Montgrí

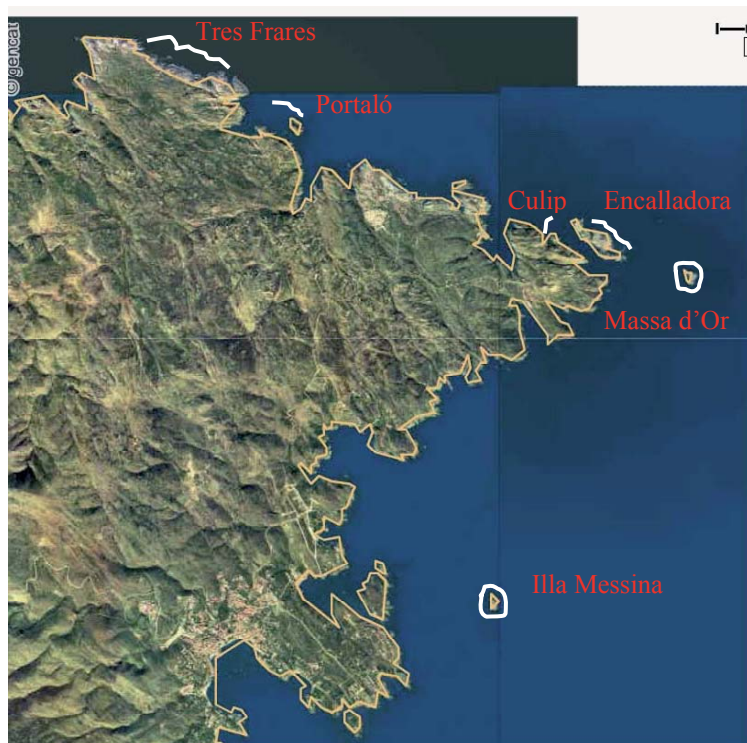


Figura 3 a. Localització dels transsectes replicats de peixos al Cap de Creus nord

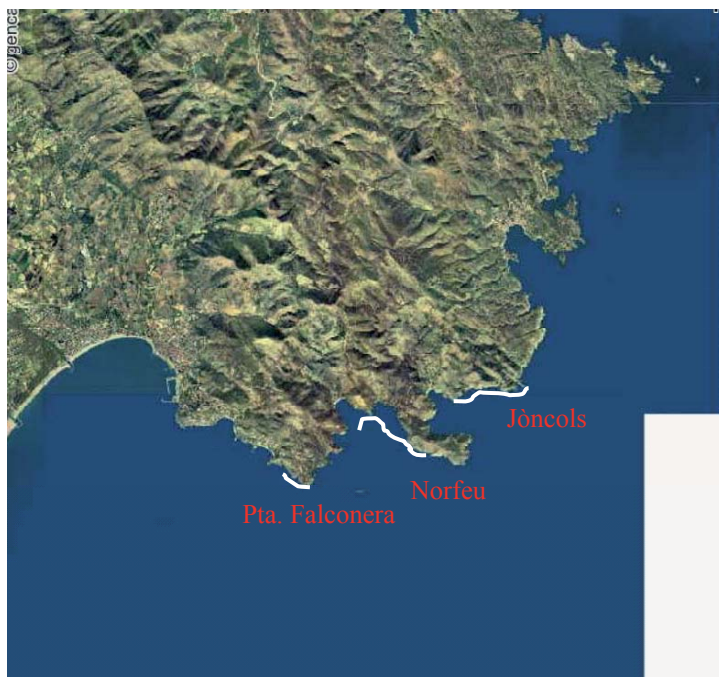


Figura 3 b. Localització dels transsectes replicats de peixos al Cap de Creus sud

Parc Natural del Cap de Creus

Els inventaris s'han fet en diverses zones enquadrades en els tres nivells de protecció definits en l'espai del Parc Natural del Cap de Creus: la Reserva Natural Integral, restringida a la part exterior de l'Encalladora, i en la que es prohibeix qualsevol activitat extractiva així com la immersió amb escafandre autònom; la Reserva Natural Parcial, a on es permet la pesca professional i esportiva des de superfície i el Parc Natural, on la pesca tant professional com esportiva, així com la caça submarina són permeses. De reserves naturals parcials n'hi ha tres àrees: els Farallons (entre el Brescó i la Pta. Tres Frares), el cap de Creus (entre l'illa del Collaró i Cala Jugadora) i el Cap Norfeu. (Figura 3b). Les zones incloses en aquest estudi han estat, de sud a nord: el Cap Norfeu (RNP), C. Jòncols (PN), Illa Messina (PN), illa de la Massa d'Or (RNP), l'Encalladora (RNI), Cala Culip (RNP), Portaló (PN) i Tres Frares (RNP). El Bou Mari (PN) ha estat exclòs dels inventaris per considerar que el fons (molt sorrenc) no era l'adient per a obtenir dades prou bones sobre la ictiofauna litoral sobre substrat rocós.

En total s'han tingut en compte 24 espècies de peixos litorals sobre substrat rocós (veure Taula 1) i en l'estudi han estat tractades les més vulnerables, ja esmentades en el cas de les Medes, i aquelles que han presentat una freqüència i una abundància prou elevades com per a ser mínimament analitzades estadísticament: *Diplodus puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris* i *Mullus surmuletus*. A més dels paràmetres inherents a cada espècie, hom ha tractat també el nombre d'espècies per comptatge (una bona mesura de la biodiversitat) i la biomassa total de les espècies selectes i dels grans piscívors. És evident que aquests paràmetres sintètics tenen com a referència els valors obtinguts a la reserva de les illes Medes.

A més de les dades referents al poblament de peixos, sobre cada transsecte hom ha realitzat una caracterització de l'hàbitat en base als trets més rellevants del fons. Així

s'ha enregistrat la profunditat inicial, final i mitjana, i s'ha tipificat la natura física del substrat en base al tipus de cobertura. Aquest ha estat diferenciat en: roca homogènia; grans blocs ($\varnothing > 2\text{m}$), blocs mitjans ($1\text{m} < \varnothing < 2\text{m}$) i blocs petits ($\varnothing < 1\text{m}$); el recobriment de sorra o grava, i el de *Posidonia oceanica*. Els recobriments de cada tipus de substrat s'han estimat en base als percentatges ocupats sobre la llargada total del transsecte. El relleu del fons, o "rugositat" (*sensu* Lukhurst i Lukhurst, 1978), s'ha estimat *de visu*, establint-se una escala de 4 graus: 1, relació entre la longitud real i la longitud lineal igual, o lleugerament superior, a 1, sense escletxes ni anfractuositats aparents, ni importants variacions verticals; 2: relació entre ambdues longituds clarament superior a 1, amb variacions verticals poc importants (menors de 2m) i poques escletxes i anfractuositats; 3: relació entre longitud real i lineal clarament superior a 1,5, amb escletxes i anfractuositats d'una certa entitat, ocupant, al menys un 25% de la longitud total del transsecte i/o variacions verticals de més de 2m; 4: presència d'escletxes importants, ocupant més del 25% de la longitud del transsecte i/o pregoneres variacions verticals amb una relació entre la longitud real i la lineal propera o superant el 2. Finalment, a cada transsecte ha estat estimat el pendís del substrat en base a una escala establerta de l'1 al 4, essent: 1, un pendís entre 0 i 30°; 2 de 30 a 60; 3 de 60 a 90°; i 4, si el pendís supera els 90° formant superfícies extraplomades.

Les dades obtingudes s'han analitzat de manera quasi idèntica que per les dades de l'àrea Montgrí-Medes exceptuant les rèpliques dels recorreguts. El factor any s'ha pogut afegir a les anàlisi, cosa que ens ha permès observar, per primera vegada, els possibles patrons de canvi en el temps que han experimentat els descriptors escollits.

La campanya del Cap de Creus anà del 15/07/08 al 20/07/08. Hi varen intervenir 2 observadors que realitzaren entre 2 i 3 immersions diàries.

RESULTATS

	Medes-Montgrí	Cap de Creus
Conger conger *	p	p
Dentex dentex *	p	p
Dicentrarchus labrax *	p	p
Diplodus cervinus	p	p
Diplodus puntazzo	p	p
Diplodus sargus	p	p
Diplodus vulgaris	p	p
Epinephelus costae *	a	p
Epinephelus marginatus *	p	p
Labrus merula	p	p
Labrus viridis	p	p
Mola mola	p	a
Mullus surmuletus	p	p
Muraena helena *	p	p
Myliobatis aquila	p	a
Pagrus pagrus	p	p
Phycis phycis	p	p
Raja sp.	p	a
Sarda sarda*	p	p
Sciaena umbra	p	p
Scorpaena notata	a	p
Scorpaena porcus	p	p
Scorpaena scrofa*	p	p
Seriola dumerilii *	a	p
Sparus aurata	p	p
Sphyraena viridensis*	p	p
Spondyllosoma cantharus	p	p

Taula 1. Llista d'espècies, ordenades alfabèticament, que s'han tingut en compte en aquest estudi a l'àrea de les Medes i el Montgrí i el Cap de Creus. En vermell, les espècies altament vulnerables; en verd les mitjanament vulnerables que han estat tractades individualment; les assenyalades amb l'asterisc són les que han estat considerades com a grans piscívors (p: present en els inventaris; a: absent)

LES ILLES MEDES I LA COSTA DEL MONTGRÍ

Nombre mitjà d'espècies

A les Illes Medes i a l'àrea del Montgrí el nombre mitjà d'espècies per comptatge és significativament superior a la majoria de zones de l'àrea protegida de les illes Medes, que no a la costa veïna, parcialment protegida o no (Figura 4a), la qual cosa vol dir que a les Medes hi ha espècies que surten amb més

frequència als comptatges o, dit d'una altra manera, a la costa hi ha un clar enrariment d'algunes espècies. Les zones amb més diversitat a l'àrea protegida de les illes Medes corresponen a les Ferranelles- Tascó Gros (FETG) i del Tascó Petit al Carall Bernat (TPCB), que presenten un nombre mitjà d'espècies superior fins i tot als d'altres zones de la pròpia reserva (Figura 4a), com ara la Meda Petita (MP) i el Medellot (MED). Les xifres menors s'obtenen al sector de la Punta Salines als Arquets (PSALARQ), corresponent a l'àrea parcialment protegida del Molinet a la Pta. Salines.

Agrupant les mostres per nivell de protecció, es pot veure que el nombre mitjà d'espècies és molt –i significativament- superior a l'àrea protegida de les illes Medes respecte a l'àrea parcialment protegida i l'àrea no protegida (Figura 4b) que presenten uns valors similars. Comparant les mitjanes de cada nivell de protecció una amb l'altre, el nombre mitjà d'espècies és significativament major a l'àrea totalment protegida de les Medes respecte de l'àrea no protegida o parcialment protegida de la costa del Montgrí ($R > NR = RP$).

Els resultats de l'anàlisi del percentatge de similitud (SIMPER) qualitativa entre els tres nivells de protecció venen a recolzar els obtinguts en comparar el nombre mitjà d'espècies: s'estableixen diferències significatives entre l'àrea totalment protegida respecte de la parcialment protegida i la no protegida, que presenten una diferència molt menor entre elles, tot i que estrictament també és significativa. Entre les espècies que marquen les diferències entre la reserva i la resta d'àrees hi ha, com era d'esperar, les que hom denominades com a altament vulnerables, molt

més freqüents a l'interior de la reserva (figura 2a,b,c). Hi destaquen el mero (*Epinephelus marginatus*), que és present al 84% dels comptatges fets a Medes i que amb prou feines ultrapassa el 10% en ambdues àrees de la costa del Montgrí, però també la morruda (*Diplodus puntazzo*), el sarg soldat (*D. cervinus*), el déntol (*Dentex dentex*), el corball (*Sciaena umbra*), el llobarro (*Dicentrarchus labrax*) i la daurada (*Sparus aurata*). Totes elles són molt més freqüents a l'àrea protegida de les Medes que no a la costa veïna (Figura 5a i b). Només el roger de roca (*Mullus surmuletus*) i, en menor grau, la càntara (*Spondylusoma cantharus*) són més freqüents a les àrees costaneres. En el cas del roger, les freqüències són similars en l'àrea parcialment protegida i la no protegida, mentre que la càntara és especialment freqüent només a l'àrea no protegida (Figura 5c). En qualsevol cas la diferència entre ambdues àrees es troba en el límit de la significació i és molt menys acusada que les que s'estableixen entre cadascuna d'elles i l'àrea totalment protegida de les illes Medes.

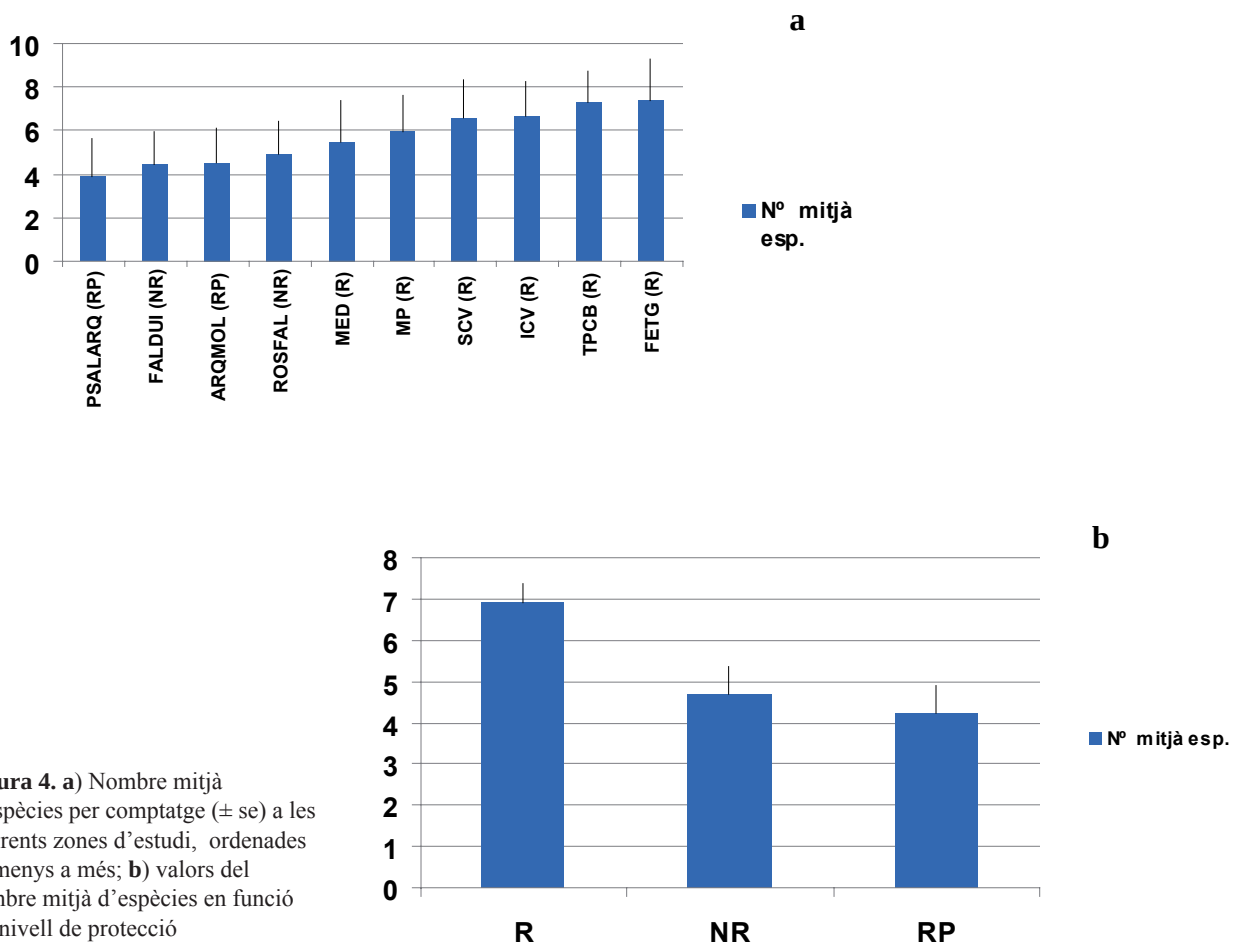


Figura 4. a) Nombre mitjà d'espècies per comptatge ($\pm$ se) a les diferents zones d'estudi, ordenades de menys a més; b) valors del nombre mitjà d'espècies en funció del nivell de protecció

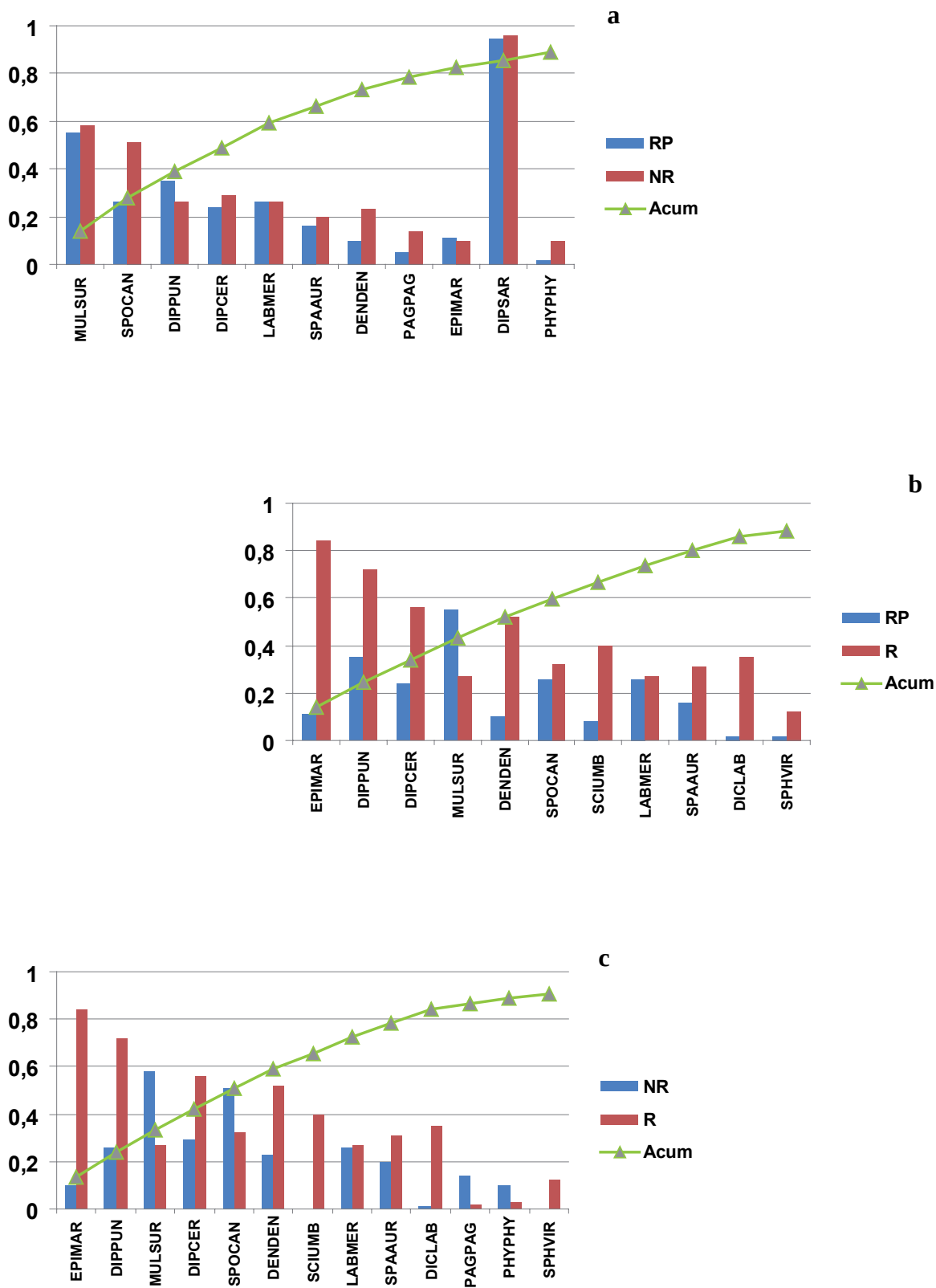


Figura 5. Comparació de les freqüències de les espècies que més contribueixen a les diferències entre nivells de protecció (barres) i percentatge de dissimilaritat acumulat (línea); **a)** RP vs NR; **b)** RP vs R; **c)** NR vs R.

Biomassa mitjana

Si les diferències que s'estableixen entre l'àrea estrictament protegida i la resta són importants a nivell qualitatiu, hom pot dir que encara ho són més a nivell quantitatiu, especialment quan hom analitza una variable que, com la biomassa, sintetitza les diferències que s'estableixen tant a nivell d'abundància com de talla. Com hom pot veure a la figura 6a, les biomasses mitjanes més elevades s'assoleixen indefectiblement a les zones que es troben a la reserva de les illes Medes. La diferència entre les zones que presenten les majors biomasses mitjanes, com ara SCV, FETG i TPCB, i les de l'exterior de la reserva estricta arriba a ser d'un ordre de magnitud, la qual cosa dona una idea de quin és el paper de la protecció real en la població d'algunes espècies. Si hom compara el valor mitjà menor que s'assoleix a les illes Medes (corresponent a la Meda Petita, MP) pot veure's que gairebé triplica el major valor de biomassa mitjana que s'ha constatat a la costa i que correspon a la zona

dels Arquets al Molinet (ARQMOL). És evident que la biomassa mitjana (Figura 6b) de la reserva total és significativament superior a la de la costa veïna, mentre que entre la zona parcialment protegida i la no protegida no es produeix cap diferència significativa ($R > RP = NR$).

Les diferències, però, no s'aturen en aquest punt. Fins a hores d'ara hom ha comprovat que les espècies altament vulnerables eren més freqüents a les Medes que no a la costa veïna; però també són més abundants. Moltes d'aquestes espècies són potents predadors que s'alimenten d'altres peixos; tal és el cas del mero (*E. marginatus*), el llobarro (*D. labrax*), el déntol (*D. dentex*) i d'altres, més passavolants, com ara l'espèct (*Sphyrna viridensis*) o el bonítol (*Sarda sarda*). Ajuntant les biomasses de totes aquestes espècies amb alguna de més escadussera com el congri (*Conger conger*) i la morena (*Muraena helena*) hom obté la biomassa mitjana de piscívors que, com es pot veure, també és molt superior a les zones totalment protegides que no a les de la costa a on pot ser titllada de merament testimonial.

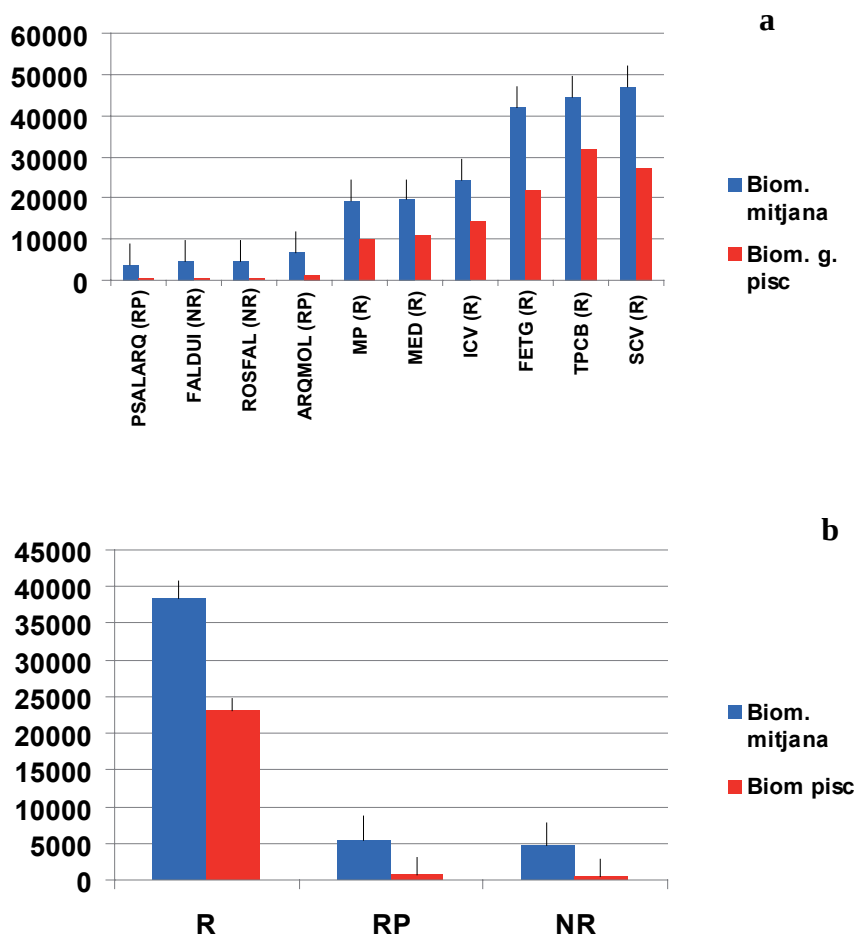


Figura 6 a) Biomassa mitjana total i dels grans piscívors (g x 500 m⁻² ± se) per zona i b) per nivell de protecció.

Efecte de la protecció en algunes espècies mitjanament vulnerables

La varada (*Diplodus vulgaris*)



De totes les espècies que han estat analitzades de vell nou enguany, la varada (*Diplodus vulgaris*) és mol freqüent (present a un 95,3% de les mostres) i, sens dubte, la més abundant de totes ja que més de la meitat (un 53,3%) de tots exemplars observats en aquest estudi han estat varades. És tracta, doncs, d'una espècie ubíqua que, a més a més, és gregària ocasional, la qual cosa implica una gran variància entre comptatges. Per aquesta raó no és l'espècie ideal per a ser tractada estadísticament, ni tan sols una excel·lent indicadora del que s'anomena "efecte reserva"; la gran variància associada a les dades que s'obtenen d'aquest peix pot amagar l'efecte de qualsevol factor ambiental.

Si hom examina les densitats mitjanes d'aquesta espècie en el marc de totes les zones que han estat mostrejades (figura 7) no pot veure's una pauta del tot clara sobre el possible efecte de la protecció. Malgrat que les zones amb densitats més elevades corresponen indefectiblement a l'àrea estrictament protegida de les illes Medes (FETG i TPCB), d'altres, com ara SCV o MP, presenten unes densitats menors que les trobades en algunes zones de la costa no

protegida (FALDUI i ROSFAL) o parcialment protegida (ARQMOL). En qualsevol cas, agrupant les dades segons el seu status de protecció, la densitat mitjana de la varada és netament superior a l'àrea estrictament protegida de les Medes (Figura 7 a i b), si bé la diferència només és significativa entre la reserva total (R) i l'àrea parcialment protegida del Molinet a la Pta. Salines (RP), però no respecte de l'àrea no protegida (NR).

Tampoc en les talles es veuen unes diferències nítides entre els nivells de protecció (Figura 8), com no sigui una talla mitjana lleugerament superior de la població de varades de les Medes, respecte de les constatades en l'àrea parcialment protegida i en la no protegida. Les medianes se situen en els 18cm, tant a la reserva com a la costa no protegida, mentre que a l'àrea parcialment protegida és de 16cm. Tan sols la talla màxima assolida a les Medes (30cm) supera netament les que han estat observades a l'àrea parcialment protegida (26cm) i la no protegida (28cm).

La biomassa mitjana també és més elevada a totes les zones de l'àrea protegida de les Medes respecte de la resta (Figura 9 a), la qual cosa fa que, agrupant les dades, el valor de biomassa obtingut a les Medes sigui pràcticament el doble del obtingut a la costa no protegida i més del doble respecte del de l'àrea parcialment protegida (Figura 9 b). En qualsevol cas, aquesta diferència no és estrictament significativa ja que, com ha estat esmentat, la variància que caracteritza les dades és enorme.

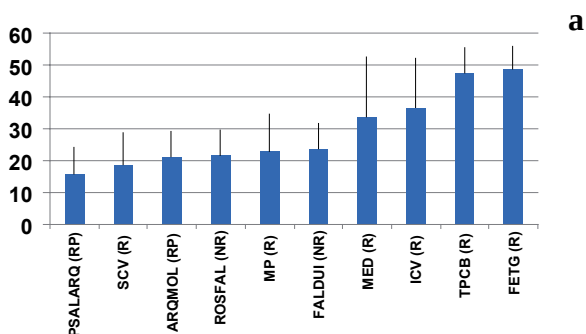
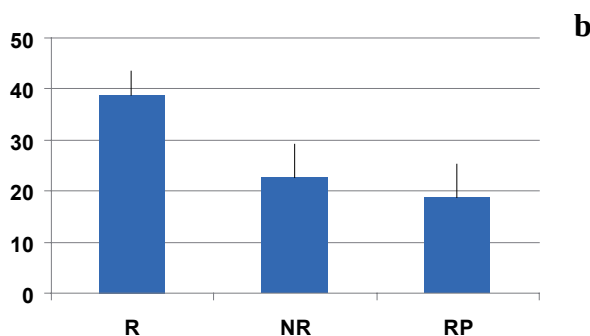


Figura 7. a) Densitat mitjana (Nº ind x 500 m⁻² ± se) de la varada en cadascuna de les zones estudiades i b) en cada nivell de protecció.

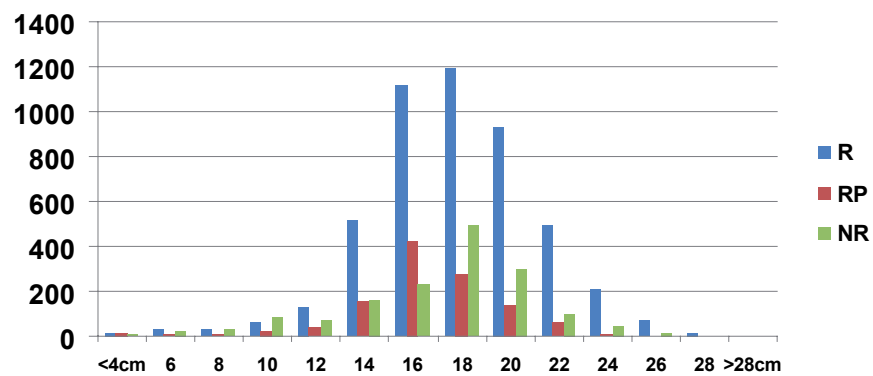


Figura 8. Distribució de talles (Lt de 2 en 2 cm) de les varades en els tres nivells de protecció

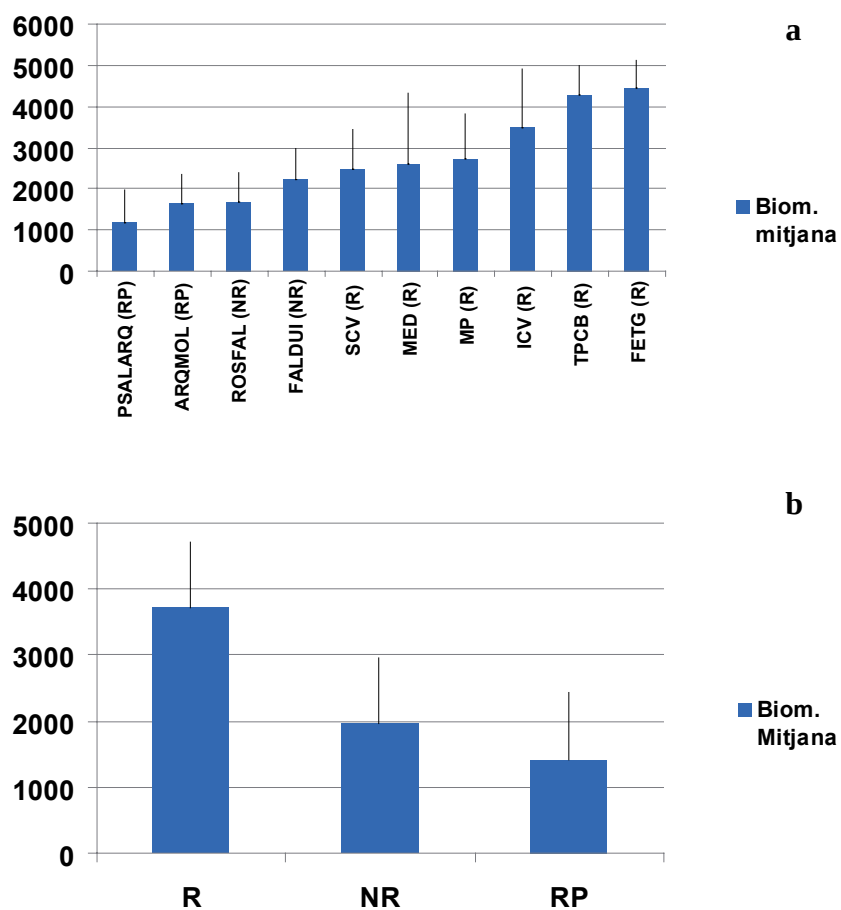


Figura 9 a) Biomassa mitjana total de la varada (g x 500 m² ± se) per zona i **b)** per nivell de protecció.

El sarg (*Diplodus sargus*)



Tot i que les dades obtingudes d'aquesta espècie no presenten les enormes variàncies que caracteritzaven a *D. vulgaris*, els resultats tampoc no són extraordinàriament diàfans pel que fa a l'efecte de la protecció sobre les densitats. Així, en el rang de les zones ordenades segons llur abundàncies mitjanes, hom pot veure que no hi ha un resultat del tot unívoc: algunes zones de l'àrea protegida (MP, SCV, TPCB) són lleugerament superades per una zona de l'àrea parcialment protegida (ARQMOL) i per una altra de la zona no protegida (ROSFAL). Entre totes les zones destaca, però, la densitat mitjana obtinguda la FETG, que és, de llarg la densitat mitjana més elevada de totes (figura) i que triplica el valor més baix (corresponent a PSALARQ) pràcticament doblant la resta (Figura 10). Bàsicament és aquest valor el que fa que la densitat mitjana de les Medes (figura) sigui significativament superior a les de la resta d'àrees ($R > RP = NR$).

Si en les densitats (excepte la de FETG) l'efecte de la

protecció sobre aquesta espècie no es pot considerar excessivament acusat, en les talles la cosa queda molt més clara: la talla mitjana de la població de les Medes (gairebé 22cm) supera de 4cm les talles mitjanes estimades a la reserva parcial i a la no reserva, que se situa al voltant dels 18cm. La talla mediana també és netament superior a les Medes (22cm) que no a la costa veïna, tant la parcialment protegida com la no protegida (18cm). Aquestes diferències es deuen, sobre tot, a la gran quantitat d'exemplars grossos existents a la població de les Medes (a on la talla màxima arriba fins als 40cm), que són absents a la costa veïna a on cap exemplar dels observats ha superat els 30cm. És l'abundància d'aquestes classes de talla grans les que provoquen les diferències tan marcades en la talla mitjana entre la població de les Medes i les de la costa veïna (Figura 11).

La biomassa és un paràmetre de la població que sintetitza molt bé les possibles diferències de talla i abundància entre distintes zones. No és estrany, doncs, que les biomasses mitjanes siguin superiors a totes les zones de les Medes respecte de les estimades a la costa veïna, ja sigui parcialment protegida o no. L'augment de la talla mitjana de la població en l'àrea totalment protegida contraresta en aquest cas les densitats similars o inferiors d'algunes zones de les illes Medes (Figura 12 a). Així, la biomassa mitjana de sargs a les Medes gairebé triplica la de la costa veïna (Figura 12 b). Com sembla del tot evident, la biomassa mitjana de les Medes és significativament superior a les de les àrees parcialment protegida i no protegida de la costa ($R > RP = NR$).

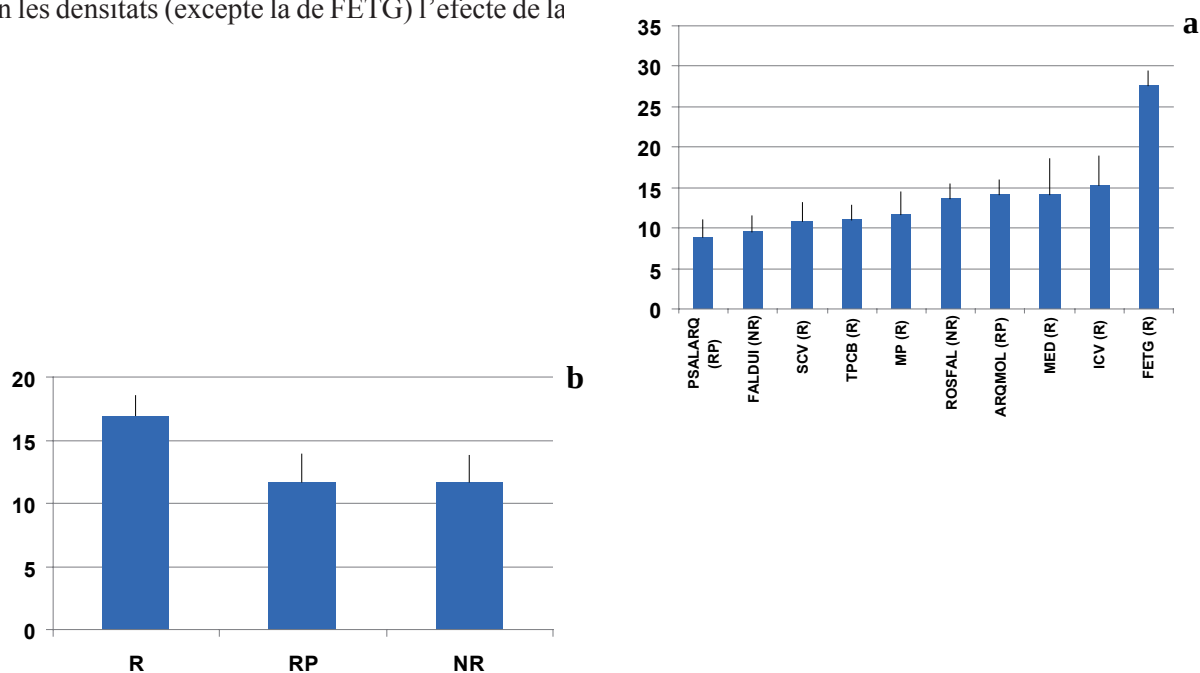


Figura 10. a) Densitat mitjana (Nº ind x 500 m⁻² ± se) dels sargs en les zones estudiades i b) en cada nivell de protecció.

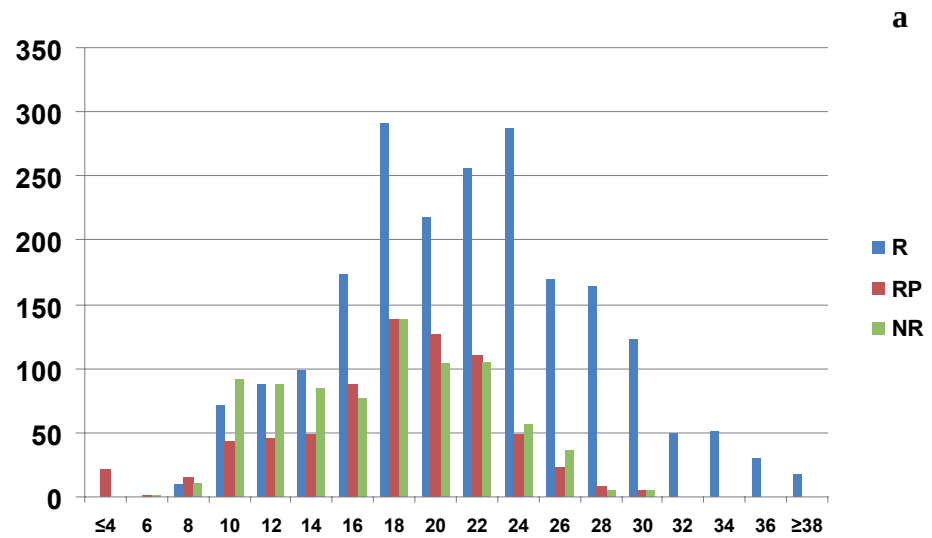


Figura 11. Distribució de talles (Lt de 2 en 2cm) dels sargs en cadascun del nivell de protecció

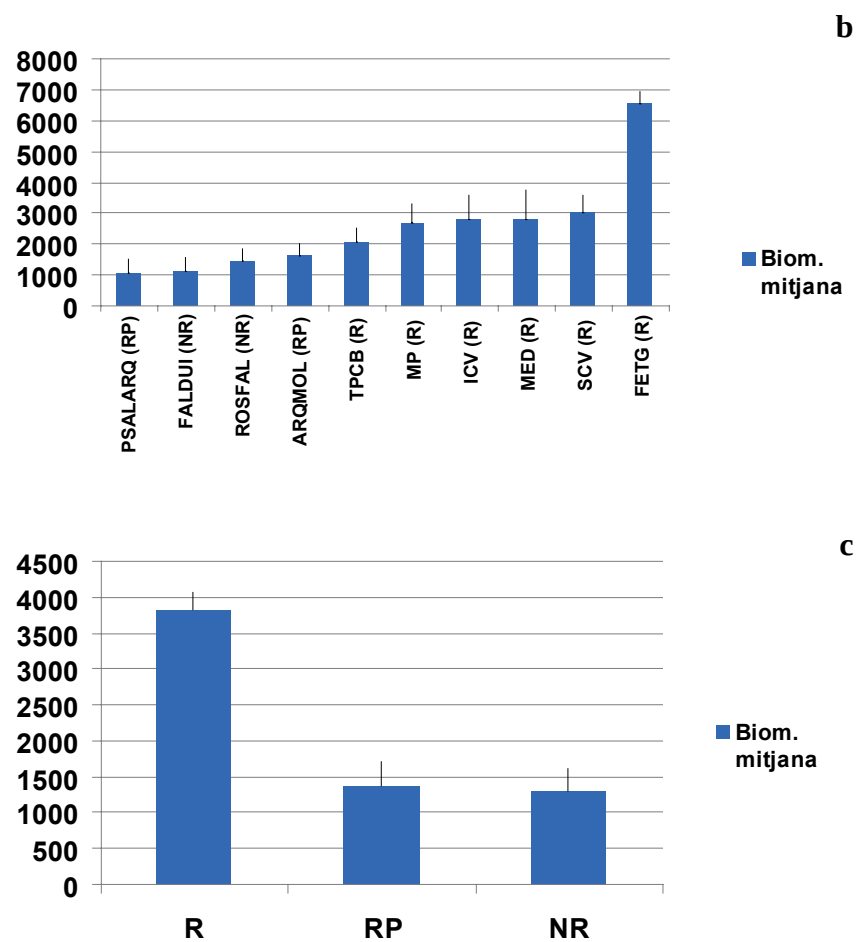


Figura 12. a) Biomasses mitjanes (g x 500 m² ± se) per zona i b) per nivell de protecció dels sargs

El roger (*Mullus surmuletus*)



Segurament molt condicionat pel tipus de fons, el roger (*Mullus surmuletus*) és absent d'algunes zones de l'àrea totalment protegida com ara el Medellot (MED) o del Salpatxot a la Cova de la Vaca (SCV), la qual cosa fa que l'abundància d'aquesta espècie es vegi molt esbiaixada envers les zones costaneres (Figura 13) i, especialment, la corresponent a la de l'àrea parcialment protegida de la Punta Salines als Arquets (PSALARQ) a on s'assoleix la densitat màxima que supera, amb molt, totes les obtingudes a la resta de zones. Això es reflecteix en l'anàlisi de les dades agrupades per nivell de protecció (figura 13b), que dona com a resultat que la densitat mitjana del roger és més elevada a l'àrea parcialment protegida del Molinet a la Pta. Salines que no a la costa no protegida que, tot i així, presenta una densitat mitjana superior a la de l'àrea totalment protegida de les illes Medes (RP>NR>R).

Tot i que les densitats del roger no semblen respondre al que es podria esperar de resultes de la protecció, hom veu que la talla mitjana de la població de Medes

(23,6cm) és notablement superior a la de la resta de àrees (15,2 i 18,3cm a RP i NR, respectivament). També ho és la talla mediana (24cm a R, respecte de 16 cm a RP i 18cm a NR) i la talla màxima estimada de l'espècie (32 cm a R i 26 a RP i NR). Si hom es observa la distribució de talles de l'espècie en els tres àmbits de protecció (Figura 14), es pot veure que la població de rogers de les illes Medes està integrada per pocs individus d'una talla important, mentre que a la reserva parcial, una gran part de la població l'integren individus juvenils, amb un component molt important de joves reclutes d l'any, absolutament absents a les mostres de les illes Medes. La part no protegida de la costa (NR) presenta una distribució de talles similar a la de l'àrea parcialment protegida (RP), però amb un component de juvenils força menys acusat, la qual cosa fa que la talla mitjana del roger sigui superior.

En aquest cas l'increment de la talla mitjana dels rogers a l'àrea totalment protegida de les illes Medes no és prou important com per a superar l'elevada densitat observada a l'àrea parcialment protegida, que manté el valor més important de biomassa mitjana, degut a l'elevada densitat observada a PSALARQ. Tot i això, algunes zones de les Medes (ICV, TPCB; MP) presenten una biomassa mitjana relativament elevada que supera les majors densitats observades en altres zones parcialment o no protegides (ARQMOL i FALDUI). En qualsevol cas, tot i que la biomassa mitjana és superior a l'àrea parcialment protegida (Figura 15), la diferència amb la resta d'àrees no és estrictament significativa tot i trobar-se pràcticament en el límit.

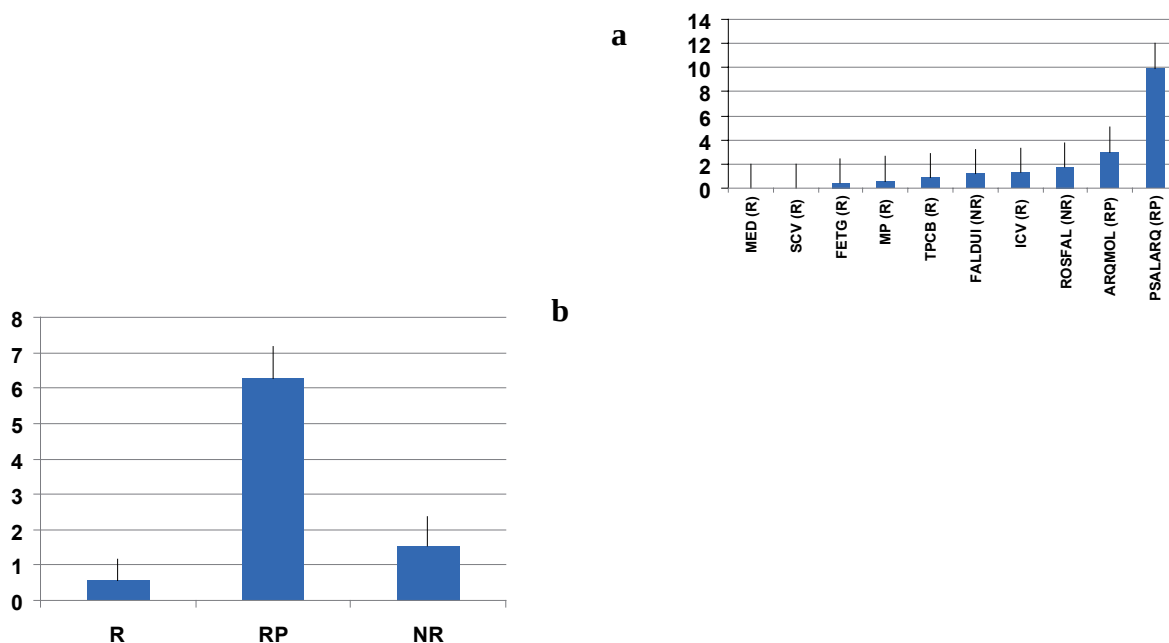


Figura 13. a) Densitat mitjana de rogers de roca en cadascuna de les zones estudiades i b) en cada nivell de protecció

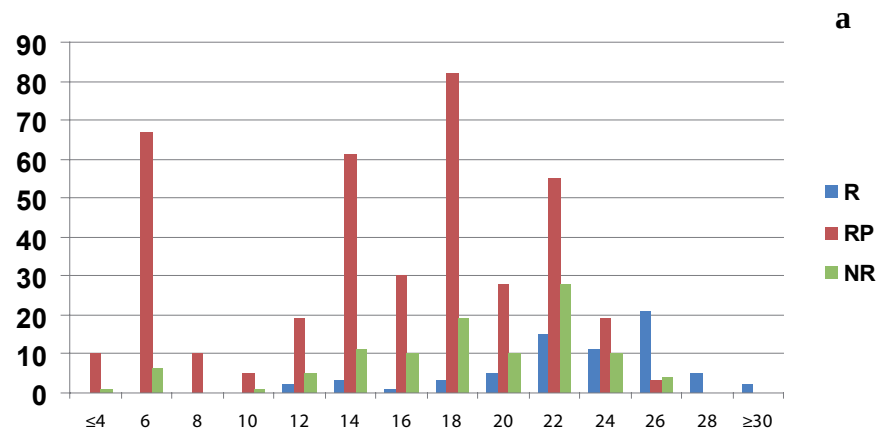


Figura 14. Estructura de talles (Lt de 2 en 2cm) del roger de roca en cada nivell de protecció. Com es pot veure els exemplars grossos dominen a la reserva total ®

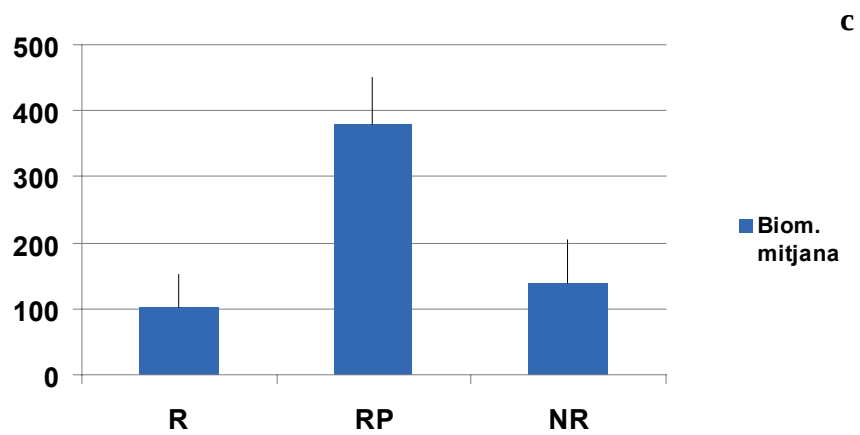
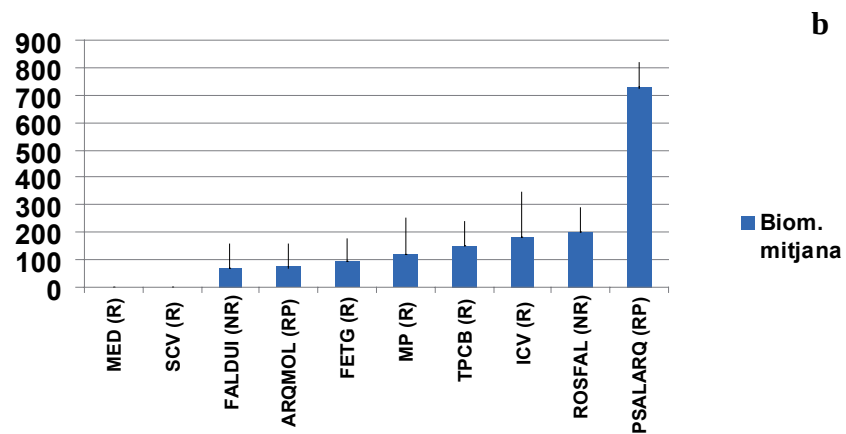


Figura 15. a) Biomasses mitjanes ($\text{g} \times 500 \text{ m}^2 \pm \text{se}$) per zona i b) per nivell de protecció dels rogers

La morruda (*Diplodus puntazzo*)



Aquesta espècie aconsegueix tots els requisits com per a ser una bona indicadora del que s'anomena “efecte reserva”, sense arribar, però, als extrems d'aquelles considerades com a molt vulnerables. Així, la densitat mitjana de la morruda és més elevada en qualsevol de les zones de la reserva de les Medes que no pas a la costa veïna (Figura 16a), especialment en el Medellot (MED) a on aquesta espècie assolix la densitat màxima. Analitzant les dades agrupades segons els tres nivells de protecció, hom comprova que la densitat mitjana de la morruda a la reserva triplica les densitats observades a l'àrea parcialment protegida i a la no protegida (figura 16b) essent la

diferència significativa ($R > RP = NR$).

La distribució de talles de la població protegida també es força diferent de les que s'han estimat tant a la reserva parcial com a la costa no protegida. El l'àrea totalment protegida hi dominen les talles grans, de més de 34cm, que són pràcticament absents a la costa, independentment del seu *status* de protecció (Figura 17). Això fa que la talla mitjana (36,6cm) d'aquesta espècie sigui força superior a la reserva de les illes Medes que no a la costa veïna, ja sigui parcialment protegida (26,6cm) o no (27,2cm).

L'increment en la densitat i en la talla mitjana es tradueix en una diferència important de la biomassa que és màxima en la zona FETG de les Medes, superant fins i tot a la zona MED a on s'assolí la densitat màxima de l'espècie. La diferència deguda a la protecció és prou important, ja que la biomassa mitjana menor estimada a les Medes (ICV) duplica la màxima observada a la costa (ARQMOL), tal i es pot veure a la figura. Amb les dades agrupades d'acord amb el nivell de protecció, la biomassa mitjana de la morruda a l'àrea estrictament protegida és d'un ordre de magnitud superior respecte la de la costa (Figura 18). La diferència és evidentment significativa ($R > RP = NR$).

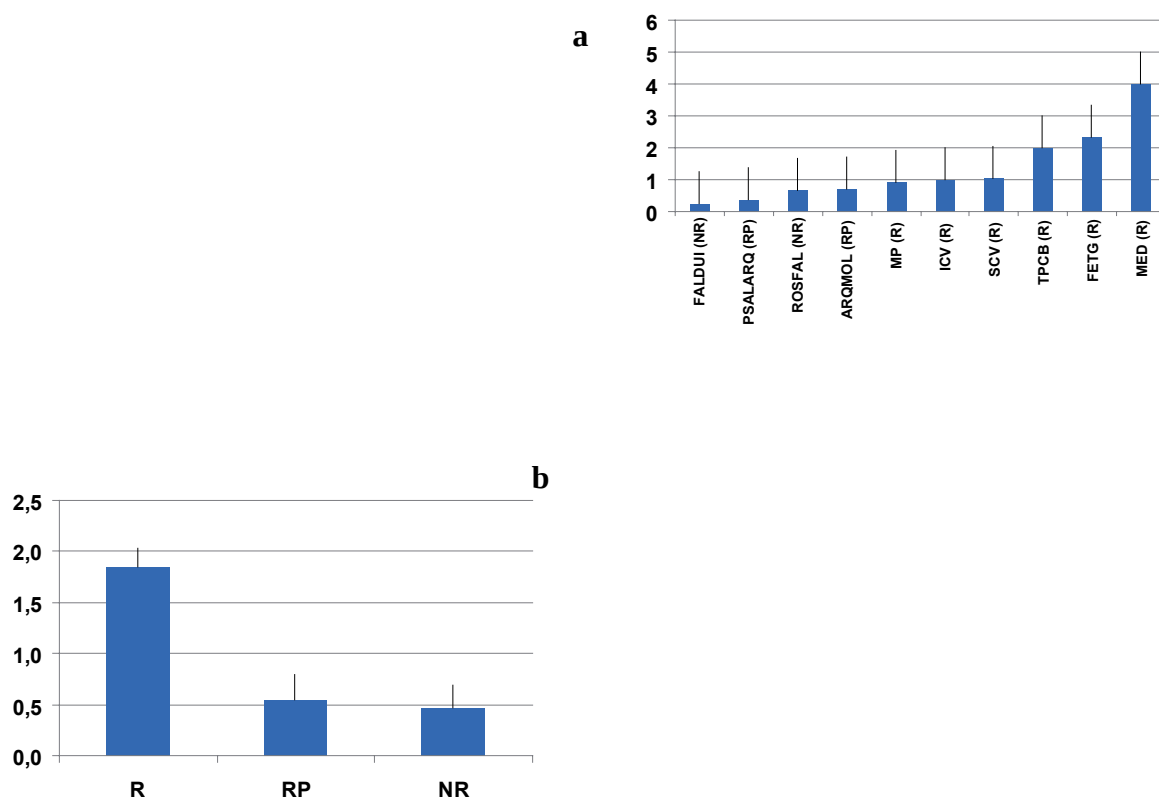


Figura 16. a) Densitats mitjanes de les morrudes per zona i b) en cadascun dels nivells de protecció

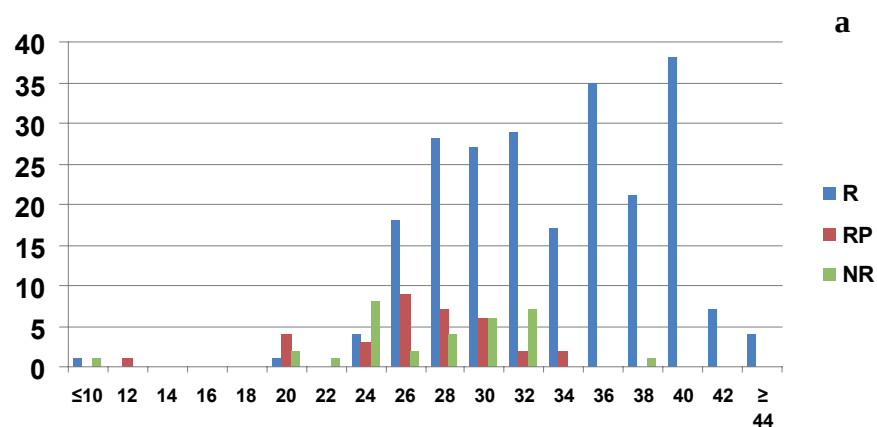


Figura 17. Distribució de talles de les morrudes (Lt de 2 en 2cm) en funció del nivell de protecció. Els grans exemplars són gairebé exclusius de l'àrea de protecció total (R)

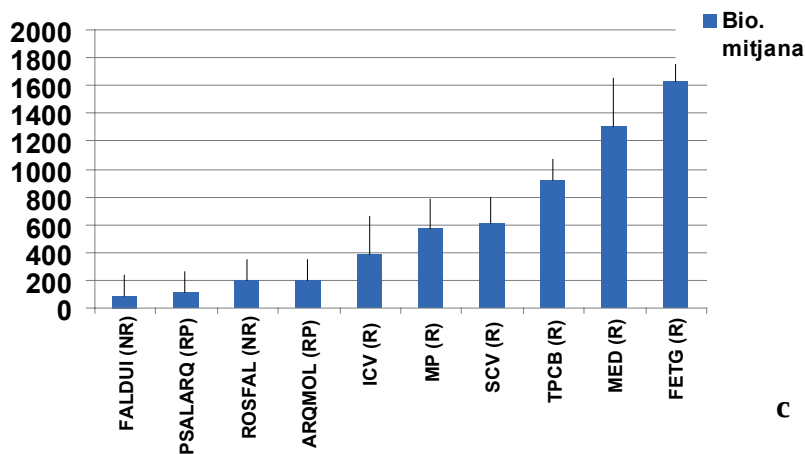
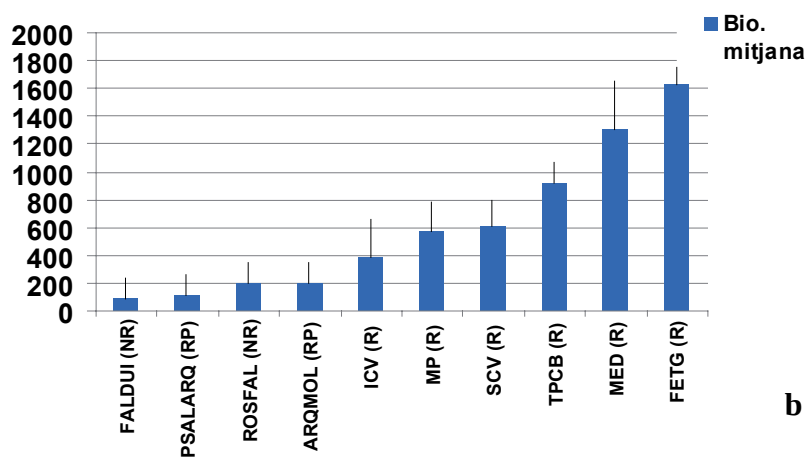


Figura 18. a) Biomasses mitjanes de la morruda en cadascuna de les zones mostrejades i w) en cada nivell de protecció

Efecte de la protecció en les espècies altament vulnerables i llur evolució des de 1991

El mero (*Epinephelus marginatus*).



Situació actual (2008)

La densitat mitjana d'aquesta espècie és molt més elevada a la reserva marina de les Medes que no a la costa veïna independentment del nivell de protecció

que presenti. Tant si es tenen en compte les zones (Figura 19 a), com si s'agafen els valors agrupats en nivells de protecció (Figura 15 b), les diferències són enormes i estadísticament significatives ($R > RP = NR$).

Qualsevol comparació de talles sembla quedar fora de lloc donada l'acusada divergència que hi ha en les densitats entre les Medes i la costa veïna. Tot i així, la distribució de talles acaba de confirmar el gran efecte que la protecció total té sobre aquesta espècie. La talla mitjana és major a les Medes, però el que més crida l'atenció és l'ampli ventall de classes de talla d'aquesta població, que va dels 30 als 110cm, i que contrasta amb la població de la costa, integrada per molt pocs individus que en cap cas superen els 70cm (Figura 20).

És evident que les marcades diferències entre les densitats de meros es tradueixen en abismals si es comparen les biomasses mitjanes, que de dos ordres de magnitud respecte dels valor de la costa veïna, tant si es comparen les zones (Figura 21 a) com si aquestes s'agrupen en nivells de protecció (Figura 21 b). Malgrat que l'efecte de la protecció és altament significatiu ($R > RP = NR$) hi ha marcades diferències de biomassa entre zones dins de la reserva marina de les Medes.

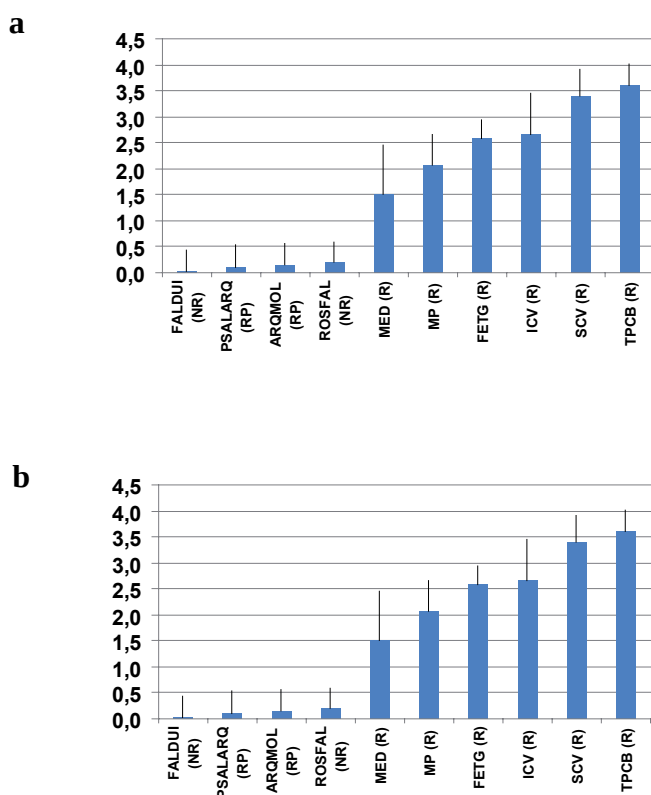


Figura 19. a) Densitats mitjanes dels meros en les zones mostrejades i b) en cada nivell de protecció.

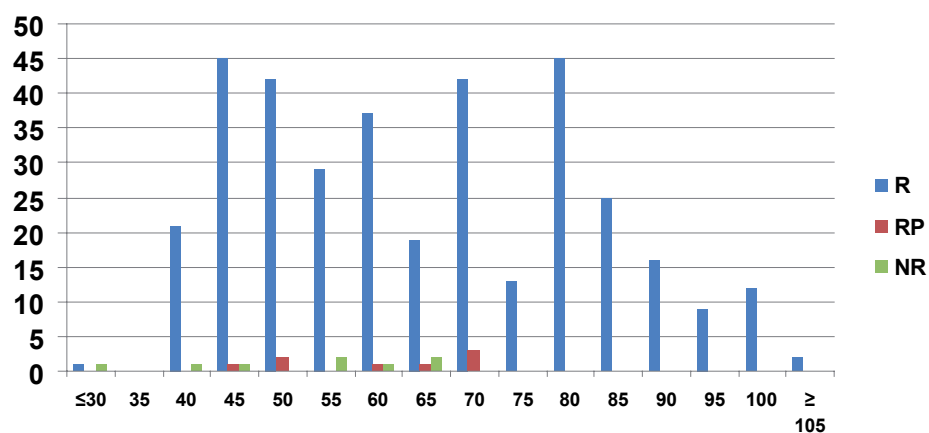


Figura 20. Distribució de talles (Lt de 5 en 5cm) dels meros en cadascun dels nivells de protecció. Com es pot veure els grans exemplars són exclusius de l'àrea estrictament protegida de les illes Medes

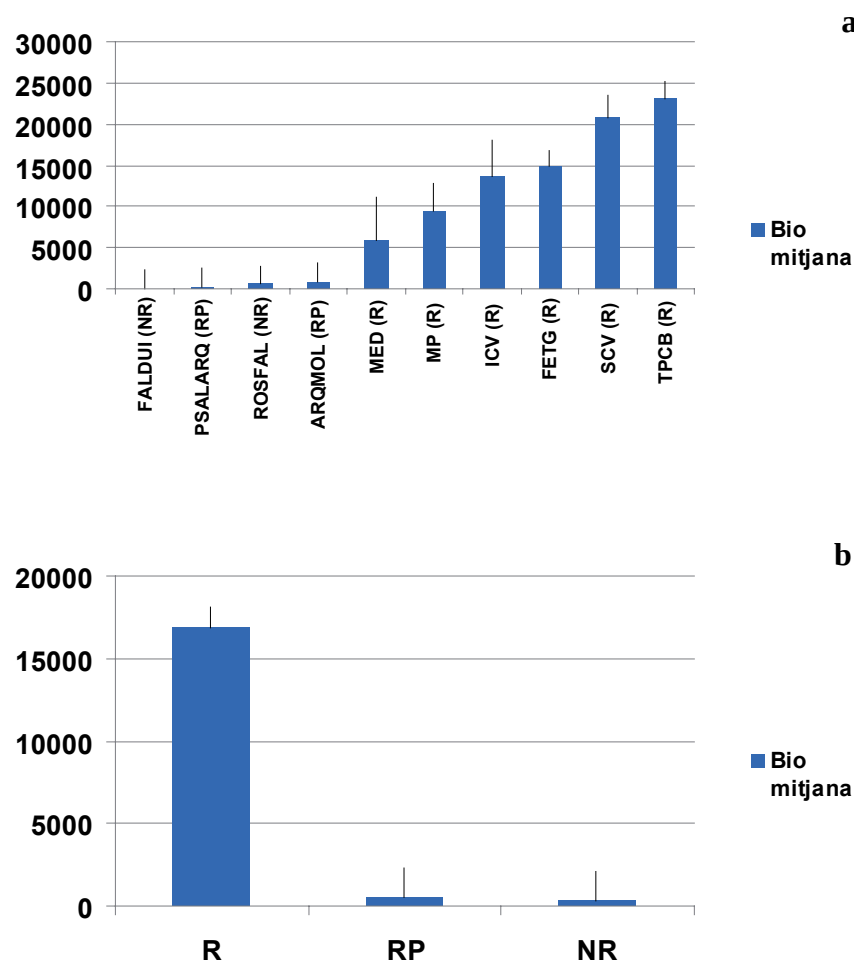


Figura 21 a) Biomasses mitjanes del meros per zona i **b)** per cada nivell de protecció (g x 500 m²)

Evolució des de 1991

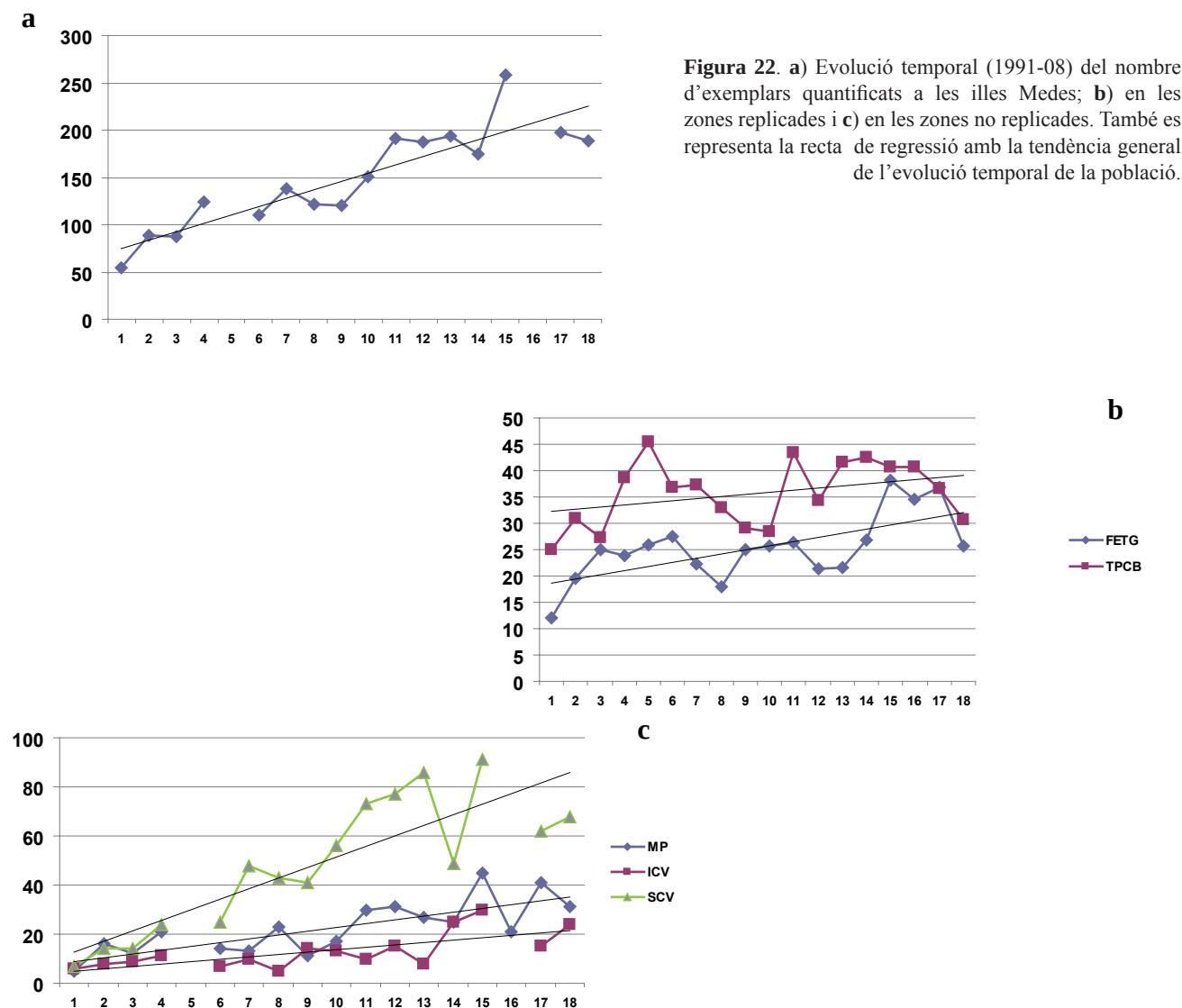
El nombre total de meros de la reserva de les illes Medes es caracteritza per certs d'alts i baixos d'un any a l'altre, tot i que presenta una tendència a anar-se incrementant amb el temps (Figura 22a). Enguany, però, el nombre total d'exemplars (189 individus) es troba lluny del que s'observà l'any 2005 (258 individus), però és similar al que es va observar l'any 2007 (198 exemplars). Si es comparen les diferents zones pot veure's que el nombre de meros ha augmentat més en aquelles zones en les que, d'inici d'aquest seguiment, hi havia menys exemplars (com ara ICV, MP i sobre tot, SCV). Com pot veure's, el pendís de les rectes de tendència en aquestes zones és força menys acusat en aquelles zones a on des del començament ja hi havia un nombre elevat d'exemplars (Figura 22, b, c). Això indica que el mero ha anat colonitzant progressivament les zones que inicialment eren menys poblades. El cas més evident del què hom diu és l'amplia zona SCV a on l'any 1991 només es varen observar 7 exemplars que enguany s'han convertit en 61 (el màxim s'assolí el 2005 amb 91 exemplars).

Tenint en compte les densitats mitjanes de l'espècie

(nº ind. x 500m⁻²), hom comprova que els resultats anteriors haurien de ser un xic relativitzades ja que, de fet, sembla que la densitat mitjana tendeix a fer-se asimptòtica al llarg del temps, a partir d'un marcat increment inicial a on la densitat s'incrementà una vegada i mitja en qüestió de tres anys (les dades de 1995 han de prendre's amb prevenció ja només es varen mostrejar les zones TPCB i FETG on les densitats són tradicionalment molt elevades).

La biomassa mitjana (g. x 500m⁻²) ha seguit una evolució temporal molt similar a la de la densitat, amb un fort increment inicial (els quatre primers anys) que sembla que s'ha anat apaivagant darrerament (Figura 25).

Tant la densitat com la biomassa mitjanes de les Medes contrasten amb la manca d'evolució que, en un sentit o un altre, s'ha produït a la costa veïna a on ambdues variables han romàs amb valors molt baixos que semblen xocants en el cas de la zona parcialment protegida on, en absència de caça submarina hom esperava una evolució molt més positiva d'aquesta espècie. Com hem vist abans, la situació de l'espècie a la costa pot ser considerada com poca cosa més que merament testimonial.



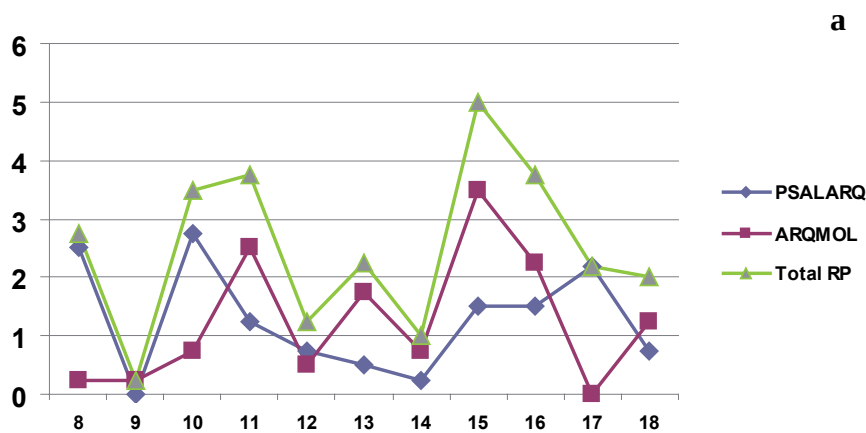


Figura 23. Evolució temporal del nombre total de mers quantificats en ambdós sectors de **a)** l'àrea parcialment protegida (RP) des de l'any 1998, i **b)** l'àrea no protegida de la costa del Montgrí (NR) des de l'any 1999.

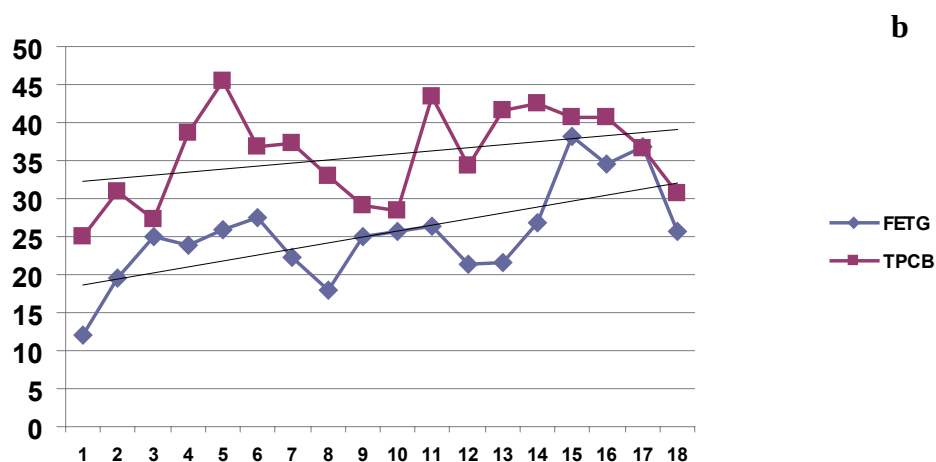


Figura 24. La tendència temporal de la densitat mitjana de mers a les illes Medes (R) sembla fer-se assintòtica després dels primers anys d'un fort creixement (el pic de 1995 es deu a que només es varen mostrejar les zones amb la densitat màxima). En qualsevol cas, els valors mitjans obtinguts a les Medes contrasten amb els que provenen de la costa del Montgrí.

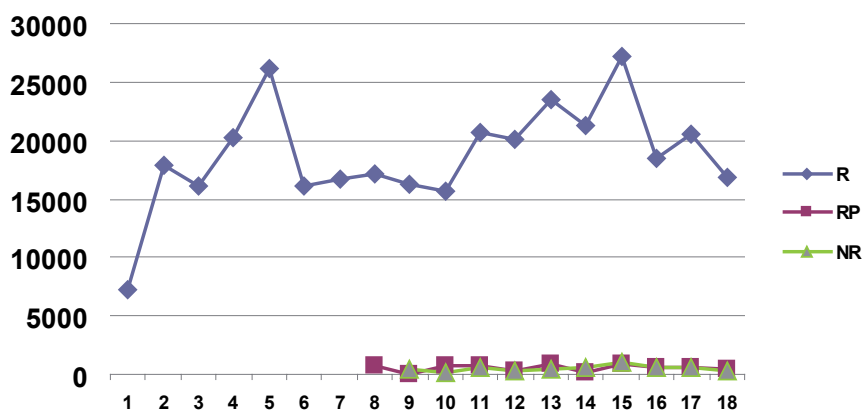
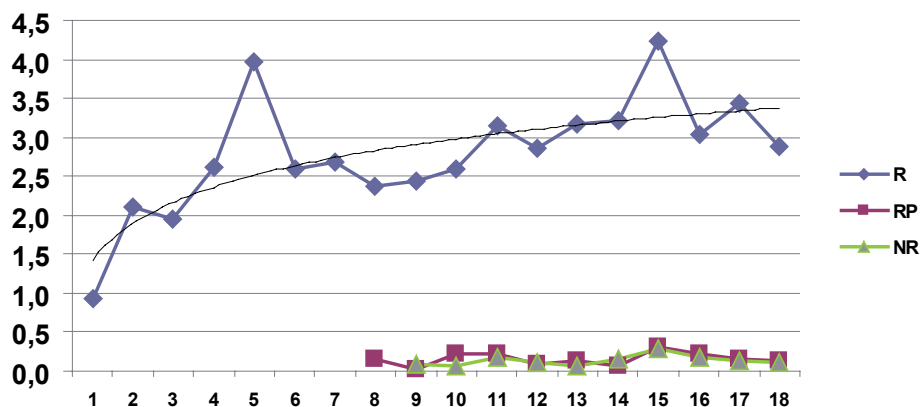


Figura 25. L'evolució de les biomasses mitjanes de mers és similar a la de les densitats, però s'accentuen encara més les diferències amb les àrees de la costa del Montgrí.

El déntol (*Dentex dentex*).



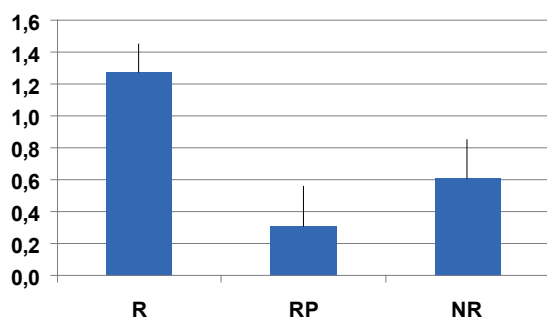
Situació actual (2008)

Les diferències en la densitat mitjana del déntol entre zones són molt notables; en general, hom pot dir que la densitat és més elevada a les zones incloses a la reserva de les illes Medes, amb una notable excepció a la Meda Petita (MP), a on enguany no ha estat observat cap exemplar d'aquesta espècie (Figura 26 a). Cal destacar també la densitat mitjana observada a la zona no protegida FALDUI, que és superior a la que ha estat constatada a la zona totalment protegida de l'ICV. En qualsevol cas, però, agrupant les dades

per nivell de protecció queda clar que la densitat mitjana és major a la reserva de les illes Medes (figura 26b) si bé la diferència només és significativa respecte de l'àrea parcialment protegida, que és on aquesta espècie presenta una densitat menor ($R > RP$; $R = NR$).

Les talles si que presenten notables diferències entre les diferents àrees (figura 27). Tant la talla mitjana (51cm) com la mediana (50 cm) i la màxima (90 cm) han estat observades a l'interior de la reserva de les illes Medes i queden molt lluny de les estimades a l'àrea parcialment protegida (amb una mitjana de 32,3 cm; una mediana de 26 cm i una màxima de 60 cm) i a la no protegida (amb una mitjana de 25,2 cm; una mediana de 26 cm i una màxima de 40 cm).

L'augment de densitats i talles dins de la reserva marina de les illes Medes es tradueixen en un notable increment de la biomassa mitjana respecte de les àrees no protegida (que és més de 19 vegades inferior) i parcialment protegida (13 vegades inferior a la de Medes). És prou evident que la diferència entre àrees és significativa i que la biomassa mitjana del déntols a les Medes és major que a la costa ($R > NR = RP$) ja sigui parcialment protegida o no (Figura 28 b).



b

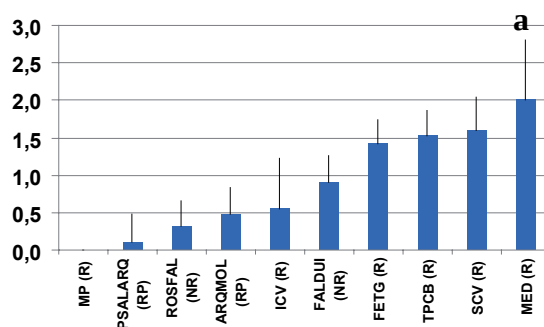


Figura 26. a) Densitats mitjanes del déntols als diferents sectors mostrejats i b) als tres nivells de protecció.

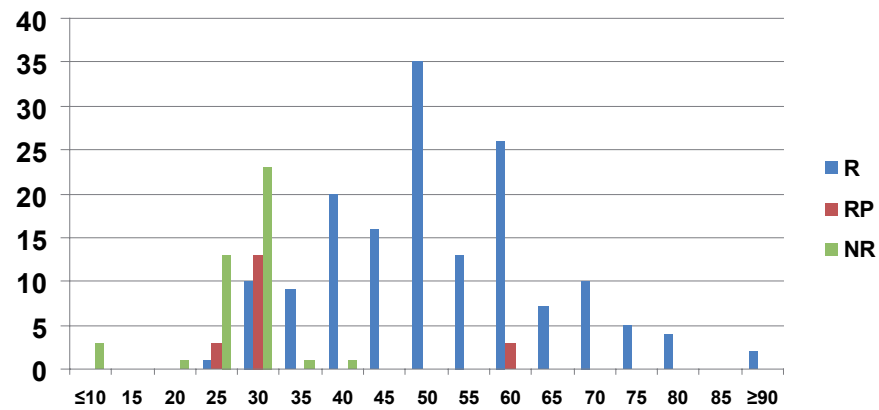


Figura 27. Histograma de talles (Lt de 5 en 5cm) dels déntols observats en els tres nivells de protecció; els grans exemplars de més de 60cm només han estat observats a la reserva de les illes Medes

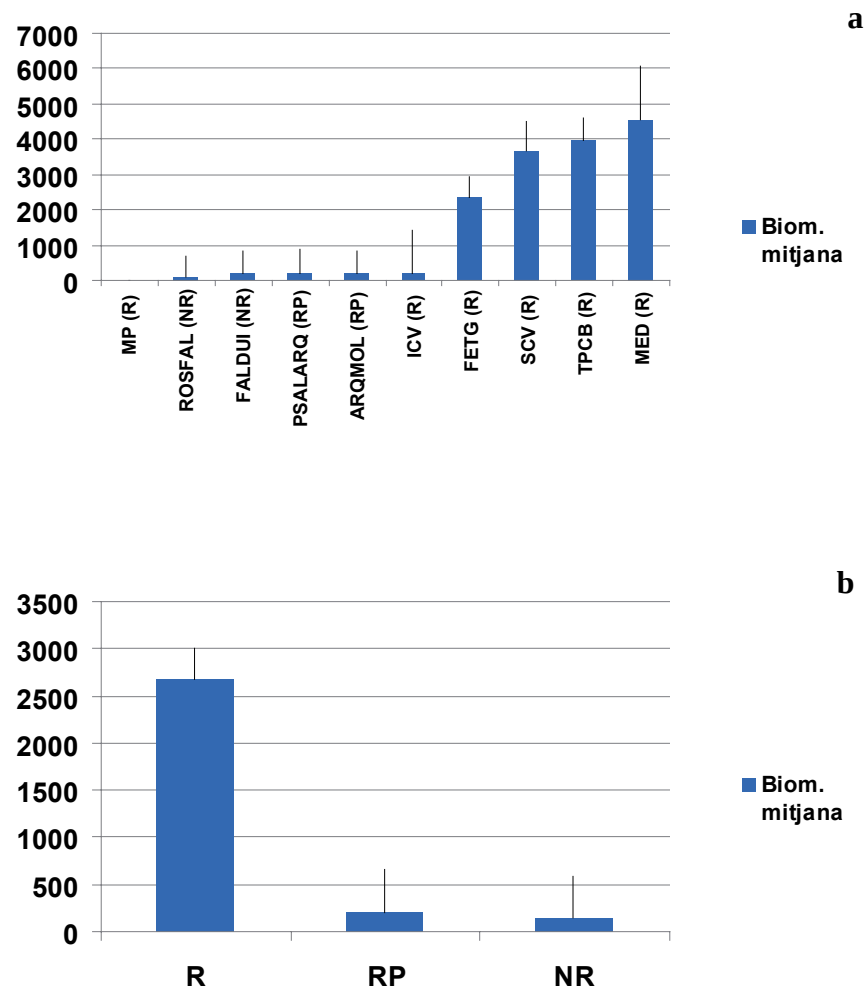


Figura 28. a) Biomassa mitjana dels déntols en cada sector i b) en cada nivell de protecció.

Evolució des de 1992

L'augment del nombre total d'exemplars de déntols des del segon any de seguiment a les Medes ha estat notable, passant-se dels 14 individus del 1992 als 78 d'enguany, que és el nombre màxim d'ençà que es va endegar el seguiment d'aquesta espècie. La tendència és, doncs, clarament positiva i, com en cas del mero, ha assolit un increment més marcat allí a on d'inici era més escadusser (SCV), si bé la pauta no és tan marcada en d'altres zones (ICV, MP) a on els déntols, amb d'alts i baixos notables segueixen sent més aviat rars. En qualsevol cas, l'evolució del nombre total d'exemplars observat a les Medes contrasta força amb la que s'ha produït a l'àrea parcialment protegida i no protegida (Figura 29) a on els màxims es varen assolir d'inici del seguiment (1998 i 1999, respectivament).

La densitat mitjana també ha tendit a augmentar des de 1992 si bé d'una manera menys acusada que en el cas del nombre total d'individus. El contrast

amb l'àrea no protegida i la parcialment protegida és notable tal i com ho demostren els resultats de l'anàlisi de la variància que certifica que no es produeix cap interacció entre el temps i la protecció des de 1999 (any en que s'inicià el seguiment a les tres zones), tal i com pot veure's a la figura. Això vol dir que les diferències degudes a la protecció total es mantenen en el temps respecte de l'àrea no protegida i la parcialment protegida.

Amb la biomassa mitjana passa quelcom de similar si bé en aquest cas les diferències entre l'àrea totalment protegida de les Medes i les de la costa són encara més acusades que en el cas de les densitats. Repetint l'anàlisi de la variància hom comprova que el factor protecció és significatiu, però no així el temps ni la interacció entre el temps i la protecció. Evidentment la diferència s'estableix entre la reserva total i la resta d'àrees que presenten valors que no difereixen significativament entre ells. És aquesta pauta, que sembla que es manté en el temps, el que fa que no existeixi la interacció entre el temps i la protecció.

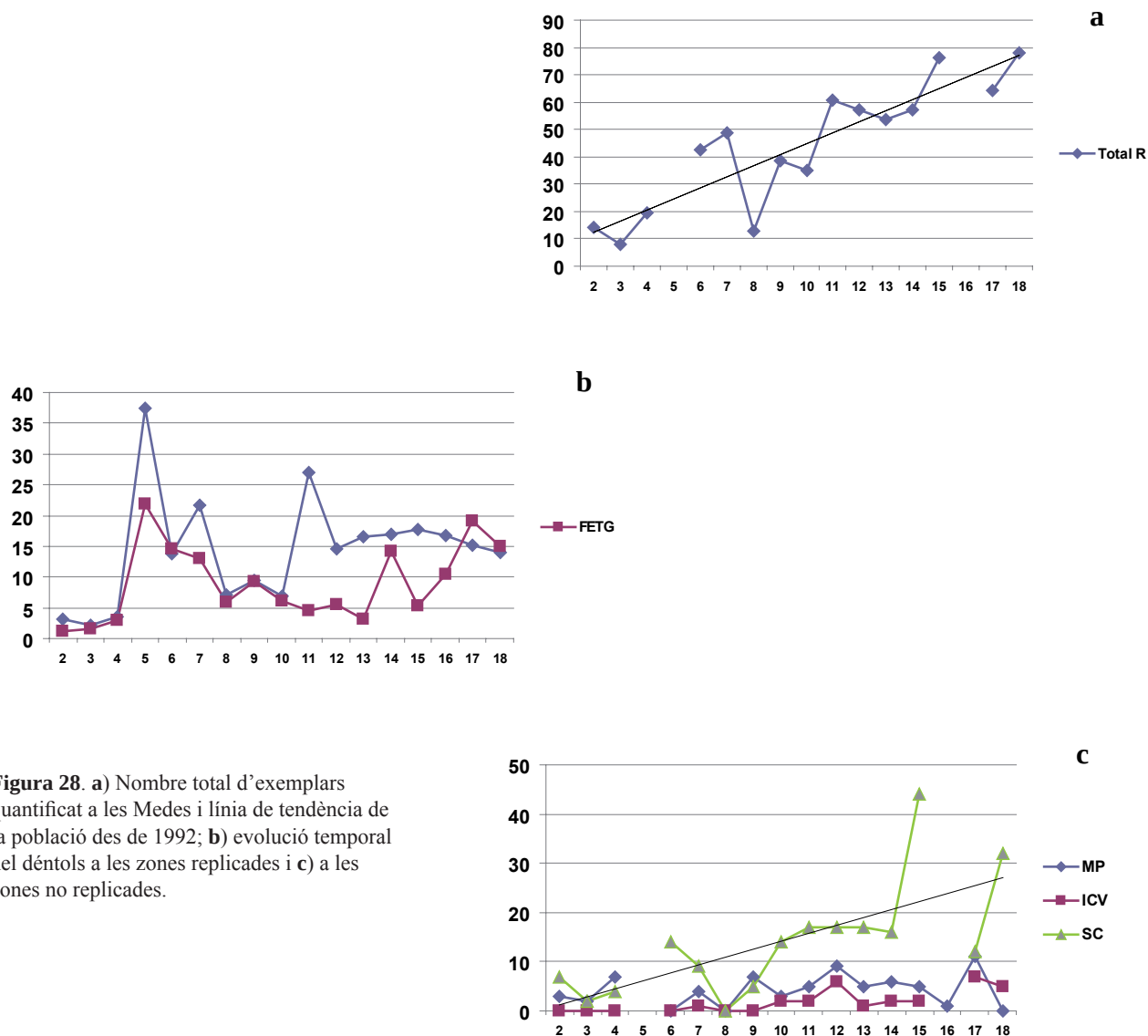


Figura 28. a) Nombre total d'exemplars quantificat a les Medes i línia de tendència de la població des de 1992; b) evolució temporal del déntol a les zones replicades i c) a les zones no replicades.

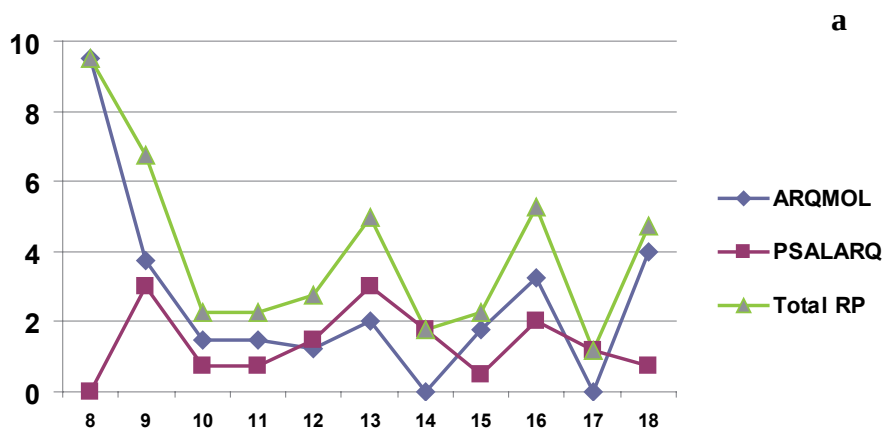


Figura 30. a) Evolució del nombre total de déntols observat als dos sectors de la reserva parcial i **b)** als dos sectors de l'àrea no protegida del Montgrí.

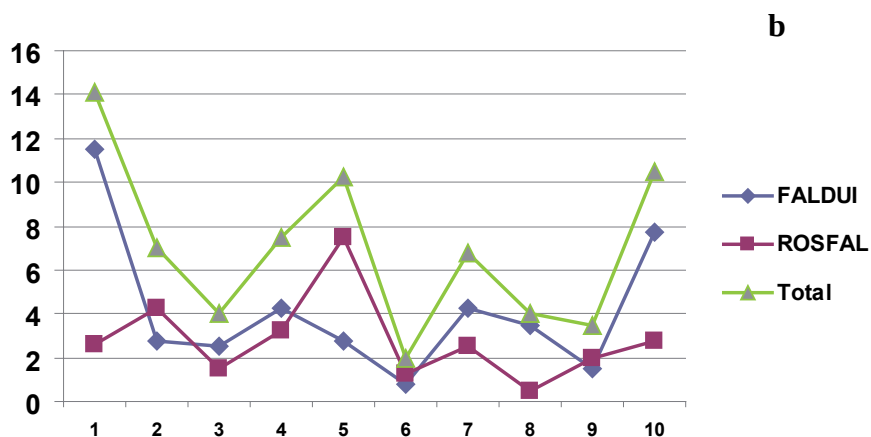


Figura 31. Si hom no té en compte el valor de l'any 1995 (un pic degut al comptage parcial en zones de màxima densitat) la densitat dels déntols tendeix a augmentar moderadament en el temps. Aquesta tendència contrasta amb l'evolució que presenta aquesta variable a la costa del Montgrí a on les densitats romanen força més baixes d'un any a l'altre.

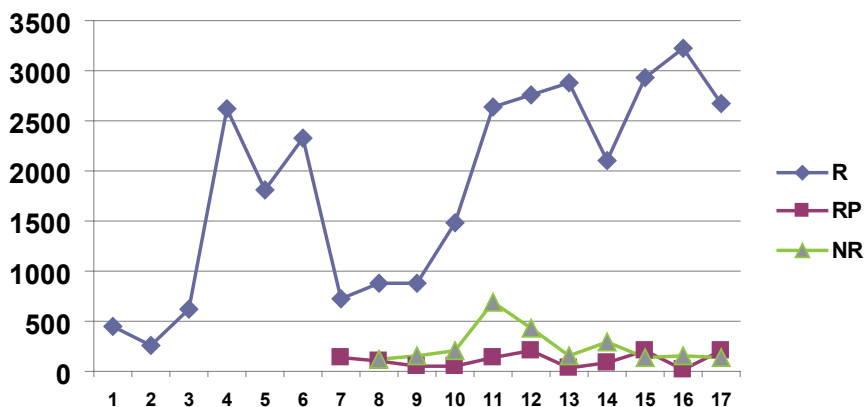
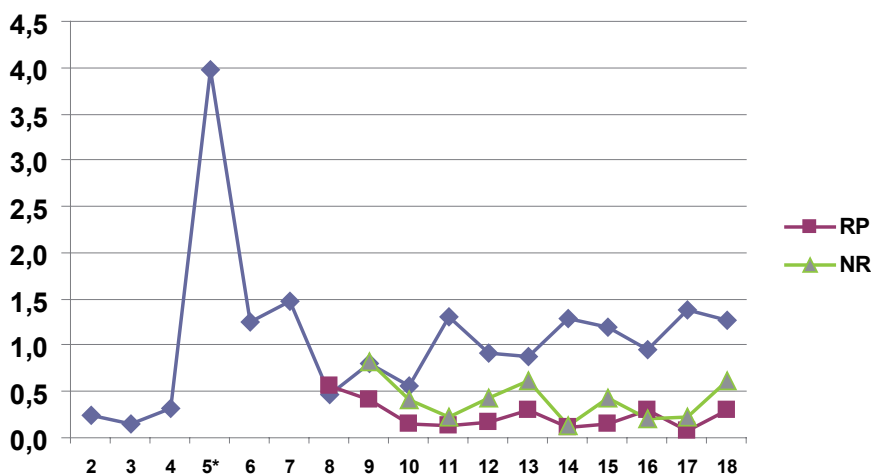


Figura 32. La biomassa mitjana dels déntols a les Medes és molt superior a la de la costa del Montgrí i tendeix a augmentar degut tant a les densitats com a les talles dels exemplars de la població protegida.

El sarg imperial (*Diplodus cervinus*).



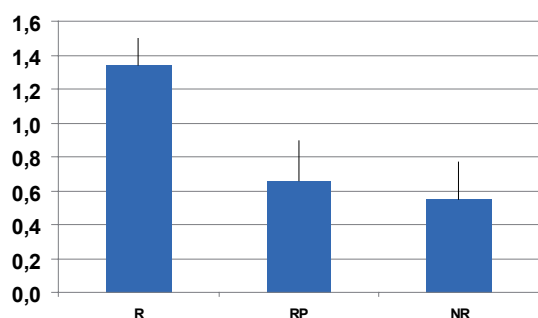
Situació actual (2008)

La distribució del sarg soldat o imperial a les zones estudiades no es veu del tot esbiaixada envers l'àrea totalment protegida (figura 33), com és el cas d'altres espècies altament vulnerables. De fet, hi ha zones en les àrees no protegida (FALDUI) o protegida parcialment (ARQMOL) que presenten densitats mitjanes més elevades que les que es troben en algunes de les zones de la reserva marina de les Medes (ICV, MP), tot i que els valors més elevats es troben en l'àmbit de protecció total (TPCB, FETG, SCV). Això fa que analitzant les dades en funció del nivell de protecció de cada àrea es produeixin diferències significatives, essent la densitat mitjana de la reserva de les illes Medes superior a la de l'àrea no protegida

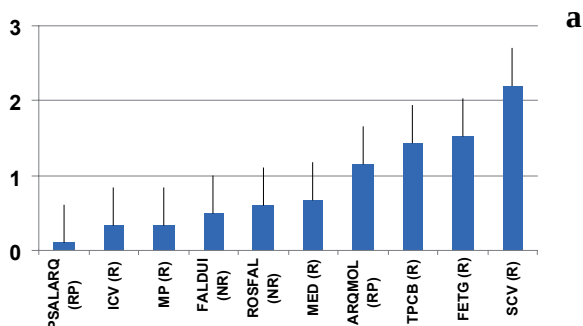
i que la diferència amb l'àrea parcialment protegida es trobi en el límit de la significació estadística; no hi ha diferències significatives entre l'àrea parcialment protegida i la no protegida pel que fa a les densitats mitjanes ($R > RP = NR$).

La talla mitjana dels sargs imperial és notablement major a la reserva de les illes Medes (39,6cm) que no a la que ha estat constatada a l'àrea parcialment protegida (33 cm) i a l'àrea no protegida (28,6cm). Les diferències entre les tres àrees rau en que els exemplars més grossos (>40 cm) dominen la distribució de talles de la població de Medes, mentre que són molt escadussers a les àrees costaneres (Figura 34 a). Llevat de l'existència d'algun juvenil a l'àrea no protegida i d'algun exemplar gros a la parcialment protegida la distribució de talles en ambdós indrets és relativament similar.

Les talles majors i la densitat més elevada, fan que la biomassa mitjana de l'espècie sigui notablement superior a la reserva marina de les Medes que en ambdues àrees costaneres, tot i que aquesta no sigui la norma per a totes les zones (Figura 35 b) ja que n'hi ha una en l'àrea parcialment protegida (ARQMOL) que supera, més per densitat que per talla, la biomassa mitjana d'algunes zones de Medes. Tot i així, agrupant les dades de cadascun dels nivells de protecció (figura 35), la biomassa mitjana de sargs imperials és significativament major a les Medes que no a les àrees de la costa, independentment de llur status de protecció ($R > RP = NR$).



b



a

Figura 33. a) Densitats mitjanes del sarg imperial o soldat en els diferents sectors mostrejats i b) en els tres nivells de protecció.

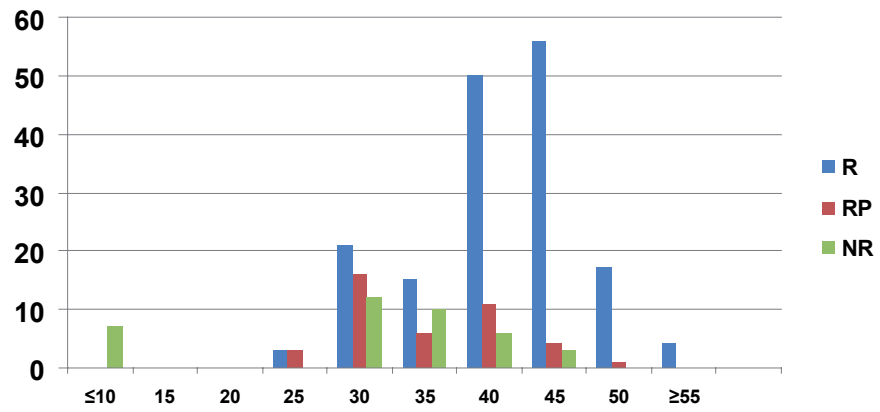


Figura 34. Distribució de talles (Lt de 5 en 5cm) dels sargs imperials en els tres nivells de protecció

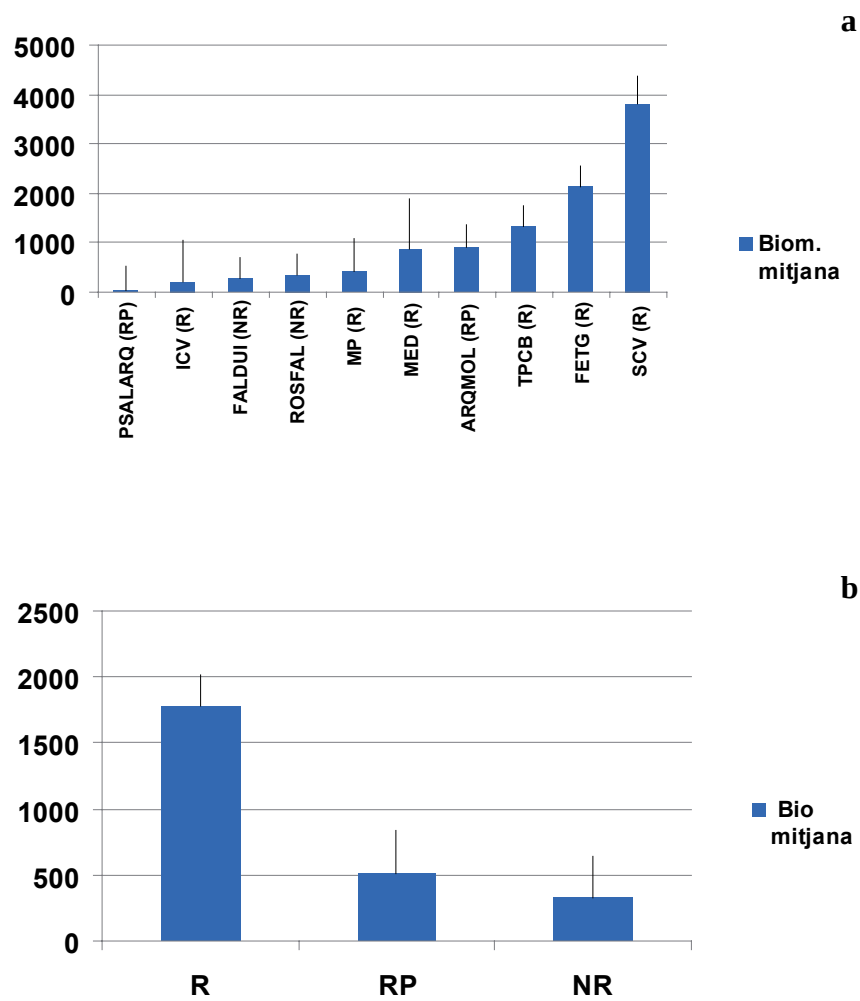


Figura 35. a) Biomasses mitjanes dels sargs imperials en les zones mostrejades i, b) en els tres nivells de protecció

Evolució des de 1992

El nombre d'exemplars que ha estat observat a les illes Medes des de 1992 presenta variacions força acusades d'un any a l'altre: el màxim es va assolir l'any 2005, amb 144 exemplars mentre que enguany només se n'han quantificat 84, una xifra més aviat discreta en el marc del seguiment, però més elevat que el que es va obtenir l'any 2007 (60 ind.). En qualsevol cas, el nombre d'exemplars s'incrementà notablement des de l'any 1998 fins l'any 2005. Aquesta seqüència domina la sèrie temporal que, malgrat els darrers resultats, segueix una tendència a l'alça (Figura 36 a) molt similar a la que experimenta la gran zona SCV, que sembla ser la que marca la pauta pel que fa la dinàmica del nombre d'exemplars (Figura 36 b). A la costa veïna, hom no pot veure cap tendència temporal clara, tret de que a l'àrea de protecció parcial s'ha assolit el nombre d'individus més elevat del seguiment, degut al relativament gran nombre d'exemplars quantificat a la zona ARQMOL. En l'àrea sense protecció, sembla que el nombre d'exemplars torna a valors més normals després de la forta davallada experimentada l'any passat en ambdues zones (Figura 36 a).

Les densitats mitjanes de la reserva de les illes Medes sembla que s'han estabilitzat al voltant dels 1,5 ind. 500 m⁻², amb un lleugera tendència a l'alça. A la costa, els valors obtinguts al llarg del seguiment són molt més baixos, situant-se al voltant de 0,5 ind. 500 m⁻², amb unes densitats tradicionalment un xic més elevades a la reserva parcial que no a la costa no protegida. La notable diferència entre les àrees costaneres i les illes Medes fa que el factor protecció sigui significatiu en l'anàlisi de la variància i la diferent evolució temporal en la reserva total i les àrees costaneres, fa que es produeixi una interacció gairebé significativa entre el temps i la protecció. L'evolució de la biomassa mitjana dels sargs soldats a la reserva de les illes Medes és similar a la que ha estat observada en les densitats, però les talles majors fan que les diferències amb les àrees parcialment protegida i no protegida s'accentuin encara més (Figura 36 c). L'efecte del temps es troba en el llindar de la significació estadística degut a l'elevada variància interanual i no hi ha interacció entre el temps i la protecció, la qual cosa implica que les diferències entre la reserva i les dues àrees costaneres es mantenen inalterables al llarg del temps.

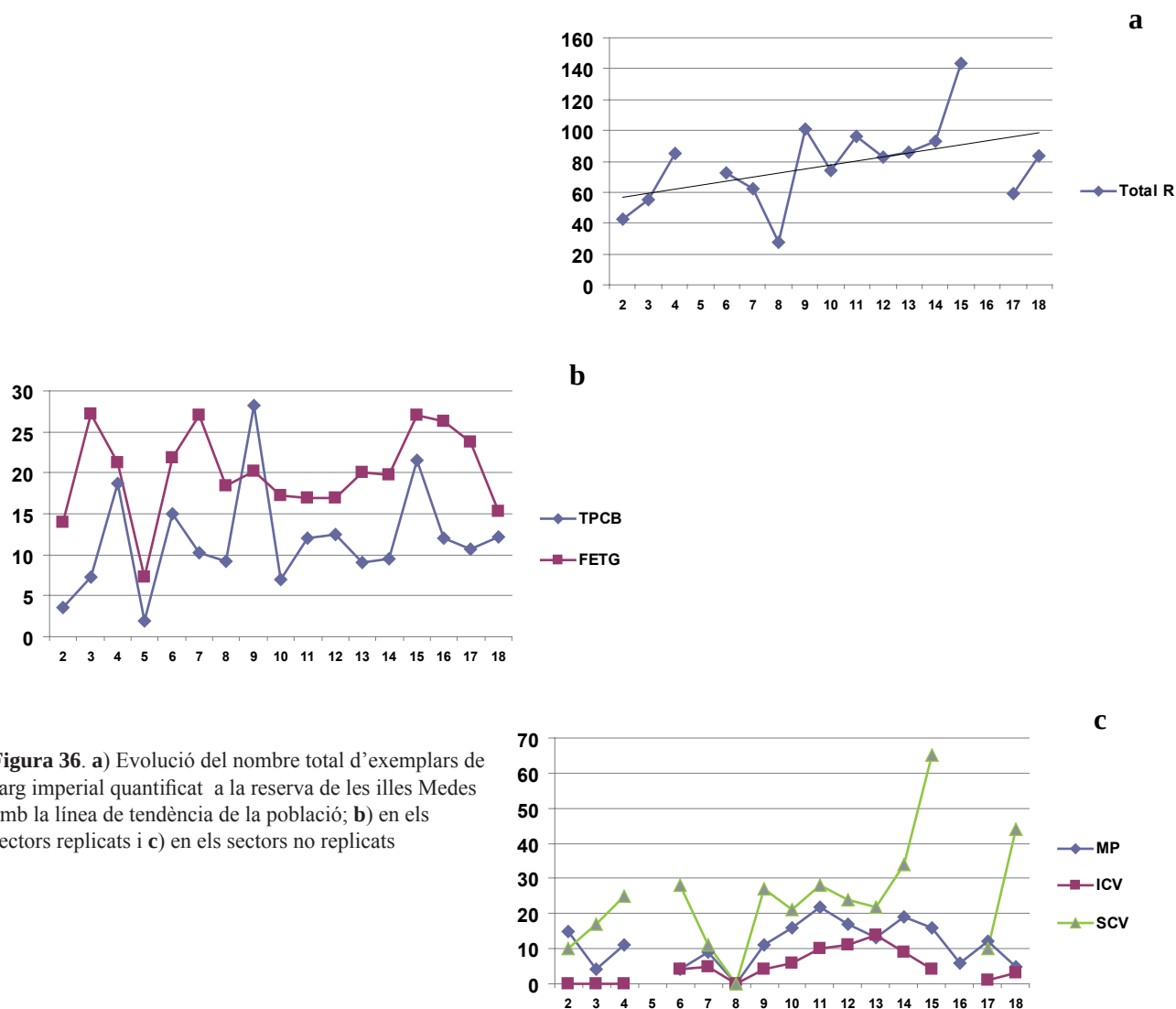


Figura 36. a) Evolució del nombre total d'exemplars de sarg imperial quantificat a la reserva de les illes Medes amb la línia de tendència de la població; b) en els sectors replicats i c) en els sectors no replicats

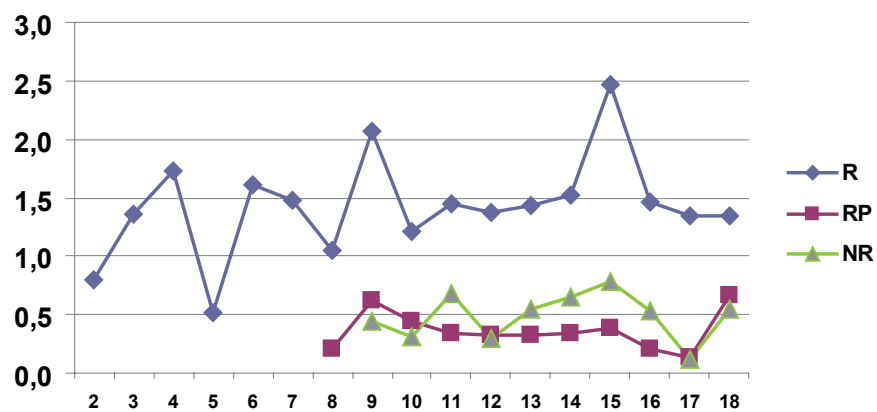


Figura 37. Evolució temporal de la densitat mitjana dels sargs imperials en els tres nivells de protecció.

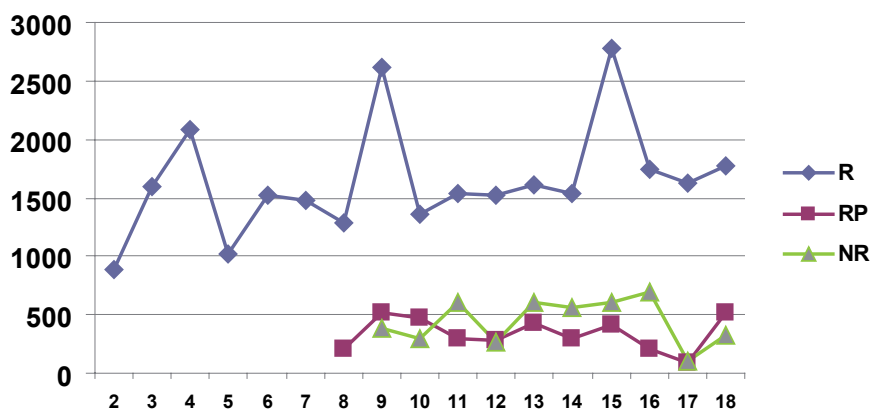


Figura 38. Evolució temporal de la biomassa mitjana dels sargs imperials o soldats en els tres nivells de protecció.

El llobarro (*Dicentrarchus labrax*).



Situació actual (2008)

El llobarro pot ser considerat un peix relativament escadusser no tan sols a l'àrea parcialment protegida o a la no protegida, sinó fins i tot a la reserva de les Medes a on és absent d'algunes zones (ICV, MP). La població de meros de les Medes es concentra pràcticament tota en les zones TPCB, FETG i SCV a o assoleix unes densitats relativament importants (figura 39). En ser de caràcter laxament gregari, aquest peix es belluga d'una zona a un altra en funció de les corrents i l'onatge, buscant bons llocs on caçar. Aquest costum fa que les dades resultants dels inventaris visuals continguin una variància molt

acusada que dificulta qualsevol tractament estadístic. Tot i així, el resultat de l'anàlisi de la variància en funció de la protecció és aclaparador, tal i com era d'esperar tenint en compte les enormes diferències entre les Medes i la costa (figura) independentment del status de protecció ($R > RP = NR$).

Degut al baix nombre d'exemplars observats fora de Medes, la comparació de talles entre àrees sembla fora de lloc. En qualsevol cas, paga la pena fixar-se en la distribució de talles a l'àrea totalment protegida de les Medes per a constatar que una gran part de la població de llobarros està constituïda per exemplars relativament joves (d'entre 35 i 40cm) i que a partir d'aquí el nombre d'exemplars de cada classe de talla successiva disminueix força. Aquesta distribució de talles contrasta força amb la que hom ha observat en altres espècies vulnerables en les que les distribucions es veuen esbiaixades envers les classes de talla majors.

Com cal esperar-se, vistes les densitats i les talles, la biomassa mitjana de llobarros major s'assoleix a les Medes, essent la diferència amb les àrees de la costa d'un o dos ordres de magnitud, depenent de les zones (Figura 39 b). És evident que les diferències entre nivells de protecció són altament significatives ($R > RP = NR$).

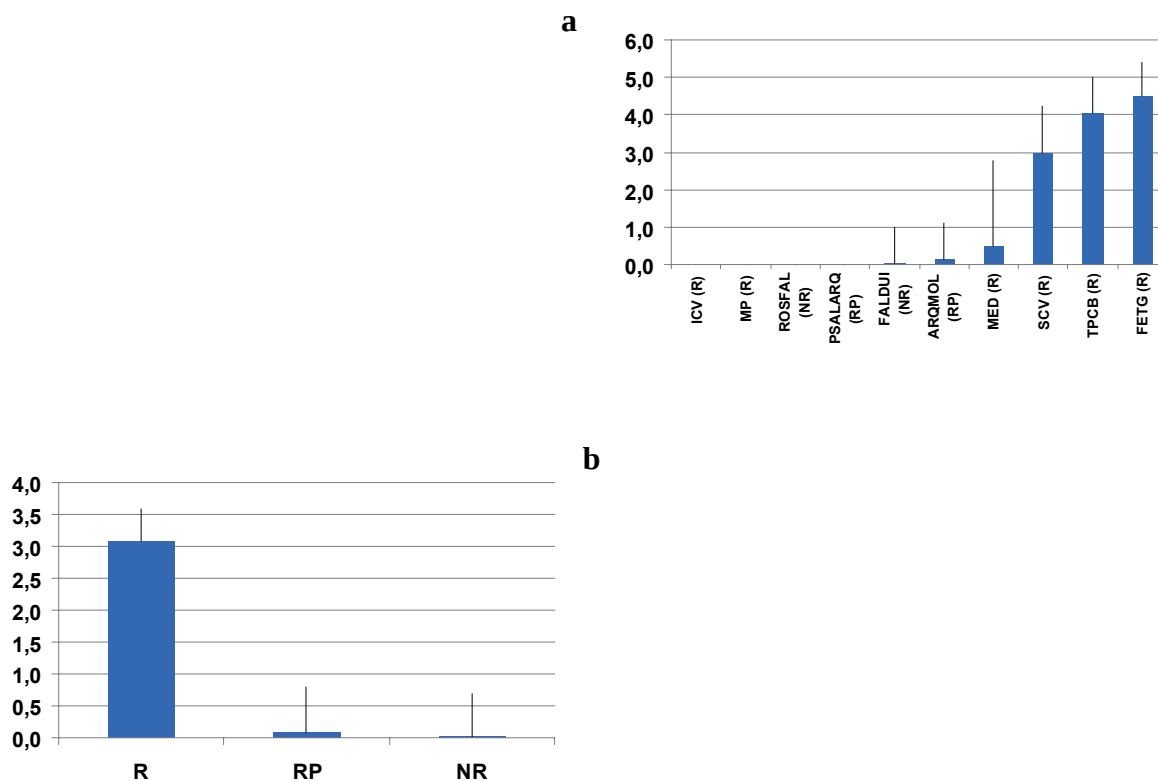


Figura 39. a) Densitats mitjanes del llobarro a les diferents zones mostrejades i, b) en els tres nivells de protecció. Com es pot veure, el llobarro es gairebé exclusiu de l'àrea totalment protegida.

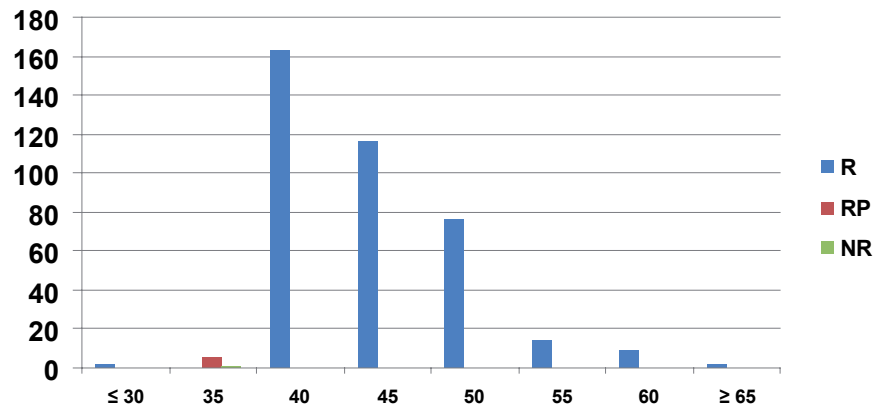


Figura 40. La distribució de talles dels llobarros (LT de 5 en 5cm) en les tres àrees de protecció mostra que els pocs exemplars observats fora de la reserva de les illes Medes han estat de petit tamany.

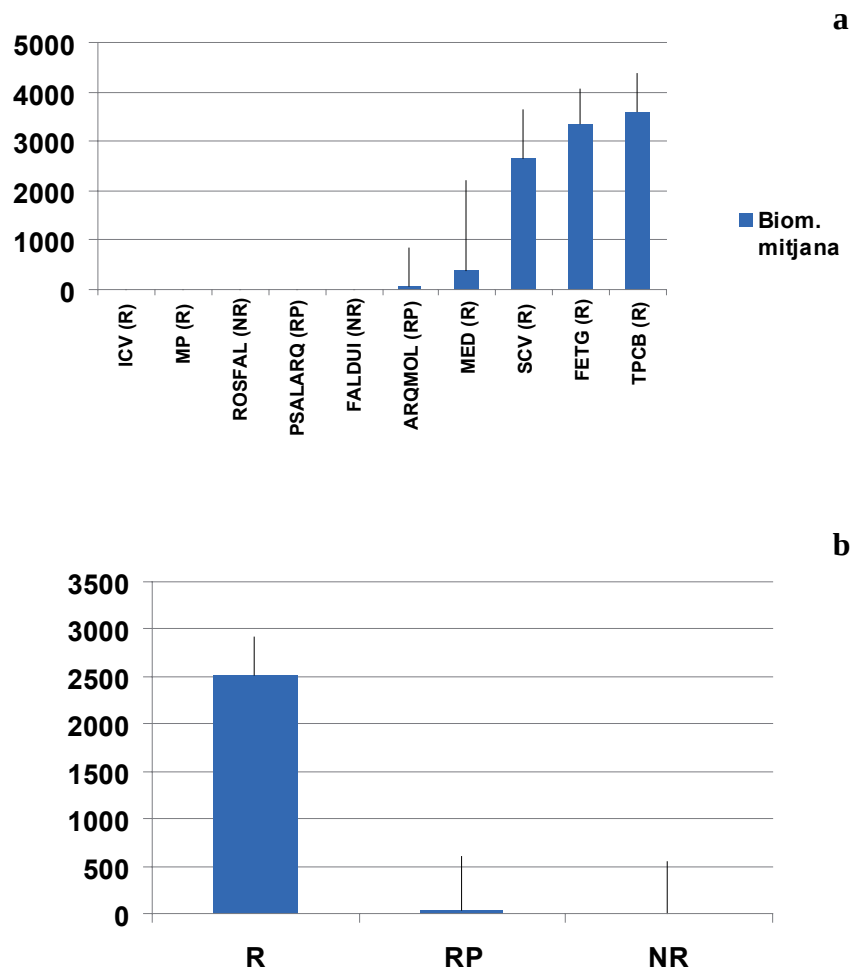


Figura 41. a) Les diferències entre les zones de Medes i les de la costa pel que fa a labiomassa de llobarros són molt acusades degut a la raefacció d'aquesta espècie a la costa del Montgrí; **b)** tot i no ser present a totes les zones de l'àrea protegida de les Medes, la diferència en la biomassa mitjana de llobarro amb la costa veïna és extremament acusada.

Evolució des de 1992

Enguany el nombre d'exemplars de llobarro (143 ind.) ha estat relativament alt en el marc del seguiment, tot i quedar lluny del màxim històric (233 ind.), que s'assolí l'any 2004, formant un pic aïllat que també es produí a la costa. Aquest augment sobtat de l'abundància de llobarros, tant a les Medes com a la costa veïna parcialment protegida (figura 42), i especialment en la zona ARQMOL, fou degut a l'entrada d'un gran nombre d'exemplars supervivents dels molts que es varen escapar d'una granja de llobarros de Castelló d'Empúries. En qualsevol cas, i malgrat els alts i baixos importants en l'abundància, el nombre d'exemplars que cada any es quantifiquen a les Medes sembla seguir una tendència a l'alça, que contrasta amb la de la costa veïna, que es manté regularment en uns valors molt baixos.

La densitat mitjana segueix la pauta del nombre d'exemplars: uns marcats alts i baixos interanuals,

un certa tendència temporal a l'alça a la reserva marina de les Medes i uns valors molt baixos a la costa veïna, sense cap mena de tendència clara. Tot plegat, fa que quan s'analitzen les dades el resultat més evident sigui l'efecte significatiu de la protecció i l'any (degut, sobre tot al pic de 2004) i una manca de interacció significativa entre ambdós factors.

La mateixa exacta pauta segueix la biomassa mitjana de llobarro, tret que en aquest cas, les diferències entre els valors obtinguts a la reserva de les medes i els de les àrees costaneres són encara més acusades (figura 45). En integrar talles i densitats, la biomassa suavitza un xic les diferències interanuals de l'evolució temporal, per la qual cosa en l'anàlisi de la variància el temps deixa de produir diferències significatives, com era el cas de la densitat. Tampoc és produeix una interacció significativa entre el temps i la protecció. Les úniques diferències significatives resulten de la comparació dels nivells de protecció.

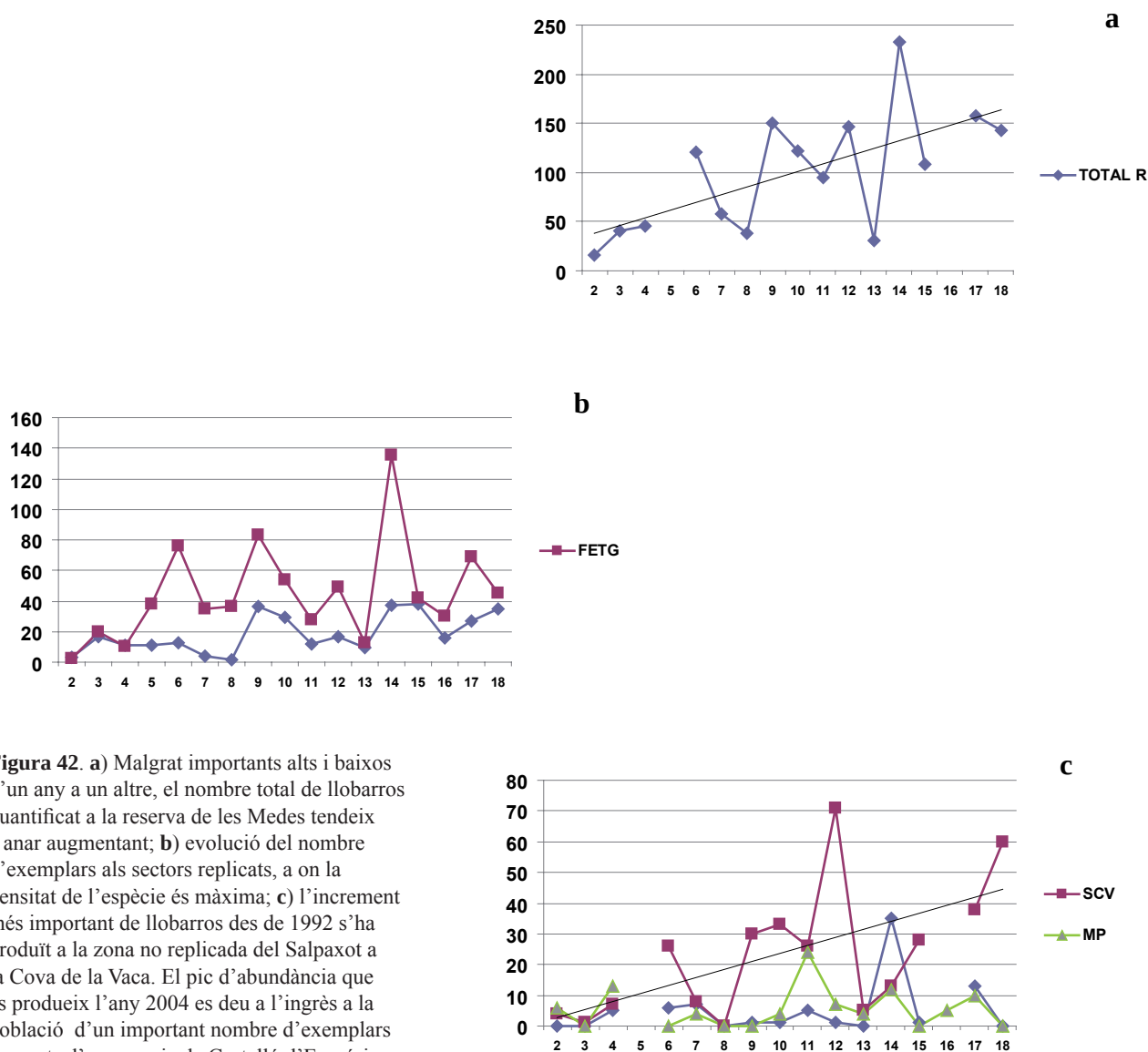


Figura 42. a) Malgrat importants alts i baixos d'un any a un altre, el nombre total de llobarros quantificat a la reserva de les Medes tendeix a anar augmentant; b) evolució del nombre d'exemplars als sectors replicats, a on la densitat de l'espècie és màxima; c) l'increment més important de llobarros des de 1992 s'ha produït a la zona no replicada del Salpaxot a la Cova de la Vaca. El pic d'abundància que es produeix l'any 2004 es deu a l'ingrés a la població d'un important nombre d'exemplars escapats d'una granja de Castelló d'Empúries.

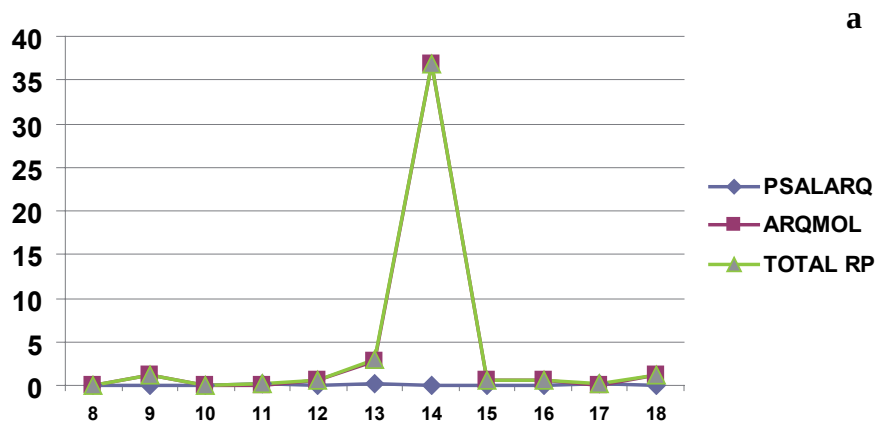


Figura 43. El nombre total d'exemplars de llobarro ha estat històricament molt baix a la costa del Montgrí, tant parcialment protegida (a) com no protegida (b). En la primera destaca el pic que es produí degut a l'entrada d'un gran nombre de llobarros escapats d'una granja.

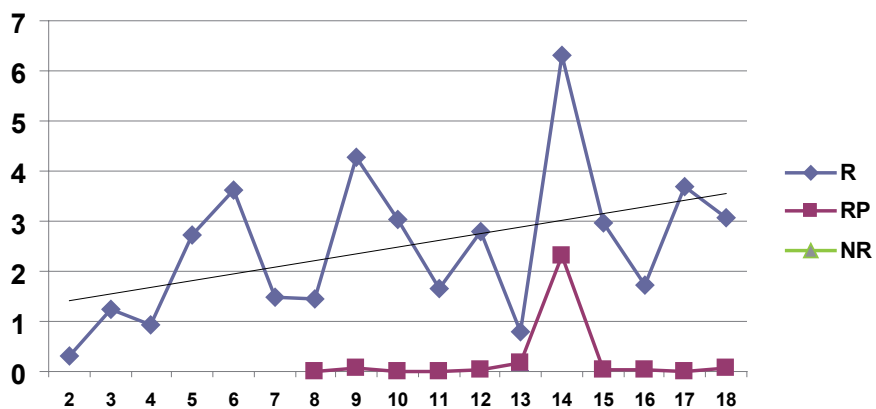
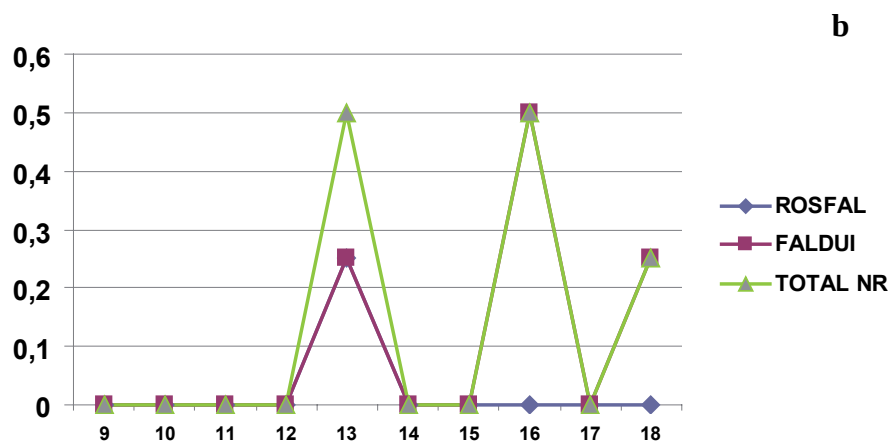
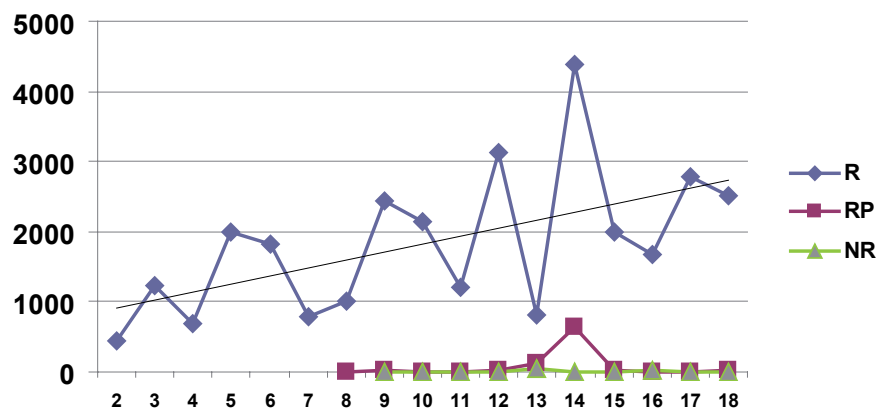


Figura 44. La densitat mitjana de llobarros ha tendit a augmentar en l'àrea totalment protegida mentre que romàn en valors merament testimonials a la reserva parcial i la no reserva, tret del pic ja esmentat, del 2004.

Figura 45. La diferència entre les Medes i la costa del Montgrí s'accentua encara més si hom compara l'evolució de la biomassa de llobarros en els tres nivell de protecció.



El corball (Sciaena umbra)



Situació actual (2008)

El corball presenta una distribució gairebé restringida a les illes Medes. Fora de la reserva marina tan sols es troba en la zona ARQMOL, corresponent a l'àrea de protecció parcial, amb una densitat mitjana força important, que permet que aquesta zona se situï fins i tot per davant de la zona del Medallot (MED), ubicada a la reserva marina (Figura 46 a). El corball és del tot absent de la resta de zones costaneres. Tot i que no

cal fer gaires anàlisi per a comprovar les possibles diferències entre nivells de protecció (Figura 46 b), val a dir que la densitat mitjana de corballs és significativament superior a la reserva marina de les Medes i que no hi diferències significatives entre l'àrea de protecció parcial i l'àrea no protegida ($R > RP = NR$), degut a la gran variància que presenten les dades de la reserva parcial, penalitzada, a més, per la manca de l'espècie en una de les zones d'aquesta àrea (PSALARQ).

La comparació de les talles dels corballs de l'àrea totalment protegida de les Medes i de l'àrea parcialment protegida del Molinet (figura 47) demostra que els grans exemplars ($>40\text{cm}$) són gairebé exclusius de les Medes, tot i que a l'àrea parcialment protegida se n'ha observat un d'50cm. De fet, la talla mitjana que assoleixen els corballs en aquesta àrea (33,3cm) no es pot pas considerar petita, tot i quedar lluny de la que ha estat constatada a les Medes (39 cm).

La biomassa mitjana, tal i com era d'esperar ateses les dades de densitat i talles, és significativament superior a la reserva marina de les illes Medes (figura 48) respecte de la corresponent a la reserva parcial, que tampoc no difereix significativament de l'àrea no protegida ($R > RP = NR$).

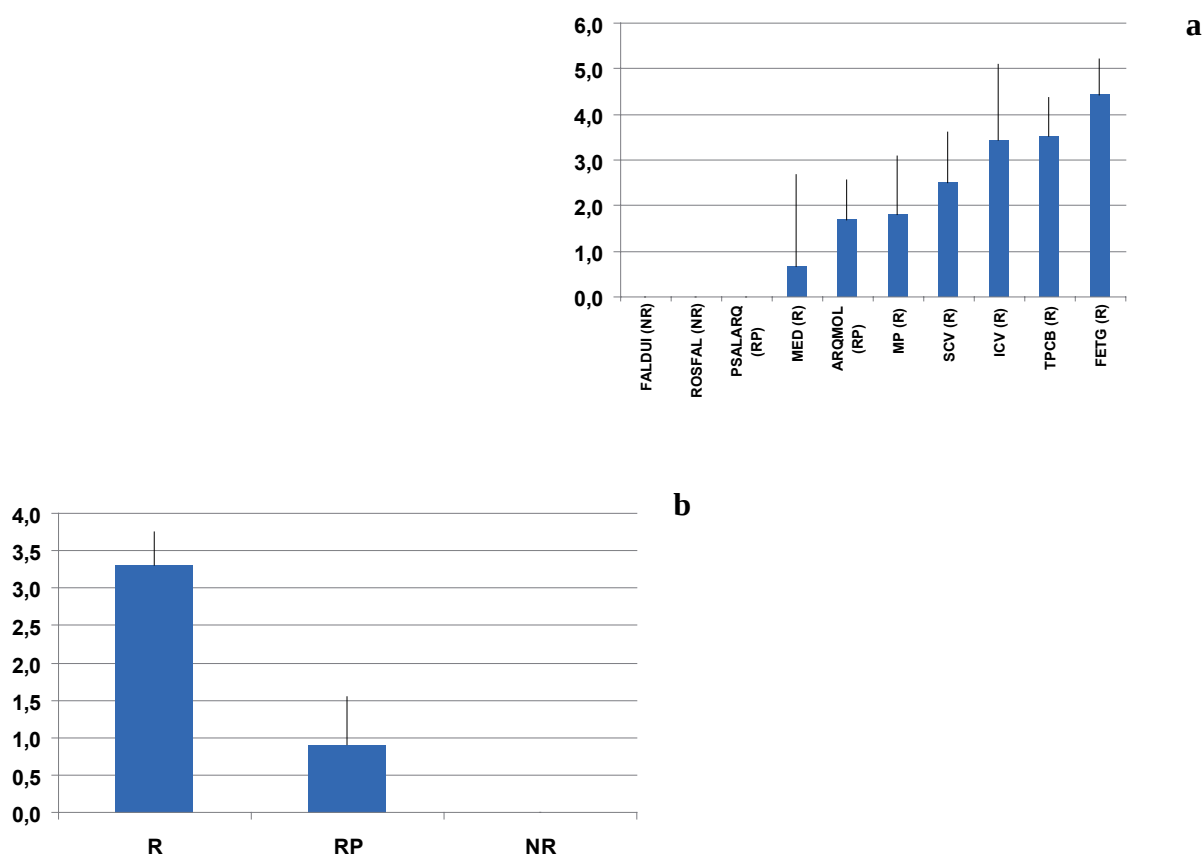


Figura 46. a) El corball és una espècie gairebé exclusiva de la reerva de les illes Medes, amb la notable excepció d'una zona de la reserva parcial; b) les diferències en la densitat d'aquesta espècie entre la reserva de les illes Medes la costa del Montgrí són, en qualsevol cas, molt acusades.

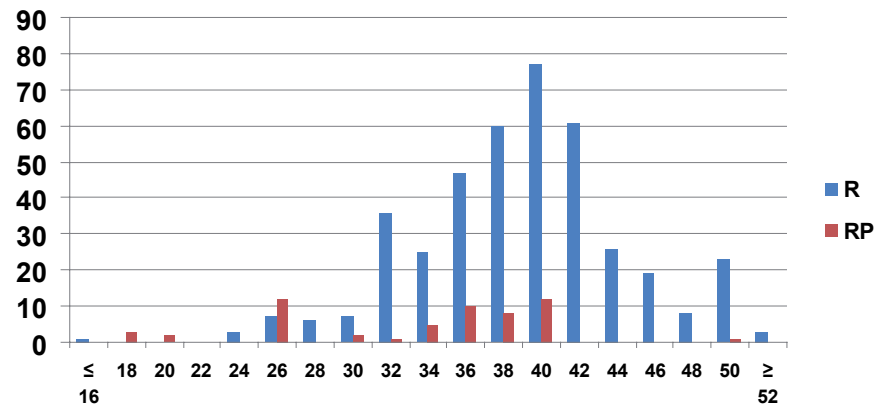


Figura 47. L'histograma de talles (Lt de 2 en 2cm) del corball demostra la diferència entre la reserva de les Medes i l'àrea parcialment protegida del Molinet; tot i això, també al Molinet ha estat observat algun exemplar relativament gros.

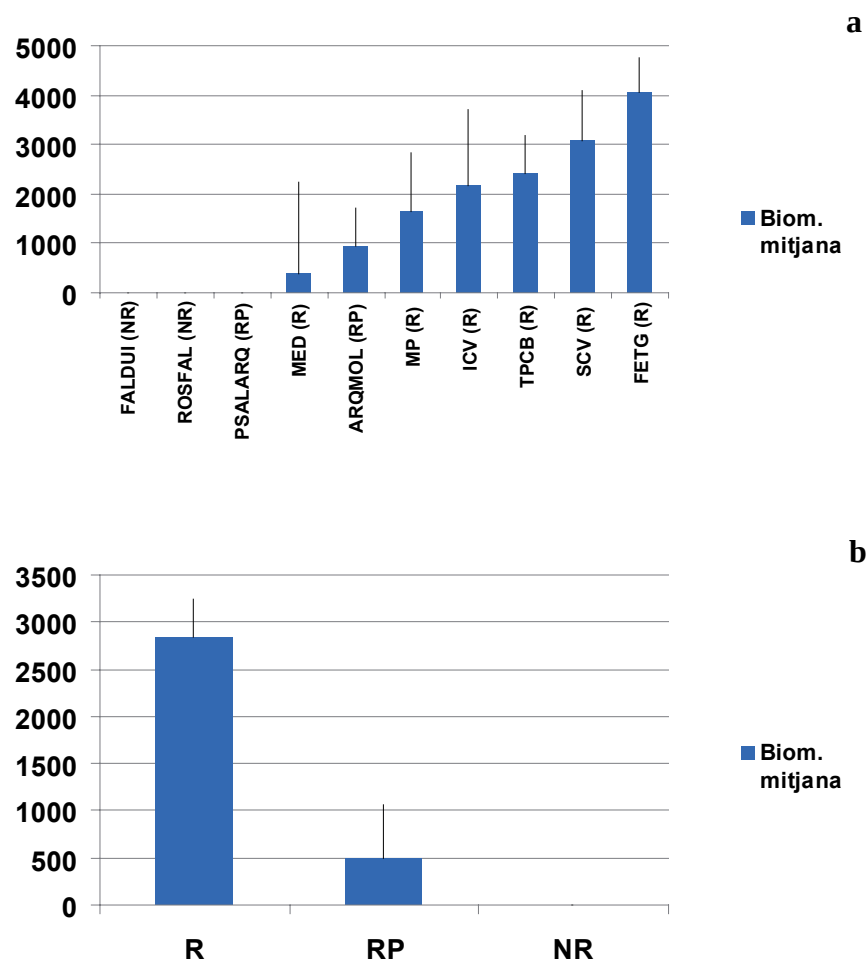


Figura 48. a) Biomassa mitjana del corball a les diferents zones mostrejades i b) en els tres nivells de protecció.

Evolució des de 1992

Pel que fa al nombre d'exemplars quantificats a la reserva marina de les Medes, l'evolució de la població de corballs sembla trobar-se amb una progressió positiva força clara. De fet, enguany s'ha assolit el nombre màxim d'individus d'aquesta espècie (186 ind.) que quadruplica el nombre que es va obtenir d'inici del seguiment (46 ind.) l'any 1992. La progressió, amb d'alts i baixos més o menys importants, sembla que es produeix a totes les zones de la reserva marina, fins i tot en aquelles que, fins fa ben poc, eren poc poblades per l'espècie (cas d'ICV). Cal destacar que els alts i baixos interanuals que es produeixen a les zones TPCB i FETG presenten un paral·lelisme notable (figura 49). Sigui quin sigui el factor que produeix aquestes oscil·lacions, sembla clar que afecta de la mateixa manera els corballs d'ambdues zones.

A l'àrea parcialment protegida, els corballs es troben pràcticament restringits a la zona ARQMOL, amb notables variacions d'un any a l'altre (figura 50). Enguany se n'ha vist el nombre màxim de tot el seguiment i la raó possiblement rau en la claredat de les aigües que ha caracteritzat la zona aquest estiu i que ha permès descobrir el nucli de l'estol de corballs

que sembla ser força important i del qual en anys anteriors només se n'havien vist les escorrialles. A l'àrea no protegida la presència històrica del corball pot ser considerada com gairebé anecdòtica.

Les densitats mitjanes dels corballs tendeixen a augmentar d'una manera una mica més matisada que l'abundància total i malgrat els alts i baixos interanuals (el màxim de l'any 1995 correspon a comptatges que aquell any es varen restringir a TPCB i FETG, zones amb el màxim nombre d'exemplars ja d'inici del seguiment). A la figura 50 pot veure's l'enorme diferència que hi ha entre la densitat mitjana d'aquesta espècie a les Medes i les que presenten les dues àrees de la costa veïna. En qualsevol cas, l'únic factor significatiu resultant de l'anàlisi de la variància és la protecció. No hi ha interacció entre l'any i la protecció, la qual cosa vol dir que les diferències entre els tres nivells de protecció es mantenen d'un any a l'altre.

Pel que fa a les biomasses mitjanes, aquestes segueixen fil per randa la pauta observada en les densitats, fent-se encara més palesa l'enorme diferència que hi ha entre la reserva de les illes Medes i les àrees de la costa veïna (figura 51). L'anàlisi de la variància dona els mateixos resultats que la comparació de biomasses anterior: la protecció és l'únic factor que produeix diferències significatives.

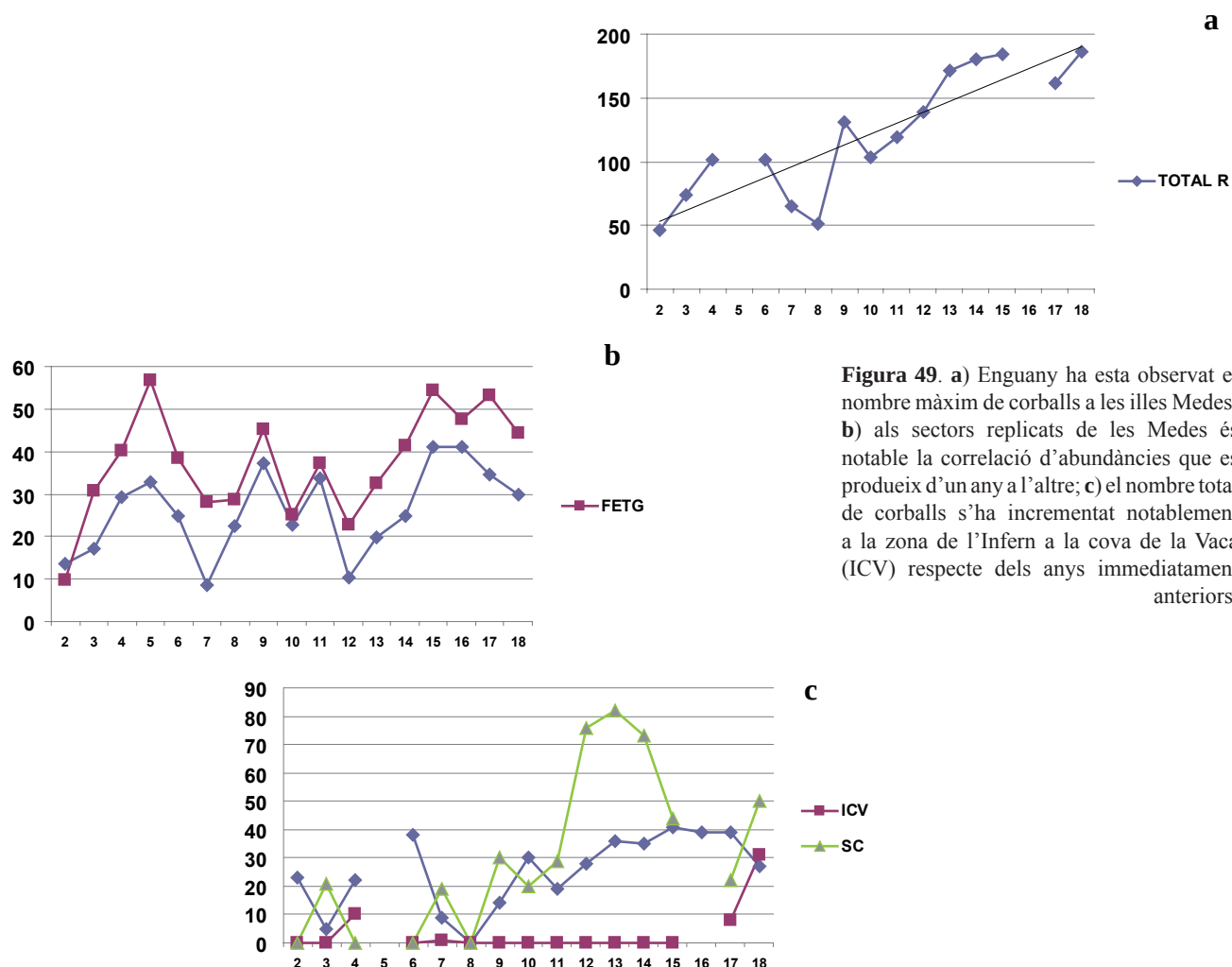


Figura 49. a) Enguany ha estat observat el nombre màxim de corballs a les illes Medes; b) als sectors replicats de les Medes és notable la correlació d'abundàncies que es produeix d'un any a l'altre; c) el nombre total de corballs s'ha incrementat notablement a la zona de l'Infern a la cova de la Vaca (ICV) respecte dels anys immediatament anteriors.

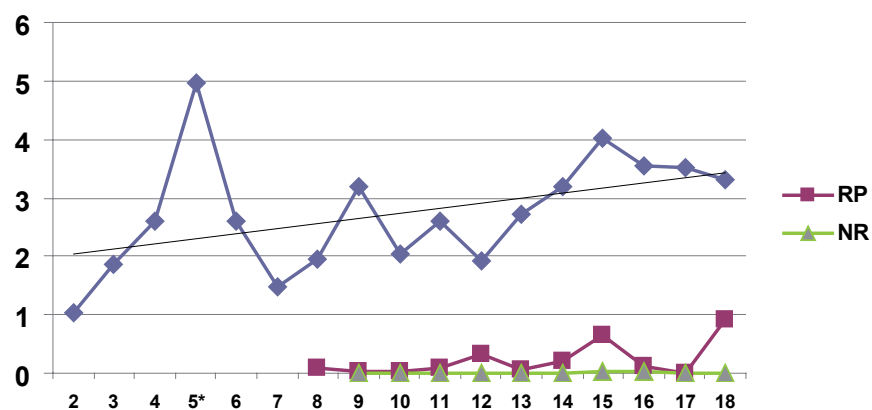


Figura 50. La densitat mitjana de corbals tendeix a créixer a les Medes i sembla que a la reserva parcial, tot i que es manté una diferència notable.

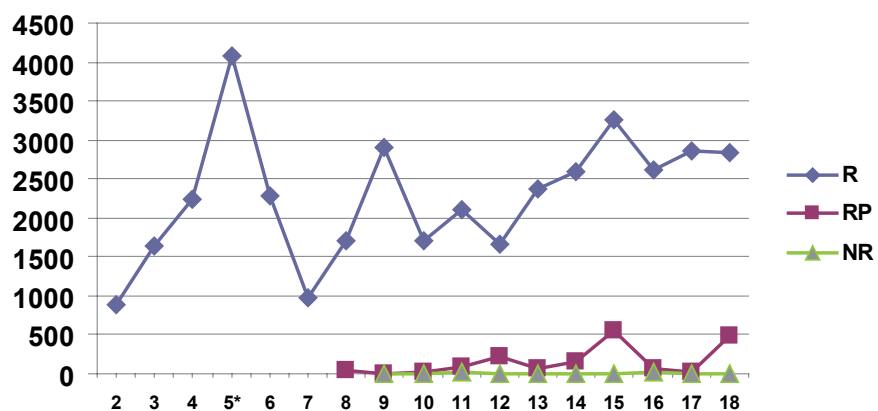
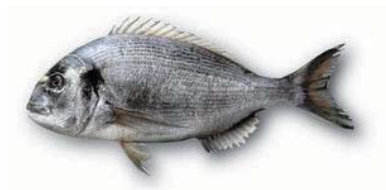


Figura 51. La biomassa dels corbals tendeix a augmentar a les Medes d'acord amb l'increment en la densitat mitjana de l'espècie.

La daurada (Sparus aurata)



Situació actual (2008)

El primer que crida l'atenció en veure les zones ordenades segons les densitats mitjanes de la daurada (Figura 52 a) és que no hi ha les acusades diferències entre zones vistes en altres espècies altament vulnerables, com ara el llobarro o el corball. És evident que les densitats mitjanes s'assoleixen majoritàriament en les zones de la reserva marina, però també queda clar que la daurada és prou freqüent arreu. Agrupant les dades per cada nivell de protecció, les coses s'aclareixen notablement: la densitat mitjana de daurades a les Medes duplica pràcticament la que es dona a l'àrea parcialment protegida del Molinet i a l'àrea no protegida (Figura 52 a). L'anàlisi de la variància estableix que aquestes

diferències són significatives, essent major la densitat mitjana de l'espècie en l'àrea totalment protegida de les illes Medes ($R > NR = RP$).

Si les densitats mitjanes són significativament majors a la reserva de les illes Medes, el mateix podria dir-se de les talles que són les que realment marquen la diferència entre la reserva integral i la reserva parcial i l'àrea no protegida. Tal i com es pot veure a la figura 53, la distribució de talles d'aquesta espècie a les Medes és radicalment diferent a la distribució que presenta en ambdues àrees costaneres. Els exemplars grossos ($\geq 38\text{cm}$) es troben pràcticament restringits a la reserva total, mentre que els exemplars petits ($\leq 30\text{cm}$) semblen ser exclusius de les àrees costaneres, parcialment protegides o no. Això fa que la talla mitjana de la població totalment protegida (43cm) sigui molt major que no la que s'observa en la reserva parcial (26cm) i a l'àrea no protegida (30cm).

Aquest increment de talles a la reserva es tradueix en un important augment de la biomassa mitjana que deixa les coses ben clares entre la reserva i la resta d'àrees, parcialment protegida o no: per una banda, totes les zones de la reserva de les illes Medes presenten unes biomasses mitjanes superiors a la resta de zones (Figura 52 b), cosa que no passava amb les densitats; de l'altra la diferència entre la reserva total i les dues àrees costaneres s'accentua molt més; fent-se gairebé 6 vegades més gran respecte de l'àrea no protegida i gairebé 10 vegades respecte de la reserva parcial (figura 54). Tot això es confirma mitjançant l'anàlisi de la variància ($R > NR = RP$).

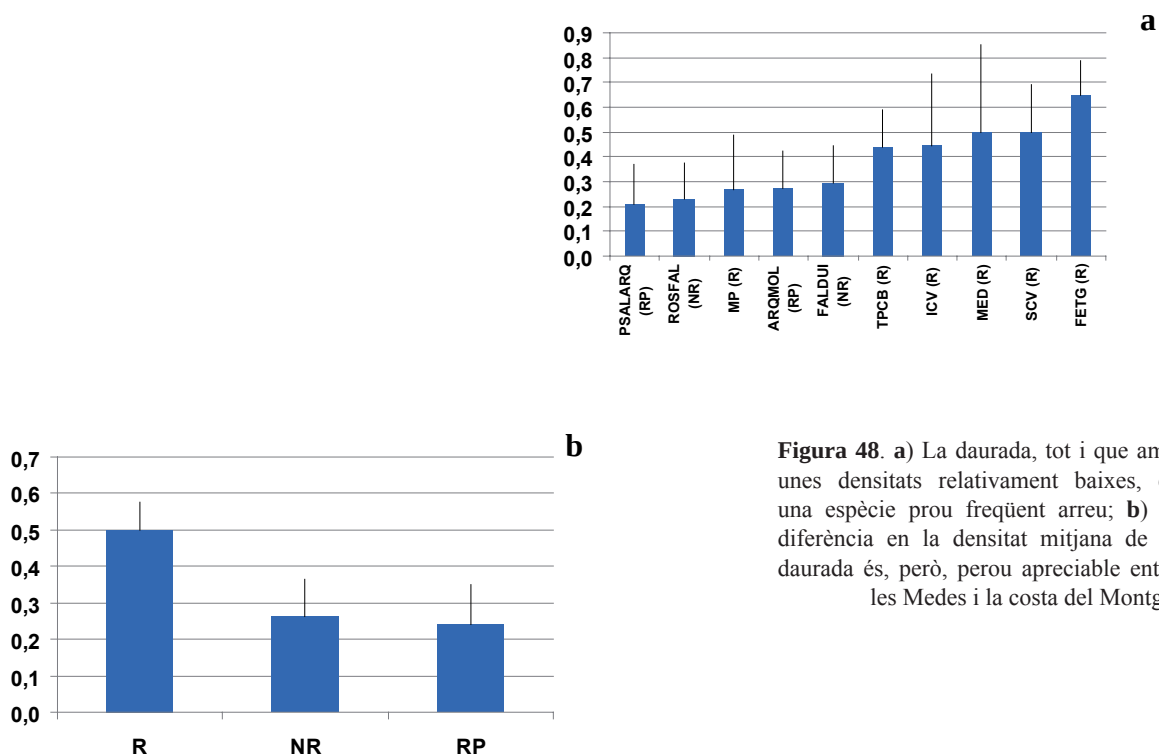


Figura 48. a) La daurada, tot i que amb unes densitats relativament baixes, és una espècie prou freqüent arreu; **b)** la diferència en la densitat mitjana de la daurada és, però, apreciable entre les Medes i la costa del Montgrí

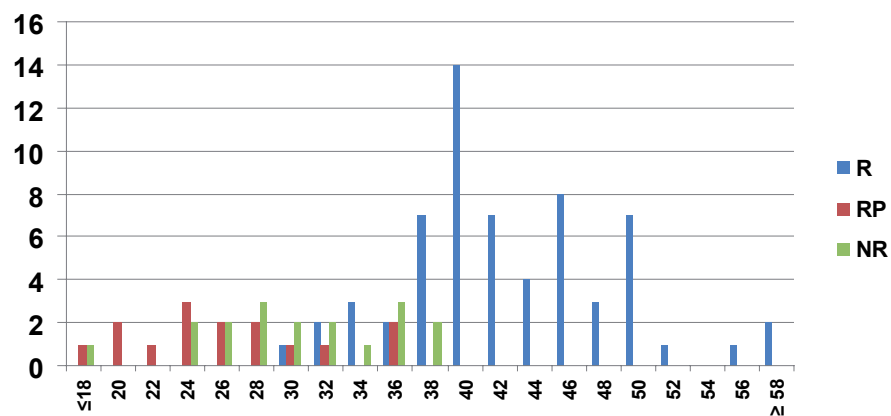


Figura 53. L'histograma de talles de les daurades demostra ben a les clares les diferències que hi ha entre les Medes i la costa veïna: tots els exemplars de més de 40 cm han estat observats exclusivament en l'àrea totalment protegida.

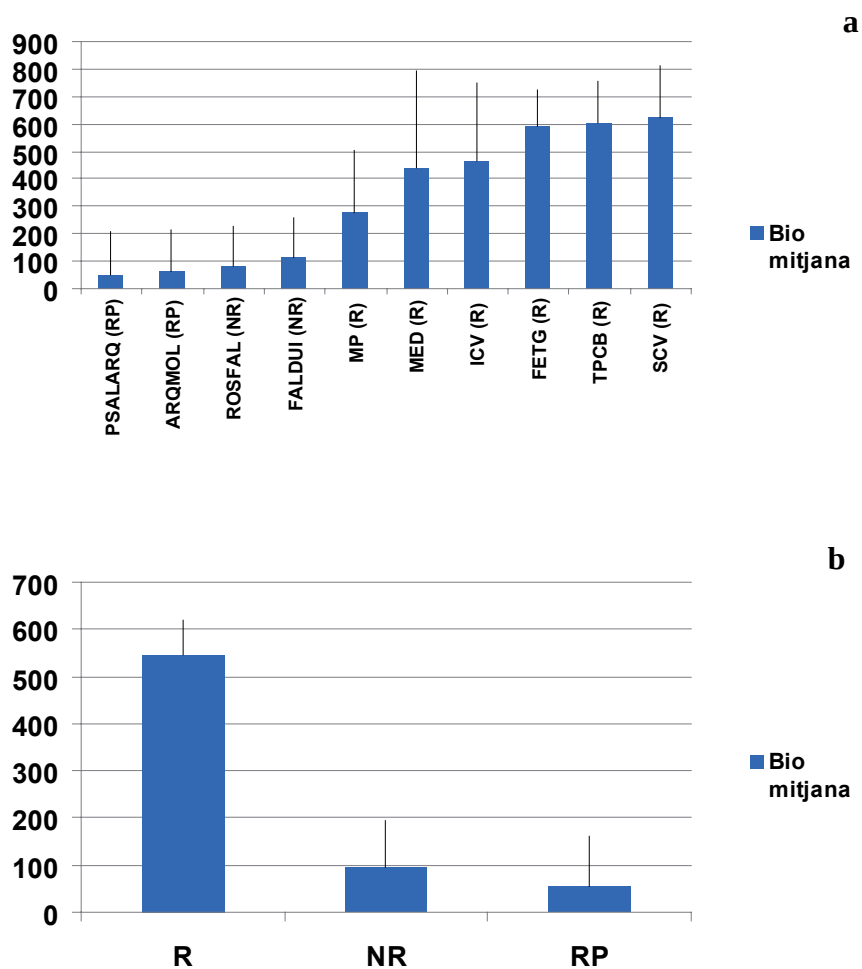


Figura 54. a) La diferència de biomassa mitjana entre les zones protegides i la resta és ben evident en la figura i es confirma en comparar els tres nivells de protecció (b)

Evolució des de 1992

A diferència del que passava amb altres espècies vulnerables, el nombre d'exemplars quantificats a les illes Medes tendeix a decreixer a mesura que passa el temps: els 32 exemplars d'enguany queden molt pers sota dels 101 de l'any 1994 o els 80 de l'any 1993. Aquesta disminució es fa particularment palesa en zones on la daurada era especialment abundant d'inici del seguiment (figura 55) com ara SCV i FETG, seguint una dinàmica que sembla ser la inversa d'altres espècies vulnerables. A la costa, el nombre de daurades varia molt d'una any a l'altre i costa veure cap tendència clara tant a la reserva parcial com a l'àrea no protegida (figura 56).

Les densitats mitjanes d'aquesta espècie segueixen, a grans trets, la pauta marcada per l'abundància total, si bé sembla que des de l'any 1998, la densitat, amb notables alts i baixos, sembla més o menys estabilitzada al voltant del 0,6 ind. m⁻². Això no treu,

però, que en l'any 2003 les densitats de la reserva parcial i de l'àrea parcialment protegida superessin per poc les densitats mitjanes de Medes. Tot això es reflecteix en l'anàlisi de la variància que dona com a resultat un efecte significatiu de la protecció, però també de l'any de la interacció entre el temps i la protecció, la qual cosa vol dir que les variacions interanuals han estat diferents a la reserva total respecte de l'àrea parcialment protegida i de la no protegida, que presenten unes pautes temporals molt similars.

La biomassa mitjana també reflecteix la davallada de la densitat a la reserva de les illes Medes, si bé en aquest cas, les talles majors impedeixen que els valors obtinguts a la costa superin els de les Medes (figura 58). Això es fa palès en l'anàlisi de la variància que dona els mateixos resultats que l'aplicada en les densitats mitjanes amb l'excepció feta de la interacció entre el temps i la protecció, que en aquest cas no es significativa.

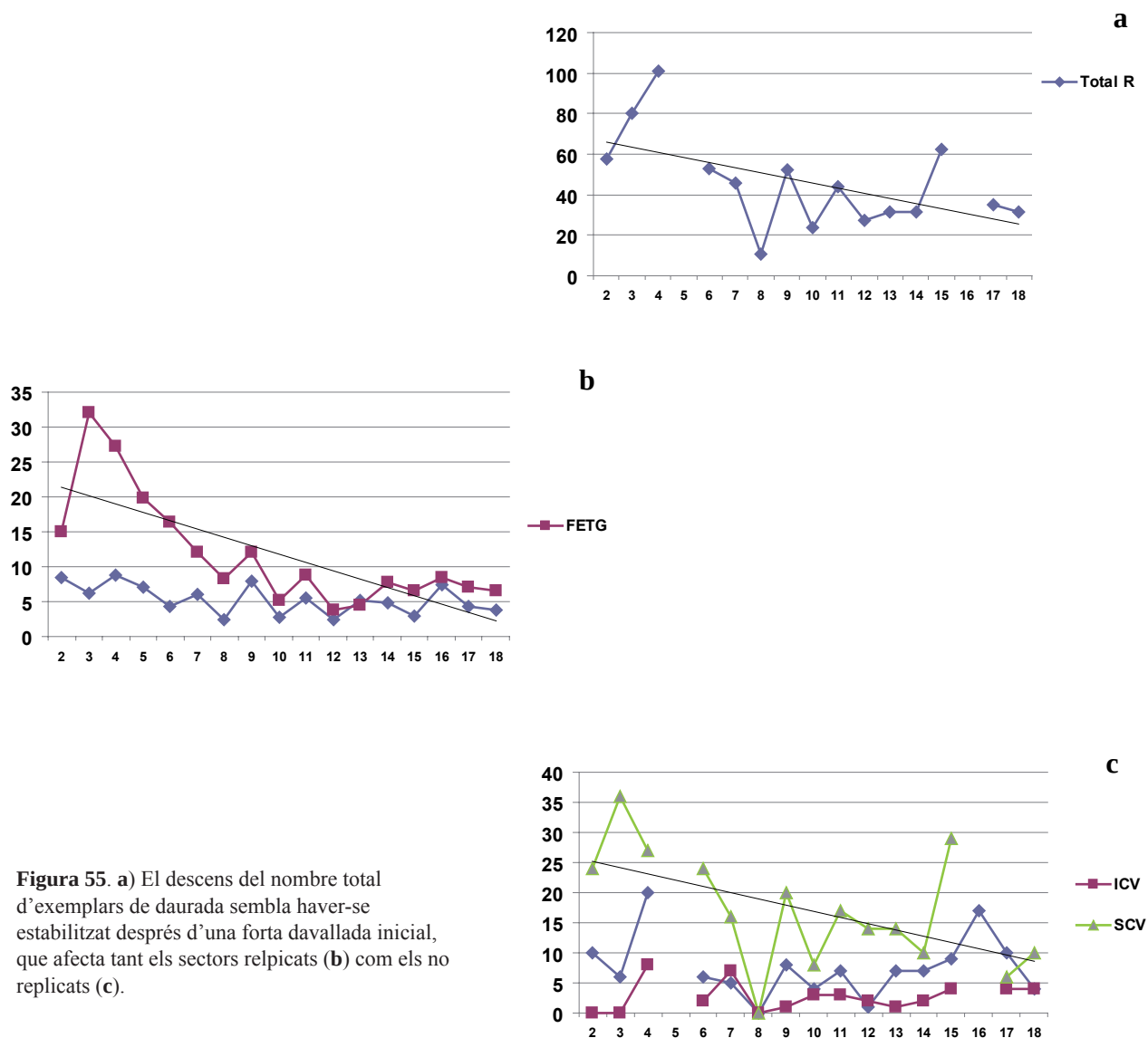


Figura 55. a) El descens del nombre total d'exemplars de daurada sembla haver-se estabilitzat després d'una forta davallada inicial, que afecta tant els sectors relpicats (b) com els no replicats (c).

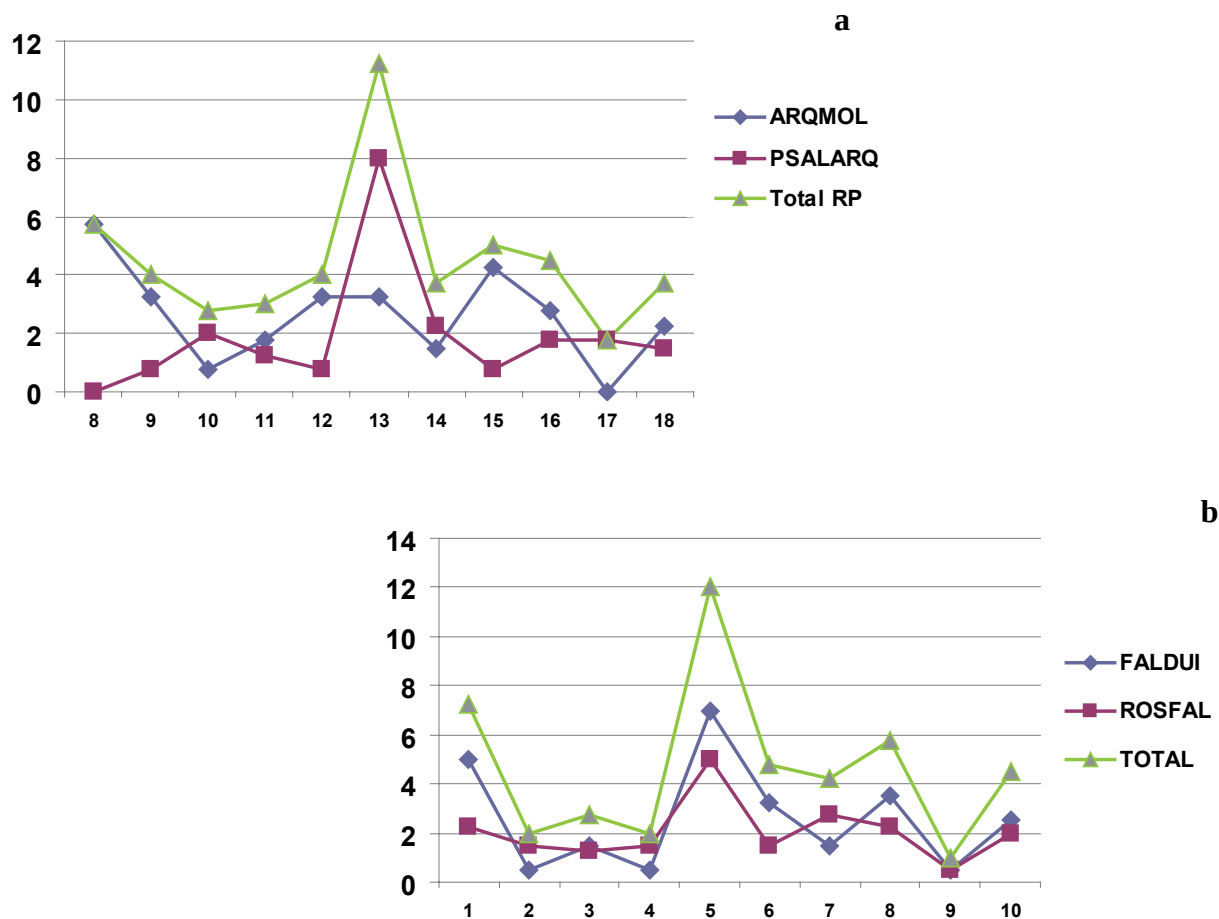


Figura 56. a) Nombre total de daurades observat a la reserva parcial del Molinet a la Pta Salines de 1998 a 2008 i **b)** a la costa veïna no protegida.

Figura 57. Degut a la forta disminució dels primers anys, la densitat mitjana de la dorada a les illes Medes ha estat igualada vegades per la densitat observada a la costa (anys 2002 i 2003) tot que sembla que les diferències s'han tornat a establir.

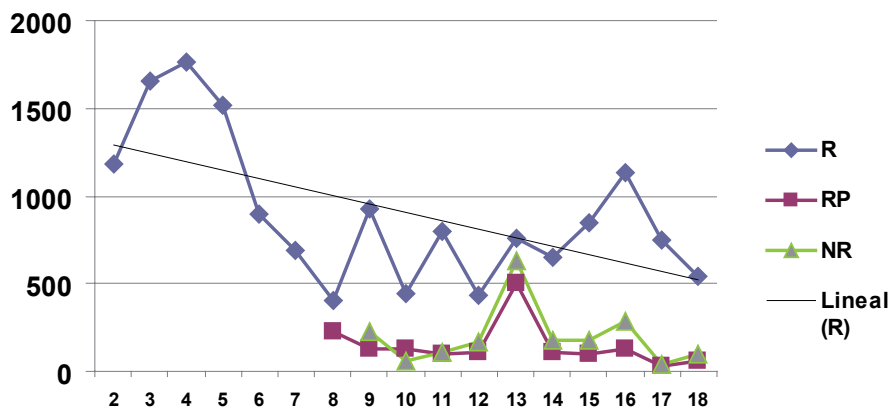
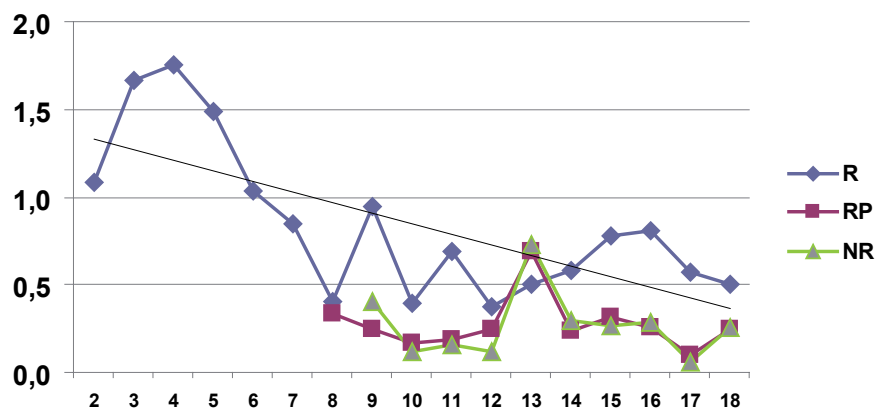


Figura 58: La diferència en les talles de les daurades entre la reserva total i la parcial i la costa veïna fan que les diferències de biomassa mitjana de les daurades sempre hagin estat superiors a les Medes que a la costa del Montgrí

CONCLUSIONS

Atenent-nos als resultats obtinguts enguany, sembla que la situació de les poblacions de peixos mitjanament i altament vulnerables venen a confirmar que la protecció total redunda en un increment notable de la biodiversitat, en augmentar el nombre mitjà d'espècies per comptatge. Aquest augment és degut a un notable increment de la freqüència amb la que es veuen espècies altament vulnerables a l'interior de l'àrea totalment protegida de les illes Medes. La diferència entre els tres nivells de protecció és significativa ($R > NR = RP$).

La biomassa total (de les espècies mitjanament vulnerables i les altament vulnerables) en l'àmbit totalment protegit de la reserva marina de les illes Medes, essent 7 vegades superior a la que s'ha constatat en l'àrea parcialment protegida i 8 vegades a la de l'àrea no protegida. La biomassa de grans piscívors presenta unes diferències encara més acusades: és unes 40 vegades superior a les Medes que a l'àrea parcialment protegida i fins a 44 vegades superior a la de l'àrea no protegida. En ambdós casos s'acompleix que $R > RP = NR$.

Les poblacions de peixos mitjanament vulnerables (incorporats de bell nou al seguiment enguany) responen a la protecció total amb un increment notable de la densitat mitjana, la talla i la biomassa de llurs poblacions, respecte de les àrees costaneres parcialment protegides o no.

L'única excepció és la del roger (*Mullus surmuletus*) que presenta una densitat mitjana major a la reserva parcial del Molinet a la Pta. Salines respecte de l'àrea no protegida (Cap d'Oltrera a la illa del Dui) i a l'àrea totalment protegida de les illes Medes ($RP > NR > R$). Segons la nostra opinió, aquest fet s'explica en base a que en aquesta àrea els fons mixtes, de sorra i roca, són més favorables a aquesta espècie. Tot i així, els exemplars més grossos dominen la població de les Medes la qual cosa fa que no hi hagi diferències en la biomassa mitjana d'aquesta espècie entre els tres nivells de protecció ($R = RP = NR$). Aquests resultats confirmen els d'altres estudis (Gracia Rubies & Zabala, 1990 i Garcia-Rubies, 1997) fets fa anys a les mateixes zones.

L'estat actual de les poblacions de peixos altament vulnerables demostra que aquestes espècies es veuen particularment afavorides per la protecció total de la reserva marina de les illes Medes i tots els paràmetres (densitats mitjanes, talles i biomasses) són significativament superiors a l'àrea de protecció total de les illes Medes ($R > RP = NR$).

L'evolució de les poblacions dels peixos altament

vulnerables en l'àmbit estrictament protegit de les illes Medes és bona, en general, ja que la majoria d'espècies presenten tendències a l'alça sobre tot pel que fa al nombre total d'exemplars. Aquesta tendència queda més matisada si s'analitzen les densitats mitjanes i les biomasses. En el cas del mero (*Epinephelus marginatus*), tant les densitats mitjanes com les biomasses semblen haver arribat molt a prop de que seria llur sostre, després del fort creixement dels primers anys. Sembla clar, d'altra banda, que aquesta espècie s'ha anat expandint per les Medes, ja que les zones menys poblades l'any 1991 ha estat les que han experimentat uns creixements anuals més importants del nombre d'exemplars.

La tendència a l'alça que, de manera més o menys acusada, es dona a totes les espècies altament vulnerables, es trenca en el cas de la daurada (*Sparus aurata*), que experimentà una forta davallada després que assolís els valors màxims els primers anys del seguiment (1994, 1995, 1996). Des de 1998 (any en que s'obtingueren els valors més baixos) sembla que la població s'ha estabilitzat en xifres molt menors que les que caracteritzaren la població en els primers anys, però que, tot i així, segueixen sent superiors als observats a la costa veïna parcialment protegida o no. És difícil explicar el per què d'aquesta situació, tenint en compte que l'evolució d'altres espècies altament vulnerables ha estat precisament la contrària (la qual cosa fa poc probable pensar en la pesca furtiva, per exemple, que hauria de ser molt selectiva). Una possible explicació seria que aquesta espècie no està tan restringida a l'àmbit estrictament protegit com altres i que en pugués sortir habitualment o ocasional (per reproduir-se, per exemple) i fos així més susceptible de ser capturada. En aquest sentit, val a dir que, amb freqüència, es donen casos de pesques massives de daurades "per accident" (ja que l'art clar es troba formalment prohibit) mitjançant arts d'encerclament, aprofitant les agregacions que es produeixen amb finalitats reproductores.

Resultat de l'avaluació de la gestió realitzada

Sembla que la protecció total a la reserva de les Medes és prou eficaç com per a permetre el manteniment de poblacions estables de peixos mitjanament o altament vulnerables. Cal fer, però, un toc d'atenció respecte del què passa a la reserva parcialment protegida del Molinet a la Punta Salines; o millor dit, del què no passa. Després d'anys de protecció parcial (des de 19..) no sembla que hagi donat els fruits esperats. Així, es pot veure que, per a la majoria de les variables analitzades, aquesta àrea no tan sols es troba lluny dels valors que s'obtenen a la reserva de les Medes, sinó que no difereixen significativament de la costa veïna no protegida, a on la pesca és lliure. Quines en són les causes? Probablement dues de fonamentals: per una banda, el tipus de fons, que no és en gran part favorable per a que s'hi instal·lin grans concentracions de peixos de roca altament vulnerables; de l'altra, l'acció de la caça submarina furtiva que és recurrent a la zona. Ambdues causes es complementen a la perfecció per explicar la manca de resultats evidents de la protecció parcial, ja que els peixos vulnerables més sedentaris (meros i corballs, per exemple) són propis de fons de blocs rics en escletxes i anfractuositats. Aquest tipus de fons només es dona amb una certa extensió aigües endins, a prop del Molinet, en la zona que va dels Arquets al Molinet (ARQMOL). És aquí a on han estat vistos la majoria de meros i corballs i, enguany precisament, degut a unes condicions inusuals d'aigües extremament clares, hom ha pogut veure un estol de corballs important. Però és evident que aquests fons són coneguts i fàcilment localitzables pels caçadors submarins i que l'estol de corballs no ha estat només observat per nosaltres. Durant una bona part de l'estiu, caçadors submarins francesos han estat pescant regularment a la zona. Nosaltres en varem fer sortir un de la zona en veure la boia de senyalització. Aquest pescador portava un corball gros ($\approx 50\text{cm}$) acabat d'agafar i va adduir que no sabia que allí no s'hi podia practicar la caça submarina. A partir d'aleshores els caçadors anaven sense boia, tirant-se al'aigua des d'una barca pneumàtica amarrada fora de la reserva parcial. Es veu que la captura els compensava del gran perill de no anar senyalitzats en una zona de molt trànsit. Aquesta manera de fer va repetir-se, ja que la primera embarcació pneumàtica va ser substituïda per una segona, igualment francesa. En qualsevol cas, d'ençà que hem endegat el seguiment a la zona (1998) cada estiu ens hem trobat caçadors submarins a la zona. 'Es un fet habitual. Hom creu que és l'efecte d'aquesta pesca furtiva, maximitzada per la poca extensió dels fons més favorables, la que

impedeix l'evolució que s'hauria d'esperar en una reserva parcial.

Proposta de millores de gestió

Com a conseqüència dels resultats obtinguts hom pot dir que la protecció de la reserva de les illes Medes és bona i, per tant, que la gestió és correcta en aquesta àrea i, pel què fa als peixos, no cal fer gaire cosa més. Ben al contrari, i també a rel dels resultats, sembla evident la manca de vigilància efectiva a l'àrea parcialment protegida de la Punta Salines al Molinet a on la presència de caçadors submarins es un fenomen recurrent cada any. La solució passaria per ampliar la reserva parcial, de tal manera que s'incloguessin fons més favorables. L'alternativa més senzilla seria incrementar la vigilància en la zona actual.

Proposta de precaucions davant possibles eventualitats

Sembla que la vigilància existent a l'àrea protegida de les illes Medes ha estat la suficient com per a garantir el desenvolupament d'importantes poblacions de les espècies litorals vulnerables a la pesca, i molt especialment, de les més vulnerables a la caça submarina. En qualsevol cas, hom ha de tenir en compte el valor que aquestes espècies tenen al mercat i l'atracció que aquest valor pot tenir sobre alguns desaprensus. Si fins ara el mètode més eficaç per a pescar aquestes espècies era la caça submarina, ara n'hi ha d'altres que poden ser tant o més efectives. Aquest és el cas del "jigging", un mètode de pesca destinat a les grans espècies piscívores i l'efectivitat del qual alguns membres del seguiment hem experimentat de primera mà en el curs d'unes pesques destinades al marcatge de déntols a les illes Medes. Es tracta d'un mètode molt eficaç de pesca que es pot practicar discretament des d'una embarcació, per la qual cosa caldria extremar les mesures de vigilància ja sigui fora d'hores o fora de temporada.

També és preocupant els rumors que s'han començat a escampar entre els pescadors locals sobre la superpoblació de peixos predadors a les Medes. Aquest sentiment fou exposat pel representant de la Confraria de pescadors de l'Estartit en una reunió de la Comissió Assessora i fou recollit, en part, pel representant de la Direcció General de Pesca Marítima. També es va fer palès en les "Jornades Tècniques sobre Reserves Marines d'Interès Pesquer" a Palamós l'any 2007, en les que es va dir que la població de meros podria representar una amenaça per a la biodiversitat a l'àrea.

Hom creu que la propagació d'aquests rumors és perillosa i que encara és més perillós que representants de l'administració directament implicats en la gestió de la reserva se'n facin ressò. L'augment de la biomassa de predadors en àrees marines protegides és una de les característiques del que es coneix com a efecte reserva i és el millor símptoma de que la protecció és realment efectiva. De fet no és res més que un retorn de la comunitat de peixos a un estat primigeni, sense explotació humana, que es caracteritza, precisament, per una gran biomassa de predadors i per la inversió de la piràmide tròfica (Myers & Worm, 2004). La biodiversitat que es pogués perdre en els nivells tròfics més baixos (cosa que encara s'ha de demostrar) es guanya en els més alts, tal i com ha quedat abastament clar en aquest estudi en el que hom ha demostrat que el nombre d'espècies més vulnerables a la pesca, incloent-hi els grans piscívors, són molt més freqüents a la reserva marina que no pas a fora.

Cal esmentar, al final, els efectes sobre les poblacions de peixos que hagi pogut tenir el temporal de llevant que s'esdevingué el dia de sant Esteve. Dades de confiança assenyalen que fins a 12 meros varen ser recollits morts o moribunds a la platja de l'Estartit, junt amb tota una munió d'exemplars d'altres espècies. Els meros eren de mides importants (un individu va arribar als 15kg) i, per tant, provenien necessàriament de la població protegida de les illes Medes. Quantificar els estralls sobre la població de meros només serà possible quan es tornin a fer

els inventaris l'any 2009, en situació estival. Fer-los ara mateix no tindria sentit, ja que en situació hivernal la majoria de meros, encauats i en repòs, no es veuen. En qualsevol cas, i encara que només sigui per avaluar la magnitud de l'impacte que el temporal hagi tingut sobre les poblacions de peixos vulnerables de les Medes, fa peremptòria l'avaluació corresponent al 2009

Recomanacions per a la gestió

- 1) Mantenir el nivell de vigilància actual sobre l'àrea totalment protegida de les illes Medes i augmentar-la en l'àrea parcialment protegida del Molinet a la Punta Salines.
- 2) Fer més evident (rètols i/o boies) que la caça submarina és una activitat prohibida a la reserva parcial del Molinet a la Punta Salines. Tots els pescadors que hem enxampat en aquesta àrea han al·legat que desconeixien la prohibició.
- 3) Fer un control sistemàtic i rutinari de les captures comercials als voltants de la reserva, per tal de seguir-ne l'evolució.
- 4) Seria molt interessant repetir l'estudi de tota la comunitat de peixos litorals sobre substrat rocós que es va fer l'any 1990-91 (Garcia-Rubies, 1997), per tal de veure el possible impacte de la gran quantitat de predadors sobre la resta de la comunitat de peixos de roca.

Nombre mitjà d'espècies.

Com es pot veure a la figura 1a, les zones es disposen en un ordre gairebé perfecte d'acord amb el valor del nombre mitjà d'espècies que presenten i en funció del nivell de protecció: els valors més baixos corresponen a les zones que es troben sota el règim de parc natural (PN), el nivell de protecció mínim en el que la pesca (fins i tot la submarina) és permesa amb algunes limitacions, mentre que els valors més elevats corresponen a les zones de la reserva natural parcial (RNP), a on la pesca és limitada i la caça submarina és prohibida, i de la reserva natural integral (RNI) de l'Encalladora, a on qualsevol tipus de pesca es troba prohibida. En qualsevol cas, no és l'Encalladora sinó la Massa d'Or (RNP), la zona que presenta el nombre mitjà d'espècies màxim (figura 59a).

Apart d'aquesta ordenació gairebé perfecta de les localitats, hom pot veure també una altra pauta: el nombre mitjà d'espècies s'incrementa una mica a totes les zones, excepte a l'Encalladora, a on s'observa una lleugera disminució (figura 59a) de 2006 a 2008. L'augment d'aquest paràmetre és més acusat, en general, en aquelles zones que a l'any 2006 presentaven uns valors relativament baixos; les zones amb els valors més elevats al 2006 o bé experimenten un lleugeríssim increment (cas de la Massa d'Or), o bé una lleugera disminució (cas ja esmentat de l'Encalladora). La bona qualitat estadística de les dades fa que l'anàlisi de la variància reculli aquestes variacions interanuals entre zones i que la interacció entre els factors any i localitat es trobi veritablement en el límit de la significació estadística ($p=0.0583$).

Agrupant les dades en funció del nivell de protecció (figura 59b), hom observa bàsicament la mateixa pauta: un increment del nombre mitjà d'espècies a RNP i PN i una lleugera disminució a RNI (l'Encalladora és l'única zona sota aquest règim de protecció). En qualsevol cas, aquest lleuger descens no és prou marcat per a produir una interacció significativa entre ambdós factors (any i protecció), però sí que impedeix que l'augment que ha experimentat el nombre mitjà d'espècies sigui estrictament significatiu ($p=0.09$). L'efecte de la protecció sí que és significatiu i s'acompleix que els valors mitjans obtinguts a RNI i RNP són significativament superiors als obtinguts a PN ($RNP=RNI>PN$).

Variacions en la composició qualitativa

Les diferències observades en el nombre mitjà d'espècies obeeixen a canvis en la presència o

la freqüència de les espècies als inventaris. Les diferències qualitatives entre anys i nivells de protecció han estat comparades mitjançant una anàlisi de la similitud (ANOSIM) que dona un resultat fins a cert punt previsible: hi ha diferències significatives entre els anys 2006 i 2008 i entre els nivells de protecció RNI i PN i entre RNP i PN, però no entre RNI i RNP (taula). Les principals responsables de les diferències interanuals són la morruda (*Diplodus puntazzo*), la càntara (*Spondyliosoma cantharus*), el déntol (*Dentex dentex*), la daurada (*Sparus aurata*) i el mero (*Epinephelus marginatus*), totes elles més freqüents a les mostres de 2008 que no a les del 2006. Aquestes 5 espècies ja expliquen més del 50% del percentatge de dissimilitud entre anys (figura 60a).

Les espècies que marquen les diferències entre els nivells de protecció són, entre la reserva integral (RNI), totalment protegida, i el parc natural (PN), on la pesca és permesa: la morruda (*Diplodus puntazzo*), present en un 83% de les mostres a RNI i només en un 30% de les situades a PN; el mero (*Epinephelus marginatus*), que ha sortit en un 52% de les mostres a RNI i només en un 4% a PN; tant el sarg imperial (*Diplodus cervinus*) com la daurada (*Sparus aurata*) són més freqüents a RNI que a PN (figura 60b). Entre la reserva integral (RNI) i la parcial (RNP) les diferències són molt més subtils i les espècies que marquen més les diferències són la morruda (*D. puntazzo*), el mero (*E. marginatus*) i el sarg imperial (*D. cervinus*), més freqüents a RNI que RNP (figura 60c). Finalment, entre les 5 espècies que contribueixen a més del 50% de la dissimilitud acumulada entre la reserva parcial (RNP) i el parc natural (PN) no protegit, hom pot veure (figura 60d) que n'hi ha tres de les que hom considera com a altament vulnerables com són: el mero (*E. marginatus*), la daurada (*S. aurata*) i el déntol (*D. dentex*). Totes elles, amb la morruda (*D. puntazzo*), són sensiblement més freqüents a la reserva parcial (RNP). Només el roquer (*M. surmuletus*) i la càntara (*Spondyliosoma cantharus*) presenten unes freqüències superiors a l'àrea del Parc Natural (PN).

Variacions en la biomassa mitjana total

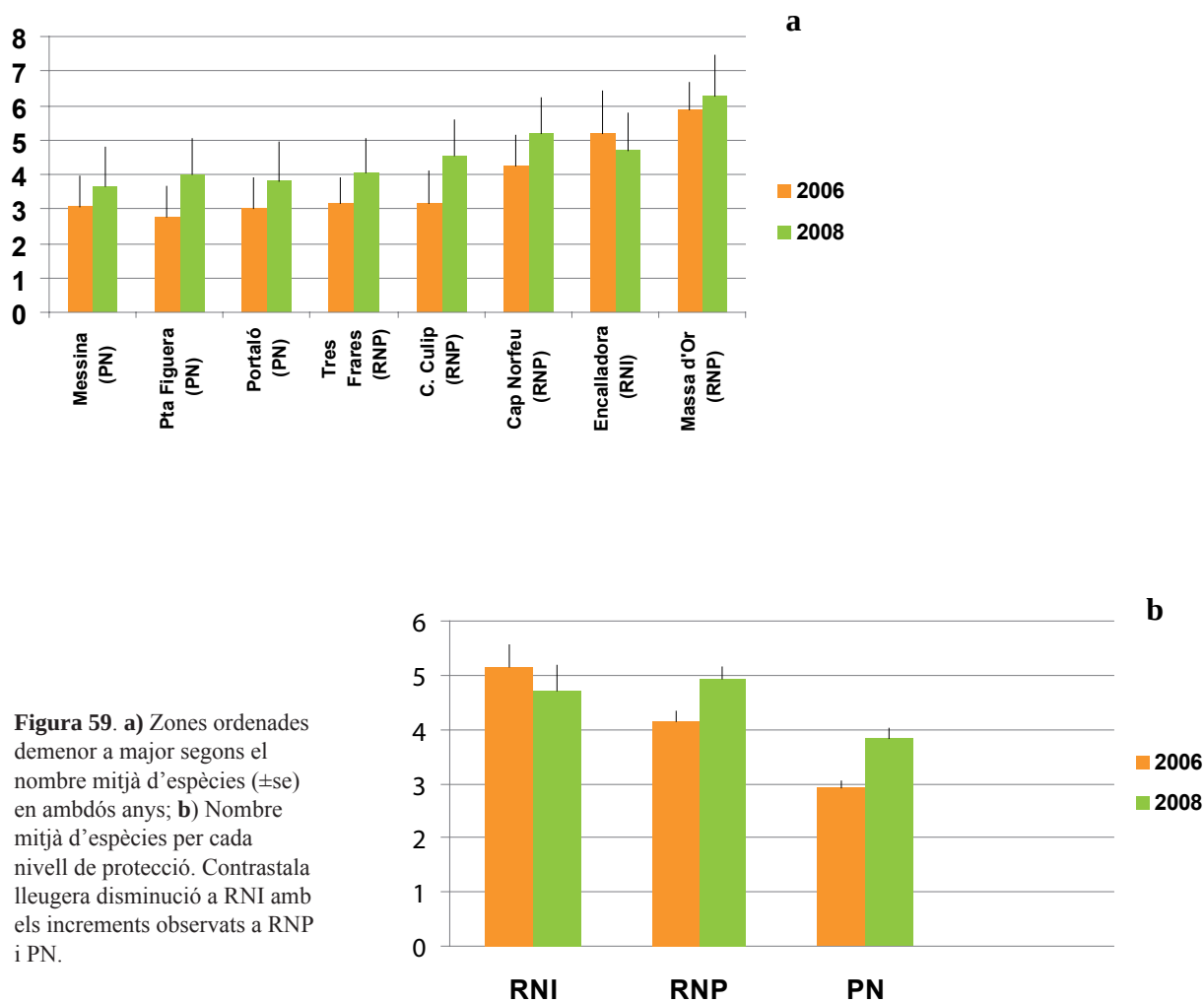
Tenint en compte les zones, les diferències en la biomassa mitjana observades de l'any 2006 al 2008 són similars a les que s'han constatat en el nombre mitjà d'espècies: en general hi ha un increment generalitzat, molt marcat en zones corresponents a PN, com ara l'illa Messina i la Pta. Figuera, i menys acusat en les altres zones. Com en el cas del nombre d'espècies, l'excepció a l'augment generalitzat és l'Encalladora, a la reserva integral (RNI), que experimenta una lleugera davallada respecte de 2006 (figura 61a). A grans trets, però, entre zones es

manté la pauta observada a l'any 2006: les biomasse màximes es donen a la Massa d'Or (RNP) i l'Encalladora es donen a la Massa d'Or (RNP) i l'Encalladora (RNI) a les que s'hi afegeix el Cap Norfeu (RNP). L'increment de la biomassa mitjana a l'illa Messina (PN) de 2006 a 2008 fa que, malgrat que aquesta zona no és protegida, presenti valors superiors als de zones parcialment protegides com Cala Culip i els Tres Frares (figura 61a). Malgrat tot, les diferències interanuals no són significatives, ni hi ha interacció entre any i localitat. L'únic factor que produeix un efecte significatiu és la localitat, degut a la marcada –i significativa– diferència de biomassa que hi ha entre la Massa d'Or (RNP) i la resta de zones. Això no és sorprenent si hom té en compte que la biomassa mitjana de la Massa d'Or és més del doble de la màxima assolida a l'Encalladora, l'any 2006 i quintuplica el valor obtingut a la Pta. de la Figuera l'any 2008 (figura 61a).

Comparant els nivells de protecció entre ambdós anys (figura 61b), hom comprova que hi ha un increment notable de la biomassa a l'àrea no protegida (PN) i

que aquesta es manté, amb un lleuger augment, a la reserva parcial (RNP) per a disminuir a la reserva integral (RNI). Tot i aquestes diferències, la gran variància en les dades i llur mala qualitat estadística, fan que l'anàlisi de la variància no doni cap altra diferència significativa que no sigui la deguda a la protecció. En aquest sentit, les biomasses mitjanes de RNI i RNP són similars entre elles i significativament superiors a la de PN (RNI=RNP>PN).

La biomassa de grans piscívors segueix, a grans trets (figura 62a), la pauta de la biomassa total: els valors màxims corresponen a les àrees protegides RNI i RNP i són significativament superiors als observats a l'àrea no protegida (RNP=RNI>PN). A la reserva natural integral (RNI), es produeix un increment de la biomassa dels grans piscívors que contrasta amb la disminució de la biomassa total. Globalment, l'àrea de parc natural, no protegit (PN), experimenta un increment important de la biomassa mitjana de grans piscívors que es multiplica gairebé per 7 de l'any 2006 al 2008 (figura 62b).



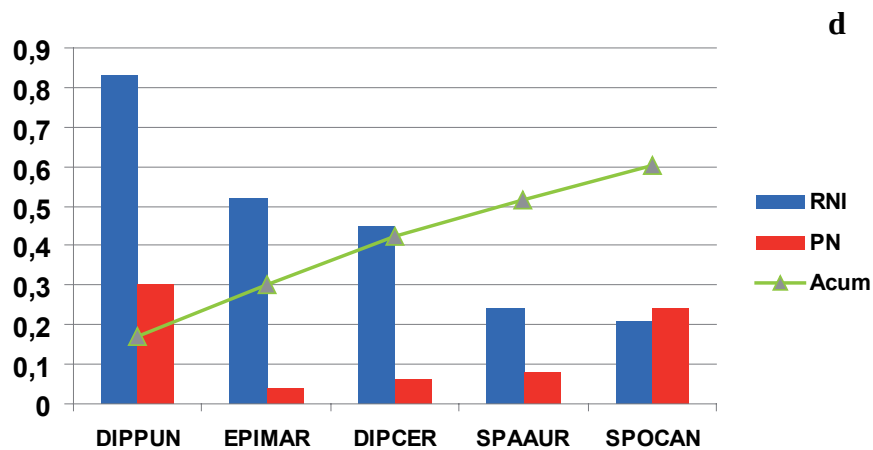
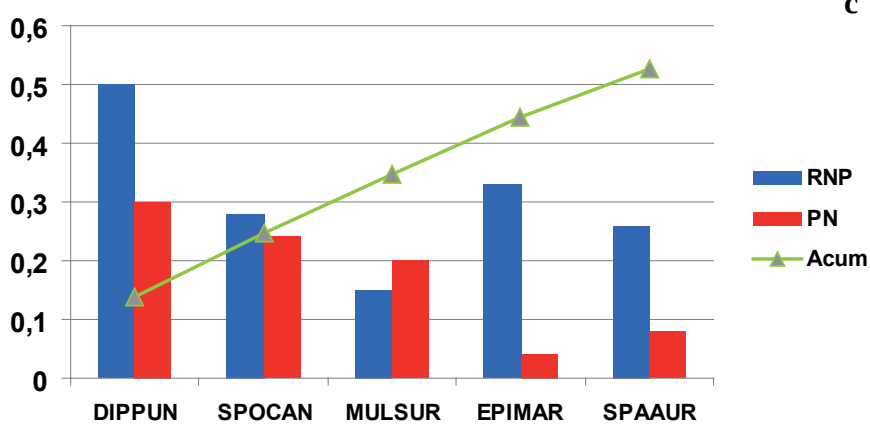
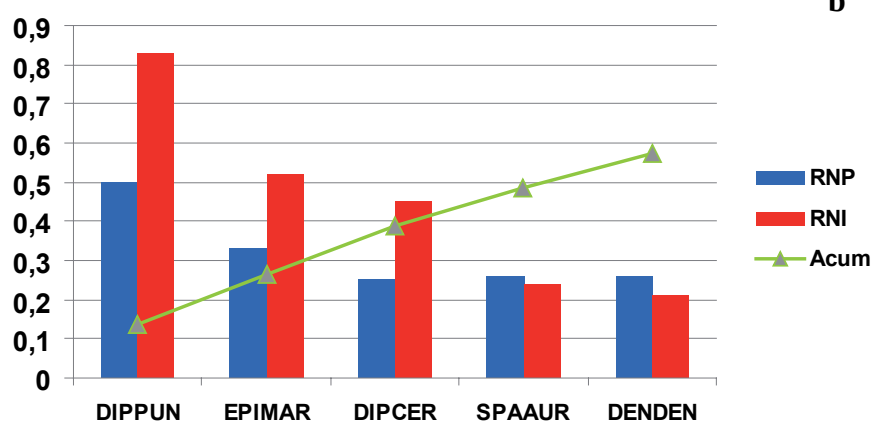
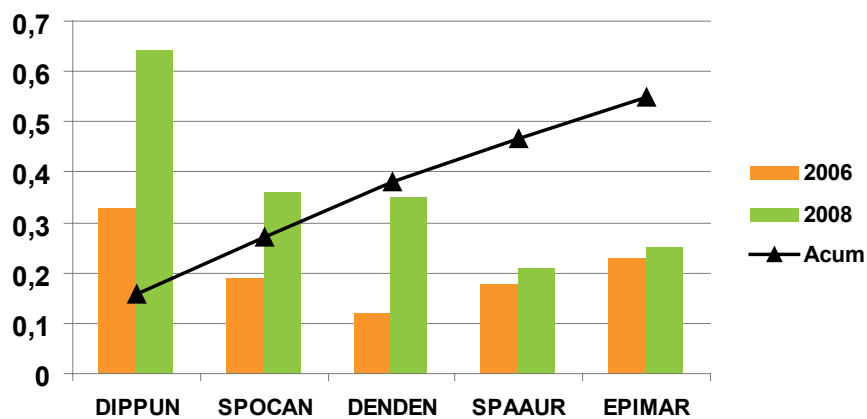


Figura 60. Freqüències relatives i percentatge de dissimilitud acumulada de les 5 espècies que més pesen en explicar les diferències qualitatives entre anys (a) i entre els diferents nivell de protecció: b) RNP vs RNI; c) RNP vs PN; d) RNI sv PN

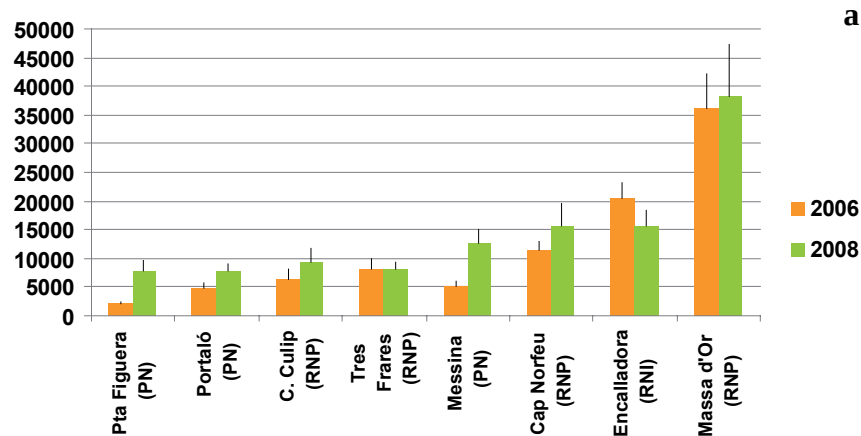


Figura 61. Biomassa mitjana ($\text{g} \times 500\text{m}^2 \pm \text{se}$) per zona (a) i per nivell de protecció (b) en ambdós anys de mostreig

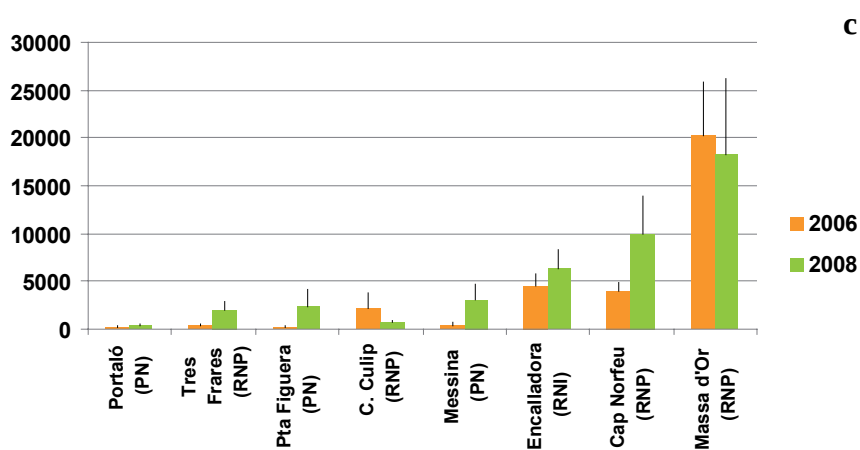
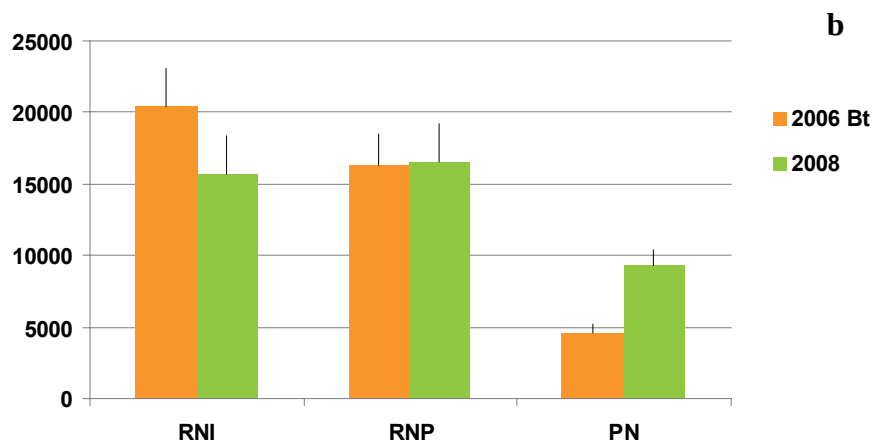
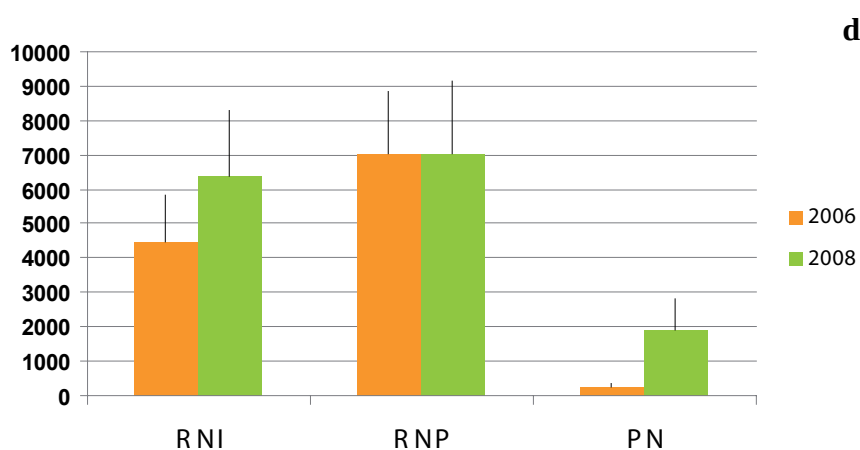


Figura 62. Biomassa mitjana de grans piscívors ($\text{g} \times 500\text{m}^2 \pm \text{se}$) per zona (a) i per nivell de protecció (b) en ambdós anys de mostreig



Efecte de la protecció en les espècies altament vulnerables

El mero (*Epinephelus marginatus*).

Ordenant les zones en funció de les densitats mitjanes dels meros (figura 63a) es pot veure, la gradació existent entre les zones corresponents a les àrees de parc natural (PN), que són les que presenten les densitats més baixes, i les zones de les àrees parcialment protegides (RNP) o totalment protegides (RNI), amb unes densitats més elevades. El que sobta més, però, és la important disminució de la densitat de meros a la Massa d'Or de 2006 a 2008 (de 2,6 ind. 500m⁻² a només 0,7 ind. 500m⁻²). Dit en poques paraules, aquesta zona passa de ser la més poblada del Cap de Creus l'any 2006 a ser la tercera després de l'Encalladora i el Cap Norfeu, l'any 2008. Com a conseqüència d'aquesta davallada, els resultats de l'anàlisi de la variància demostren que les diferències entre ambdós anys gairebé són significatives i que es produeix una interacció entre l'any i la localitat, la qual cosa vol dir que no totes les localitats han variat en el mateix sentit, com és el cas de la Massa d'Or. Tot i així, encara es mantenen les diferències que ja es varen veure el 2006 entre les zones amb una densitat més elevada (Massa d'Or, L'Encalladora i Cap Norfeu) i les que la presenten més baixa, que són, llevat de l'illa Messina, que se situa en valors molt propers als de Cala Culip (RNP), totes les no protegides (PN). Cal destacar, també, l'augment de la densitat de meros als Tres Frares (RNP) que gairebé quadruplica el valor obtingut l'any 2006. La davallada del nombre mitjà de meros a la Massa d'Or també es fa notar en la comparació entre els diferents nivells de protecció en ambdós anys. Com es pot veure (figura 63a), la variació més important de 2006 a 2008 és la notable disminució que es produeix a RNP. Malgrat tot, l'únic efecte que l'anàlisi de la variància reflecteix com a significatiu és degut al

nivell de la protecció; és a dir, que els valors més elevats, agrupant ambdós anys, segueixen sent els de les àrees protegides (RNI=RNP>PN).

Pel que fa a les talles, les coses han variat força d'un any (figura 64a) a l'altre (figura 64b): les talles mitjanes augmenten en tots els nivells de protecció i també les talles màximes, tant a la reserva natural integral (de 70cm a 85cm,) com a la reserva natural parcial (de 90 a 110cm). En l'àmbit del parc natural, no protegit, la talla màxima observada no passa dels 55 cm. Donada la davallada de densitat mitjana de meros a la Massa d'Or també paga la pena fer una ullada a les talles d'aquesta zona (figura 64c). En el histograma es pot veure la clara disminució d'efectius (de 77 meros observats el 2006 s'ha passat a només 10 el 2008) i la desaparició dels inventaris de 2006 dels exemplars més grossos, que es corresponen amb els grans macles que caracteritzaven la que hauria de ser la segona concentració reproductora de la Costa Brava en quant al nombre d'exemplars. Ara la major concentració de meros al Cap de Creus se centra en el Cap Norfeu, a on el nombre d'exemplars grossos (Lt > 80cm) s'ha incrementat força. A l'Encalladora (RNI) hi manquen els grans exemplars, tot i que la talla màxima estimada en aquesta zona ha passat del 70cm de 2006 als 85cm de 2008 (figures 64a i b).

Globalment, la biomassa mitjana de meros al Cap de Creus ha disminuït un xic de 2006 a 2008, com a conseqüència de la disminució de meros a la Massa d'Or (figura 65a) que, en termes de biomassa ha resultat ser més de tres vegades inferior a la de 2008. A les altres zones destaca el creixement de la biomassa de meros al Cap Norfeu i la dels Tres Frares (RNP) així com la relativa estabilitat de l'Encalladora, a on la biomassa augmenta només una mica (figura 65a). Com sigui, aquests canvis entre anys no són significatius ni tampoc hi ha interacció entre any i protecció; l'anàlisi de la variància només assenjala com a significativa la diferència entre nivells de protecció (RNI=RNP>PN) (figura 65b)

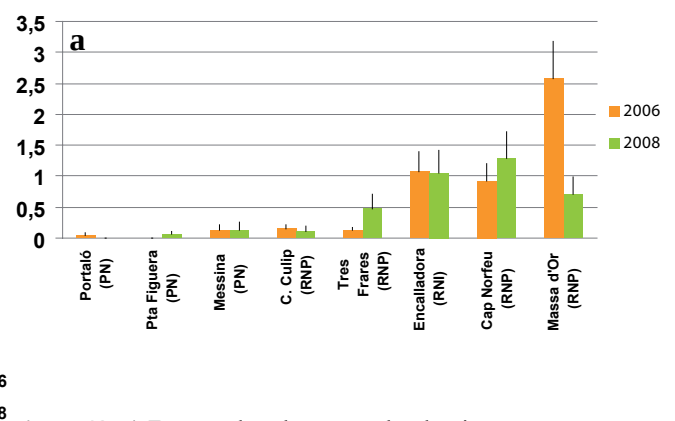
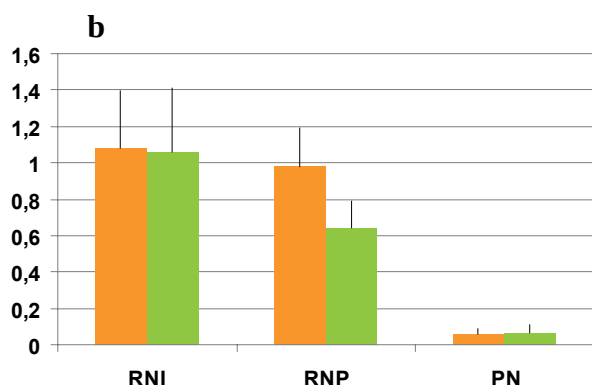


Figura 63. a) Zones ordenades segons les densitats mitjanes de meros (nº ind. X 500m⁻²); b) densitats mitjanes de mero pec cada nivell de protecció. Tan a la figura a com a la b es fa palesa la disminució de la densitat de meros a la Massa d'Or (RNP)

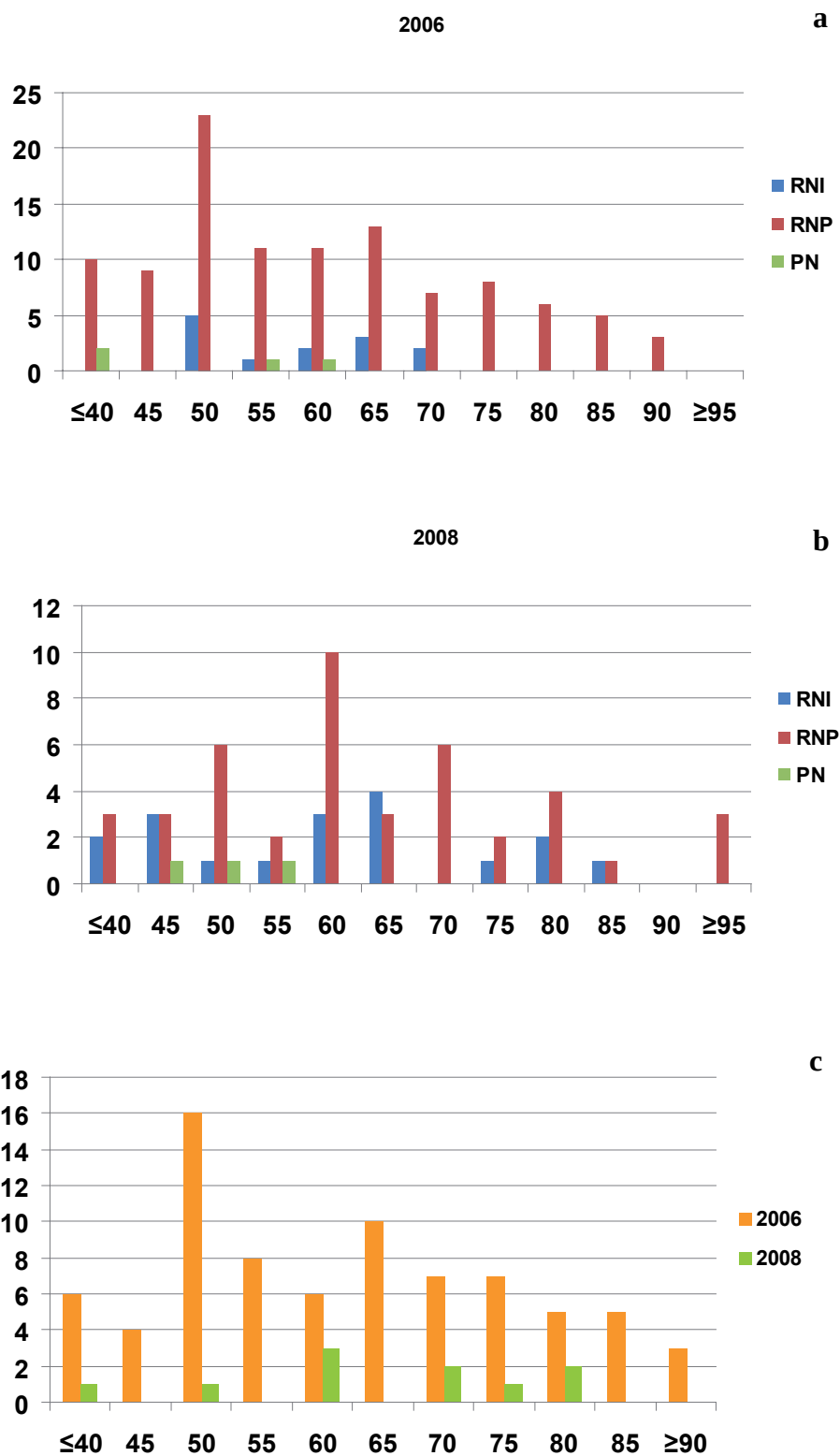


Figura 64. Histograma de les talles dels meros del Cap de Creus els anys 2006 (a) i 2008 (b) segons el nivell de protecció i detall dels canvis en distribució de talles a la Massa d'Or de 2006 a 2008.

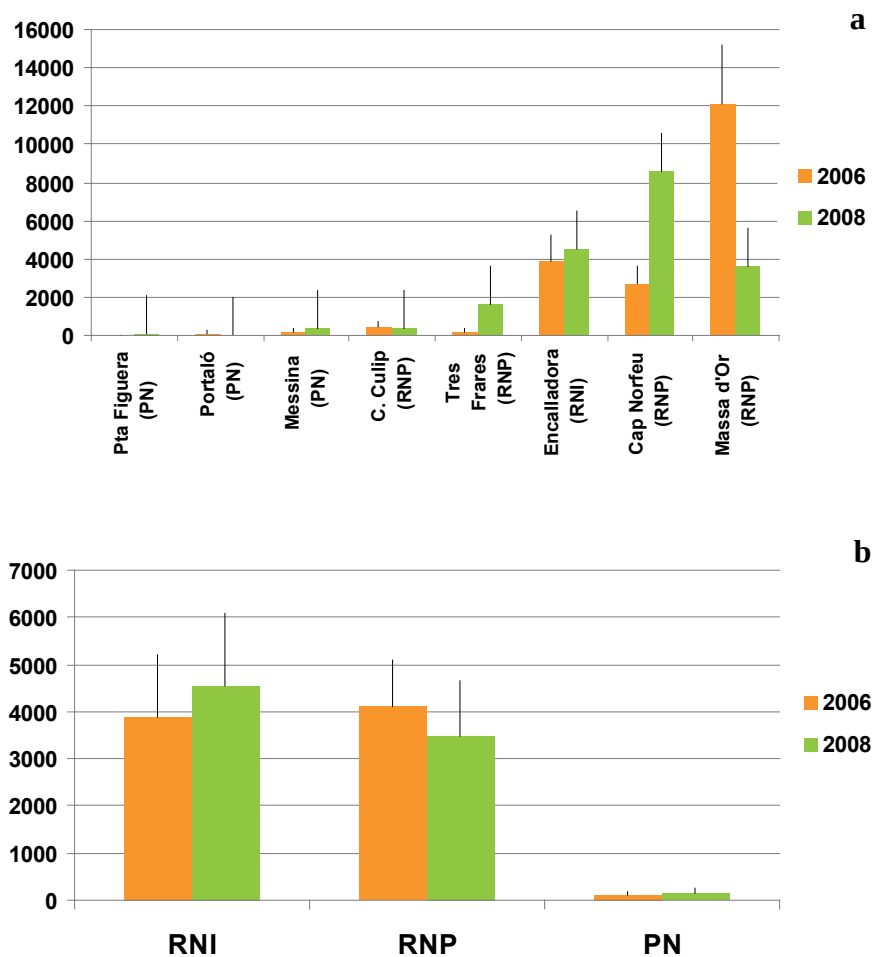


Figura 65. Zones ordenades de menys a més segons la biomassa mitjana ($\text{g} \times 500\text{m}^2$) dels meros al Cap de Creus els anys 2006 i 2008 (a) i valors mitjanes a cada nivell de protecció i any.

El déntol (*Dentex dentex*)

El déntol ha experimentat una marcada pujança al Cap de Creus; d'una banda s'ha fet més freqüent, essent present a totes les zones mostrejades l'any 2008, i de l'altra, també força més abundant, incrementant les densitats mitjanes gairebé arreu llevat de l'Encalladora a on ha estat observat un lleuger descens (figura 66a). L'augment més espectacular és el que s'ha produït a l'Illa Messina (PN) a on s'ha passat de l'absència de l'espècie, l'any 2006, a ser la zona amb la densitat més elevada del 2008. Malgrat tot, les dades densitat dels déntols presenten unes variàncies molt elevades i una mala qualitat estadística, en general. Tot i això, els resultats de l'anàlisi de la variància només donen com a significatives la diferència entre anys (2008>2006), recollint així l'augment generalitzat de l'espècie arreu.

Amb les dades agrupades per cada nivell de protecció es pot comprovar com la densitat de déntols ha augmentat molt a PN (més d'11 vegades), i apreciablement a RNP, mentre que ha disminuït

un xic a RNI (figura 66b). Malgrat aquestes variacions tan evidents, l'anàlisi només dona com a quasi significatives les diferències entre anys (2008>2006).

Les mides dels déntols també han experimentat força variacions d'un any a l'altre (figura 67a i b); de fet, el creixement en la densitat mitjana s'ha produït per una forta entrada d'individus relativament joves ($L_t \leq 50\text{cm}$) a la població. Els exemplars més grossos han estat observats fora de l'àmbit protegit, amb una talla màxima de 90cm (observat a la Pta. de la Figuera, PN).

L'increment de la densitat es nota també en la distribució de la biomassa entre les localitats que han estat mostrejades (figura 68a); l'illa Messina és la que presenta la biomassa mitjana més elevada, però també són molt notables els increments experimentats a la Punta de la Figuera (PN) i la Massa D'Or (RNP). Amb les dades agrupades per cada nivell de protecció es fa ben palès l'augment de biomassa de déntols (figura 69b) en l'àmbit no protegit (més de 33 vegades superior). Malgrat tot, l'anàlisi de la variància no dona cap resultat que sigui significatiu.

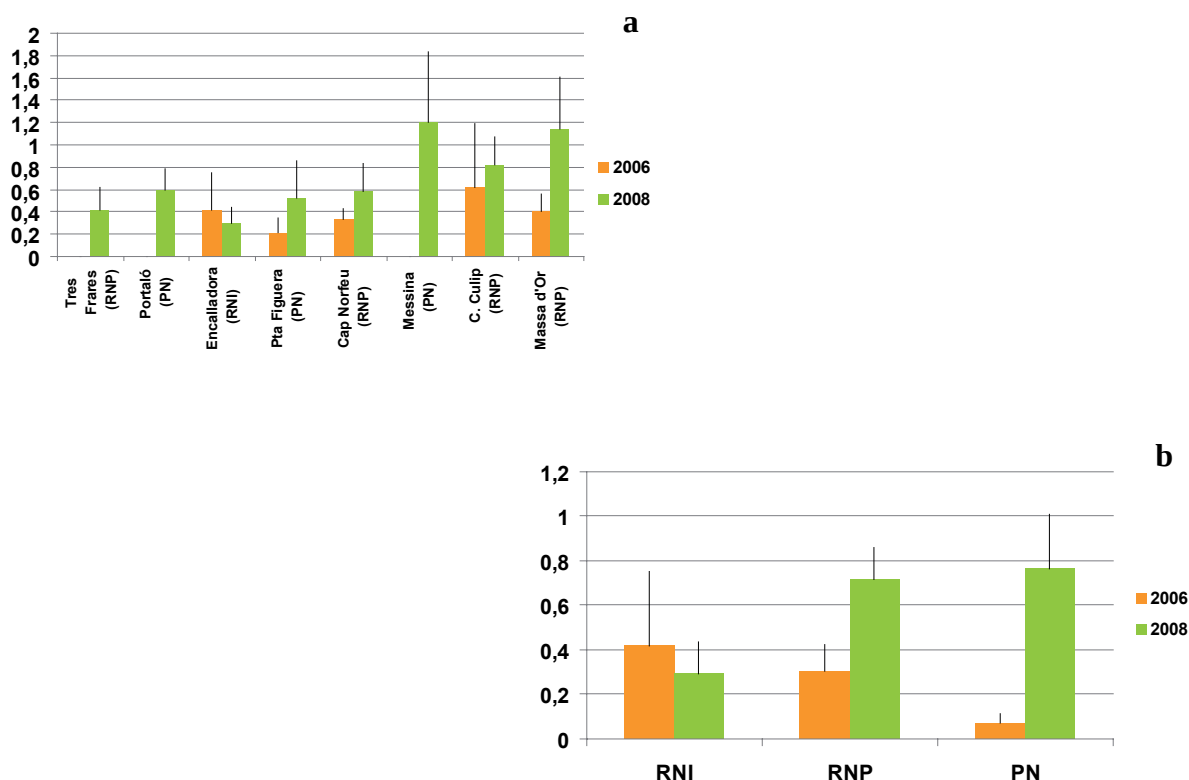


Figura 66. a) Densitats mitjanes de déntols a les diferents zones mostrejades del Cap de Creus els anys 2006 i 2008; b) la densitat de déntols ha tendit a augmentar a la reserva parcial (RNP) i l'àrea no protegida (PN) i ha disminuït lleugerament a la reserva integral (RNI)

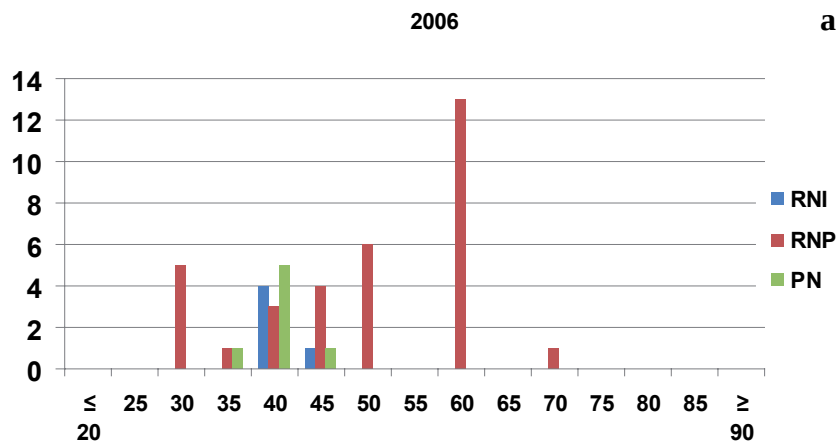


Figura 67. Distribució de talles de déntols als diferents nivells de protecció l'any 2006 (a) i 2008 (b). Cal resaltar l'increment dels individus grossos a l'àrea no protegida (PN).

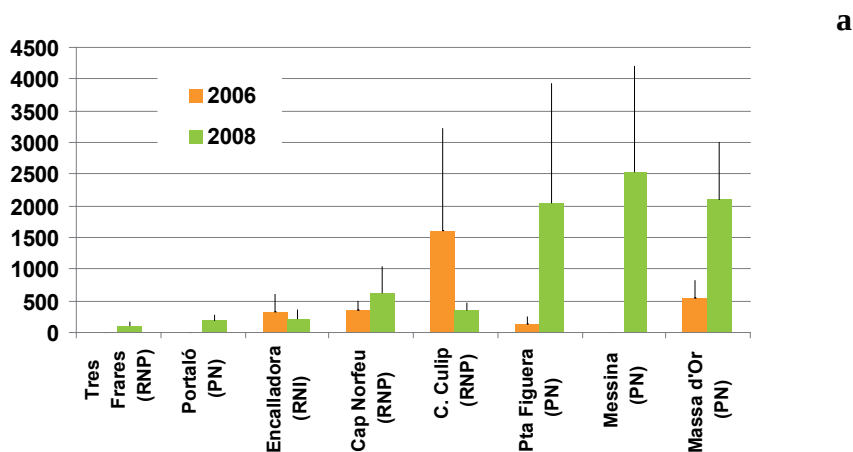
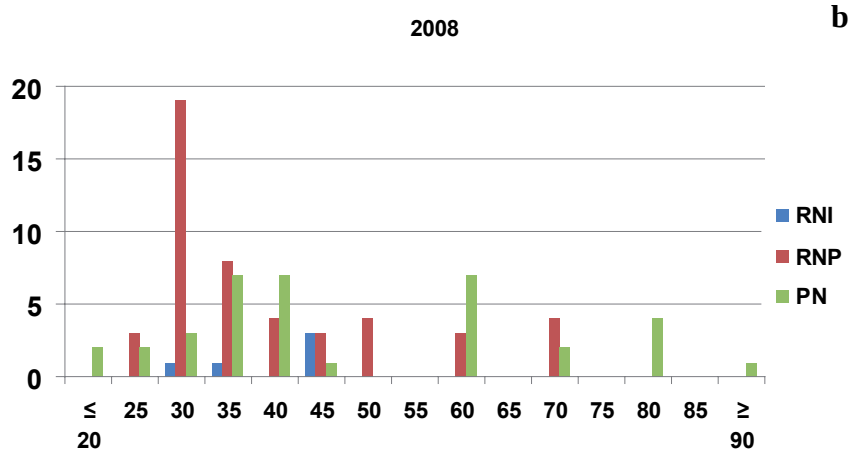
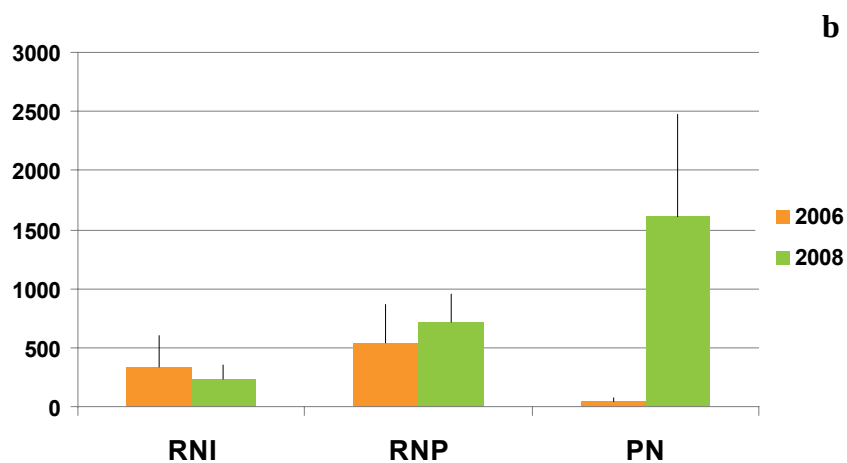


Figura 68. a) Biomassa mitjana (g x 500m-2) de déntols per zona els anys 2006 i 2008; **b)** l'increment de biomassa ha esta notable a l'àrea no protegida (PN) l'any 2008.



El sarg imperial (*Diplodus cervinus*)

Globalment, la densitat mitjana del sarg imperial (*D. cervinus*) varia molt poc de 2006 a 2008, si bé hi ha algunes diferències entre zones que recorden molt les que hom ha observat en el cas del déntol: hi ha un increment en la freqüència de l'espècie que apareix en zones a on era absent el 2006, com Portaló (PN) i Pta. Figueres (PN), i s'incrementa a l'illa Messina (PN), Cala Culip (RNP) i, sobre tot, a la Massa d'Or (RNP). Ben al contrari, la densitat disminueix apreciablement a l'Encalladora (RNI) i Cap Norfeu (RNP) (figura 69a). L'anàlisi de la variància no recull aquestes diferències com a significatives, però manté les diferències entre zones; en aquest sentit val a dir que les densitats mitjanes de la Massa d'Or (RNP) són significativament superiors a les de la resta de zones excepte les de l'Encalladora (RNI).

Entre els tres nivells de protecció els resultats són similars: l'espècie augmenta molt a l'àrea no protegida (PN), tot i que encara es manté molt per sota dels valors als que arriba a reserva natural parcial (RNP) i a la reserva natural integral (RNI), malgrat la davallada experimentada de 2006 a 2008 (figura 69b). No hi ha diferència significativa en funció de l'any, però sí entre els diferents nivells de protecció: la densitat mitjana del sarg soldat és significativament més elevada a RNI i RNP que a PN (RNI=RNP>PN) i aquesta diferència es manté d'un any a l'altre, ja que no hi ha interacció significativa entre ambdós factors (any i protecció).

Excepte en l'àrea no protegida, el sarg soldat presenta un increment notable de les talles mitjanes a RNI (de 34,9cm a 39,8cm) i RNP (de 35 a 40cm) del 2006 al 2008, degut a una freqüència més elevada d'exemplars grossos; tal i com es pot veure als histogrames (figura 70 a i b), la classe modal passa de 36 a 42cm a RNI i de 36 a 46 cm a RNP. El baix nombre d'exemplars observat a PN fa que la comparació de talles entre anys no tingui gaire sentit, tot i que, com es pot veure, les talles dels 9 exemplars de *D. cervinus* de l'àrea no protegida (PN) són força variades.

Malgrat que les diferències de biomassa entre ues zones i les altres són encara més acusades que en el cas de les densitats, no pot negar-se que es nota l'efecte de la protecció ja que els valors menors es presenten indefectiblement en les zones no protegides (PN), tot i l'augment relatiu que s'hi ha produït (figura 71 a). En general, la biomassa mitjana segueix la mateixa pauta que la densitat, tal i com ho demostren els resultats de l'anàlisi de la variància que només donen com a significativa la diferència entre zones; la biomassa mitjana de la Massa d'Or (RNP) és significativament superior a la de la resta de zones excepte la de l'Encalladora (RNI). Amb els valors agrupats en cada nivell de protecció (figura 71 b) passa alguna cosa similar: les variacions entre anys no són significatives ni hi ha interacció entre any i protecció, però la biomassa mitjana d'ambdues àrees protegides és significativament superior a la del parc natural (RNI= RNP>PN).

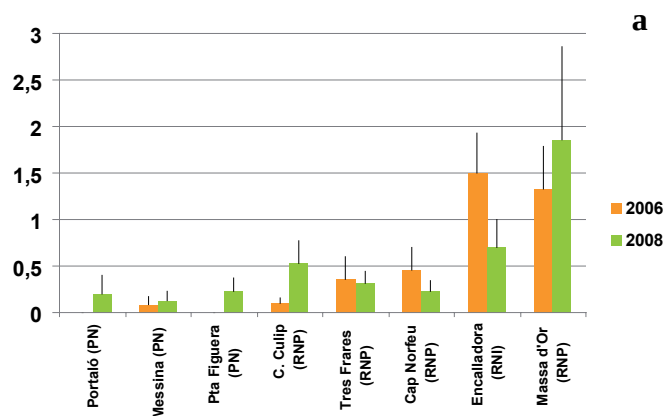
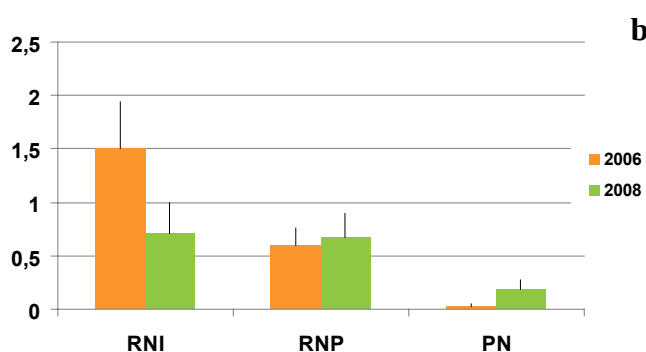


Figura 69. Densitats mitjanes de sarg imperial per zona (a) i nivell de protecció (b) els anys 2006 i 2008.



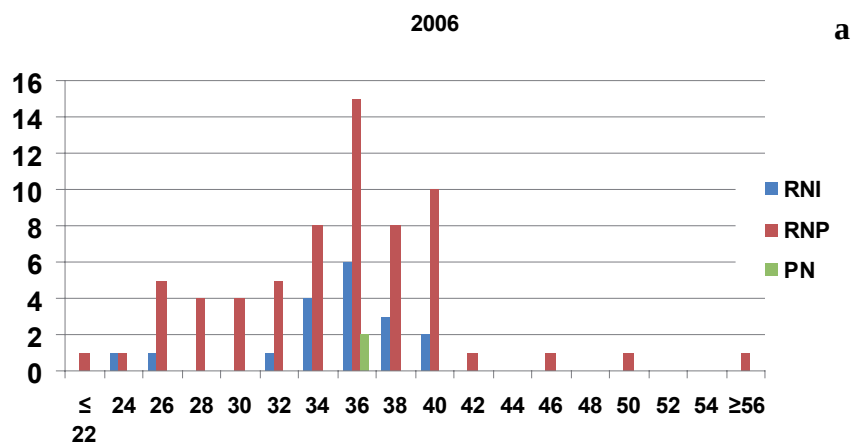


Figura 70. Distribució de talles a cada nivell de protecció dels sargs imperials els anys 2006 (a) i 2008 (b). Pot observar-se l'increment dels exemplars grossos l'any 2008

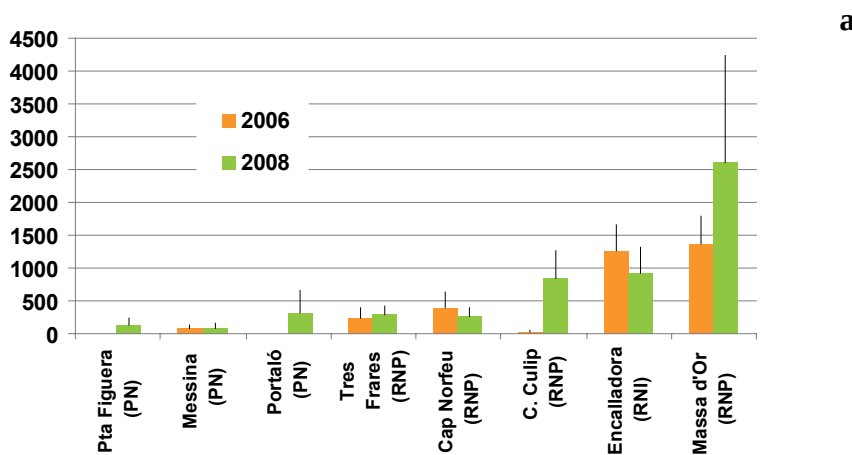
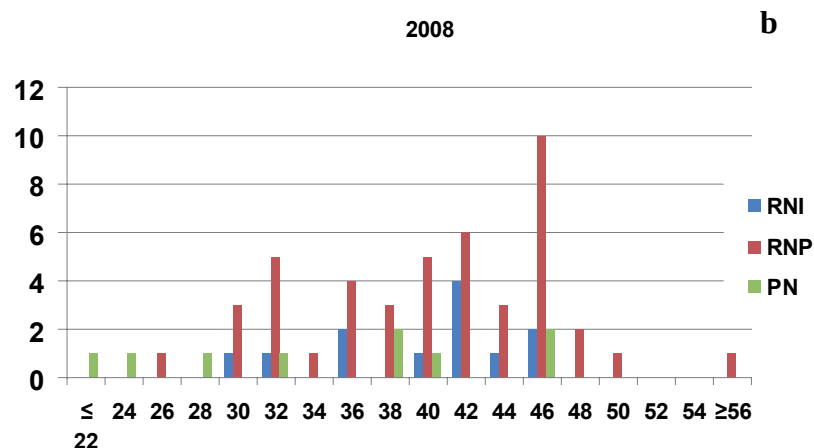
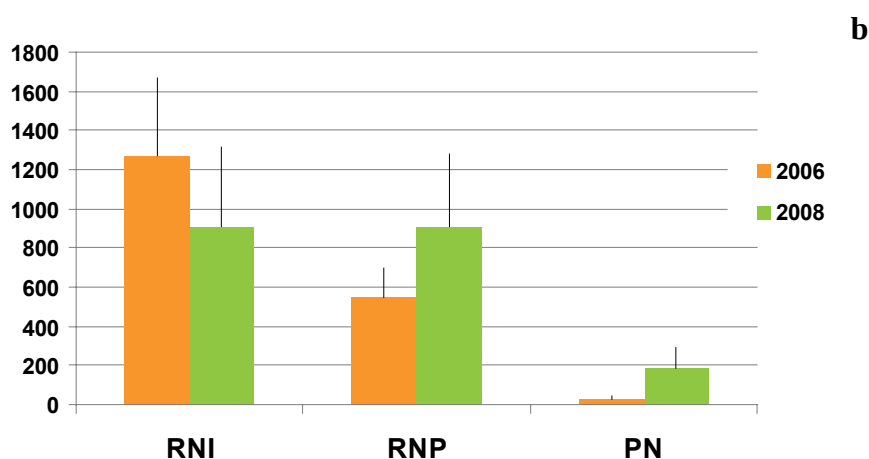


Figura 71. Biomassa mitjana de sargs imperials per zona (a) i nivell de protecció (b) els anys 2006 i 2008.



El llobarro (*Dicentrarchus labrax*).

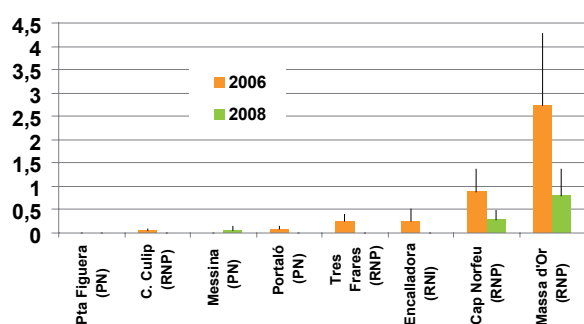
Hom podria dir que el llobarro (*Dicentrarchus labrax*) és gairebé exclusiu de les zones protegides (RNI i RNP), ja que llur presència a les no protegides de l'illa Messina i Pta. Figures (PN) és merament testimonial. Fins i tot en les zones en que aquesta espècie era relativament abundant l'any 2006 (Cap Norfeu i la Massa d'Or, RNP), la densitat mitjana ha disminuït apreciablement (figura 72a) l'any 2008, desapareixent d'aquelles zones a on la densitat ja era molt baixa el 2006 (Tres Frares, L'Encalladora i Cala Culip). Tot i així, la mala qualitat estadística de les dades, que contenen un gran nombre de zeros, fa que l'anàlisi de la variància no produeixi cap diferència que sigui significativa.

Alguna cosa similar passa en comparar els diferents nivell de protecció: no hi ha interacció significativa entre anys i la protecció, ni efecte de l'any, malgrat

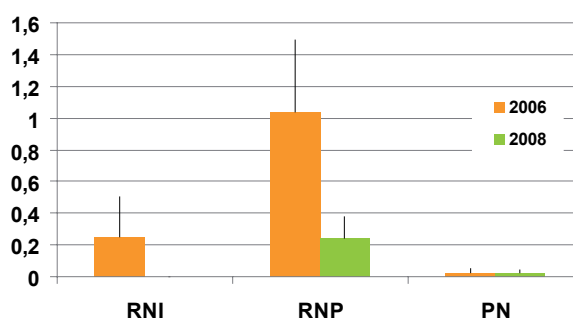
la dràstica disminució de la densitat mitjana de 2006 a 2007 (figura 72b); ni tan sols diferències significatives entre els nivells de protecció.

Pel que fa a les talles, poca cosa hi ha que dir que en vista de la baixa quantitat d'exemplars que han estat observats; la majoria d'exemplars (117) provenen de la campanya de 2006, ja que el 2008 només se'n varen veure 17, la majoria dels quals (16) en les zones de la reserva natural parcial (RNP). El baix nombre d'individus fa difícil qualsevol comparació (figura 73)

La biomassa mitjana dels llobarros al Cap de Creus ve igualment condicionada pel baix nombre d'exemplars de 2008 i la concentració d'aquests a la Massa d'Or (RNP). En qualsevol cas, l'elevat nombre de zeros i l'enorme variància entre comptatges fa que les anàlisis de la variància no donin resultats significatius en cap cas, malgrat les evidents diferències anuals i entre nivells de protecció (figures 74a i b).



a



b

Figura 72. Densitat mitjana dels llobarros per zona (a) i per nivell de protecció (b). Pot comprovar-se la davallada de 2006 a 2008 i la concentració de l'espècie en algunes zones.

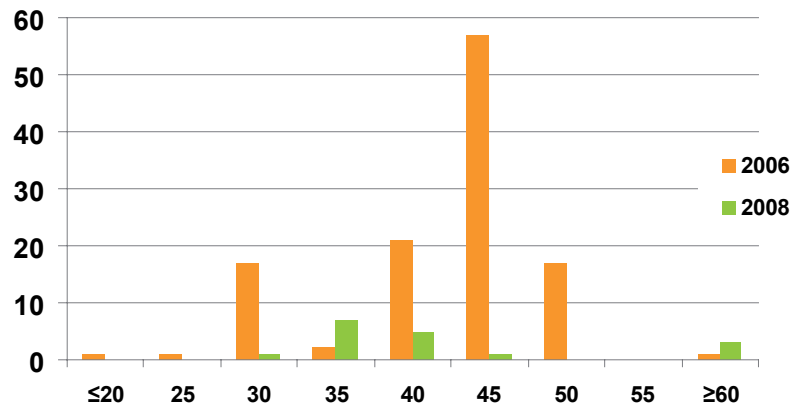


Figura 73. Distribució de talles dels llobarros al Cap de Creus els anys 2006 i 2008. La manca d'exemplars fa que no pagui la pena representar els diferents nivells de protecció.

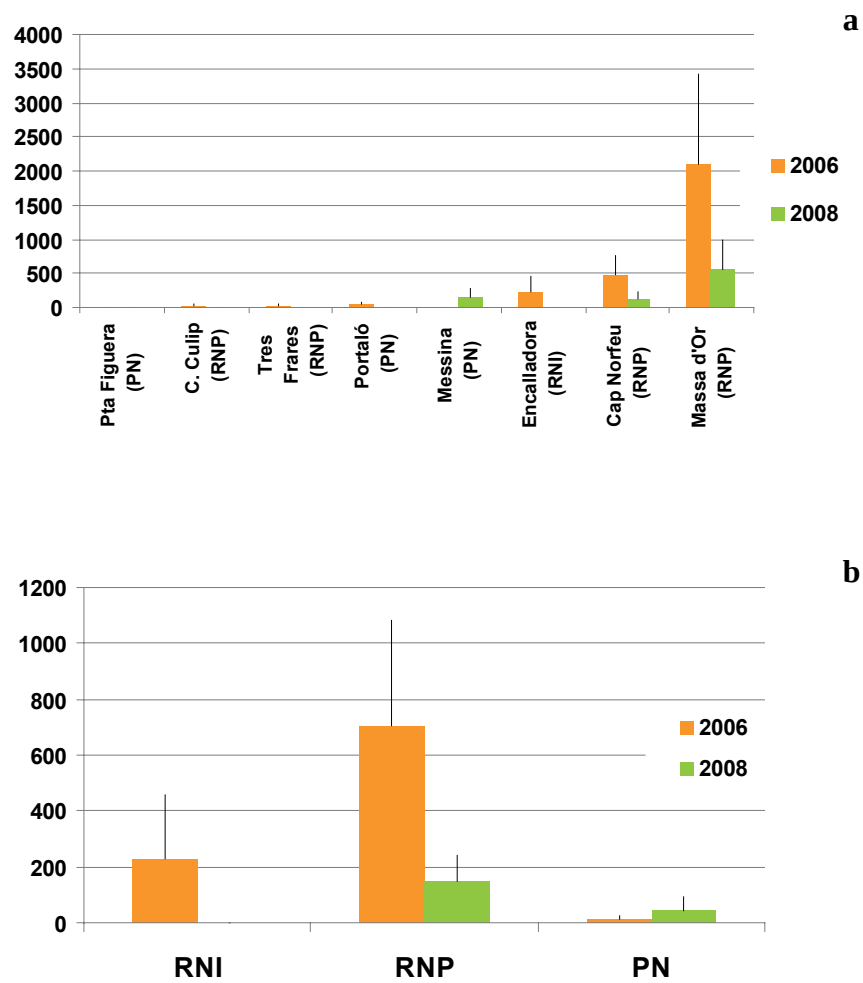


Figura 74. Biomassa mitjana de llobarros a les diferents zones del Cap de Creus (a) i a cada nivell de protecció (b). La disminució d'un any a l'altre és molt evident a les àrees protegides.

La daurada (*Sparus aurata*).

La distribució de la daurada (*Sparus aurata*) a les zones del Cap de Creus contrasta amb la del llobarro: la daurada ha estat present a totes les zones que han estat mostrejades l'any 2008 (figura 75a), amb un notable augment de la densitat a la Massa d'Or (RNP) i una forta disminució a l'Encalladora (RNI). Tot i que amb unes densitats força baixes i amb evidents diferències, la daurada també ha aparegut en zones en les que el 2006 era absent com són l'illa Messina i la Pta. Figueres. La gran concentració d'exemplars a la Massa d'Or (RNP) condiciona els resultats de l'anàlisi de la variància que només dona com a significativa la diferència entre localitats, sent la densitat mitjana de la Massa d'Or superior a les de tota la resta excepte de les de l'Encalladora.

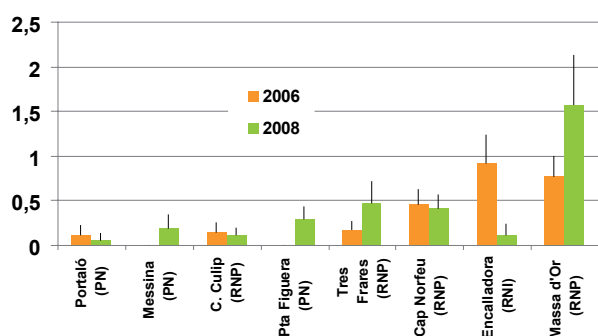
Entre nivells de protecció els resultats de l'anàlisi són molt similars: l'augment de la densitat de daurades a la reserva parcial (RNP) el 2008 fa que aquesta àrea presenti una densitat mitjana significativament superior a la del parc natural (PN) no protegit, però similar a la de la reserva natural integral (RNI) degut a l'elevada densitat mitjana de l'espècie en aquesta àrea l'any 2006 (RNP>PN; RNP=RNI). Malgrat que les diferències anuals en els nivells de protecció són

notables (figura 17b) no hi ha interacció significativa entre any i protecció.

Les talles mitjanes s'incrementen en tots els nivells de protecció, excepte al parc natural, no protegit (PN). En tot cas, aquest increment és notable a la reserva natural parcial (RNP), que és l'únic lloc a on el nombre d'exemplars és prou elevat per treure'n alguna conclusió vàlida (de 37,2cm el 2006 passa a ser de 40cm el 2008). L'increment es produeix degut a la major freqüència d'exemplars de més de 44cm de longitud total (figures 76a i b).

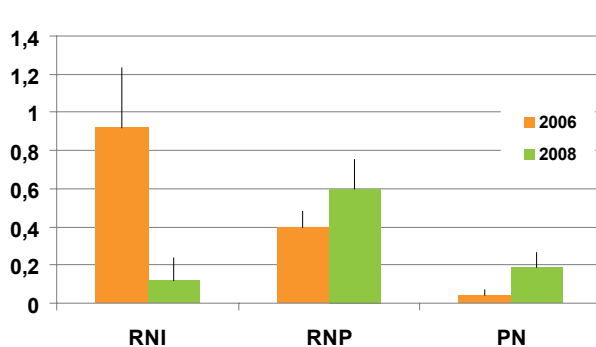
Pel que fa a la biomassa mitjana, hom pot veure que presenta una distribució entre zones molt similar a la de la densitat mitjana, amb una concentració, encara més marcada, a la zona de la Massa d'Or. La comparació de valors mitjans entre anys i zones només dona com a resultat que la biomassa mitjana de la daurada a la Massa d'Or wés significativament superior a les de la resta de zones (figura 77a).

Entre nivells de protecció, i com és previsible, la biomassa mitjana més elevada es dona a la reserva natural parcial (RNP) sent aquest l'únic resultat significatiu de l'anàlisi de la variància, tot i que la variació anual en cada nivell de protecció ha estat notable (figura 77b).

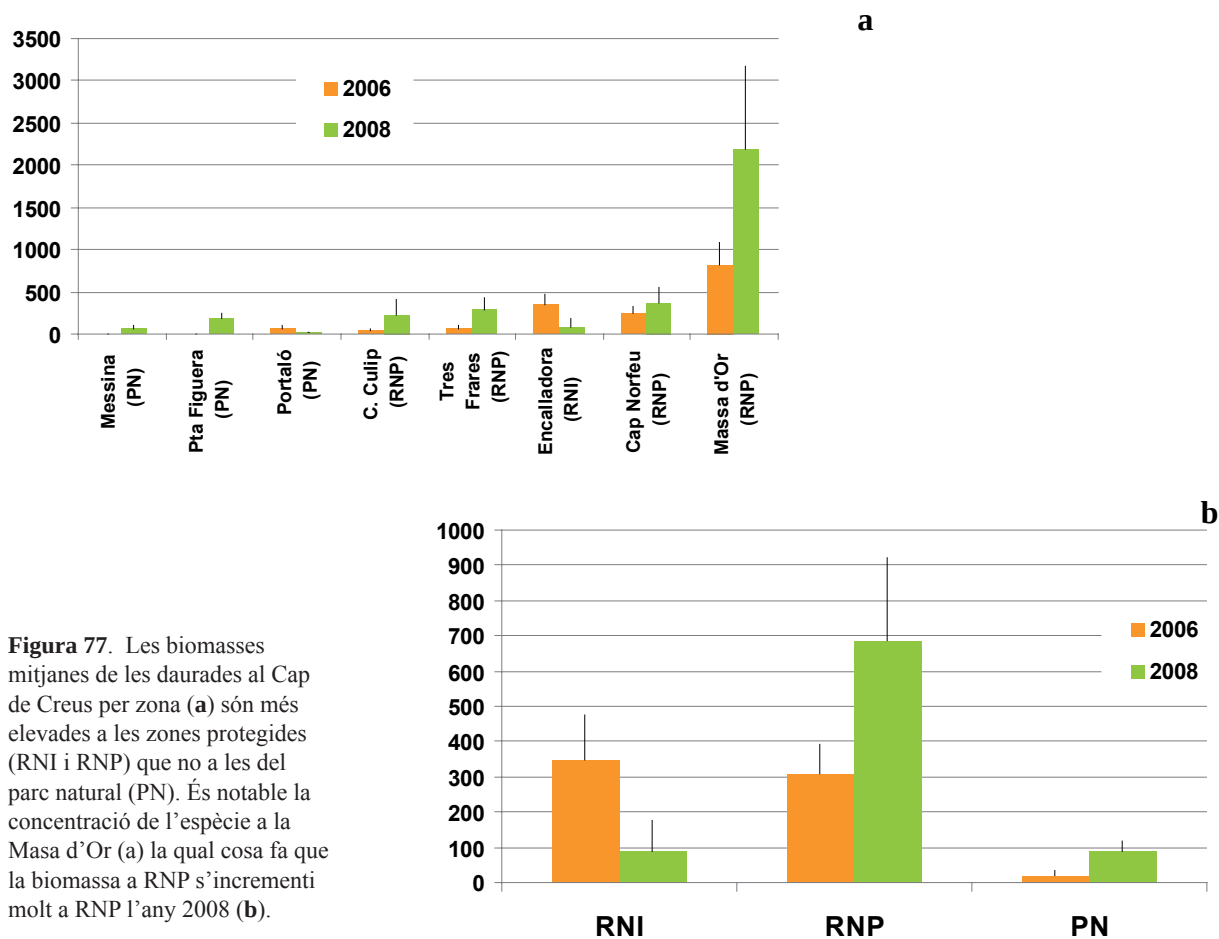
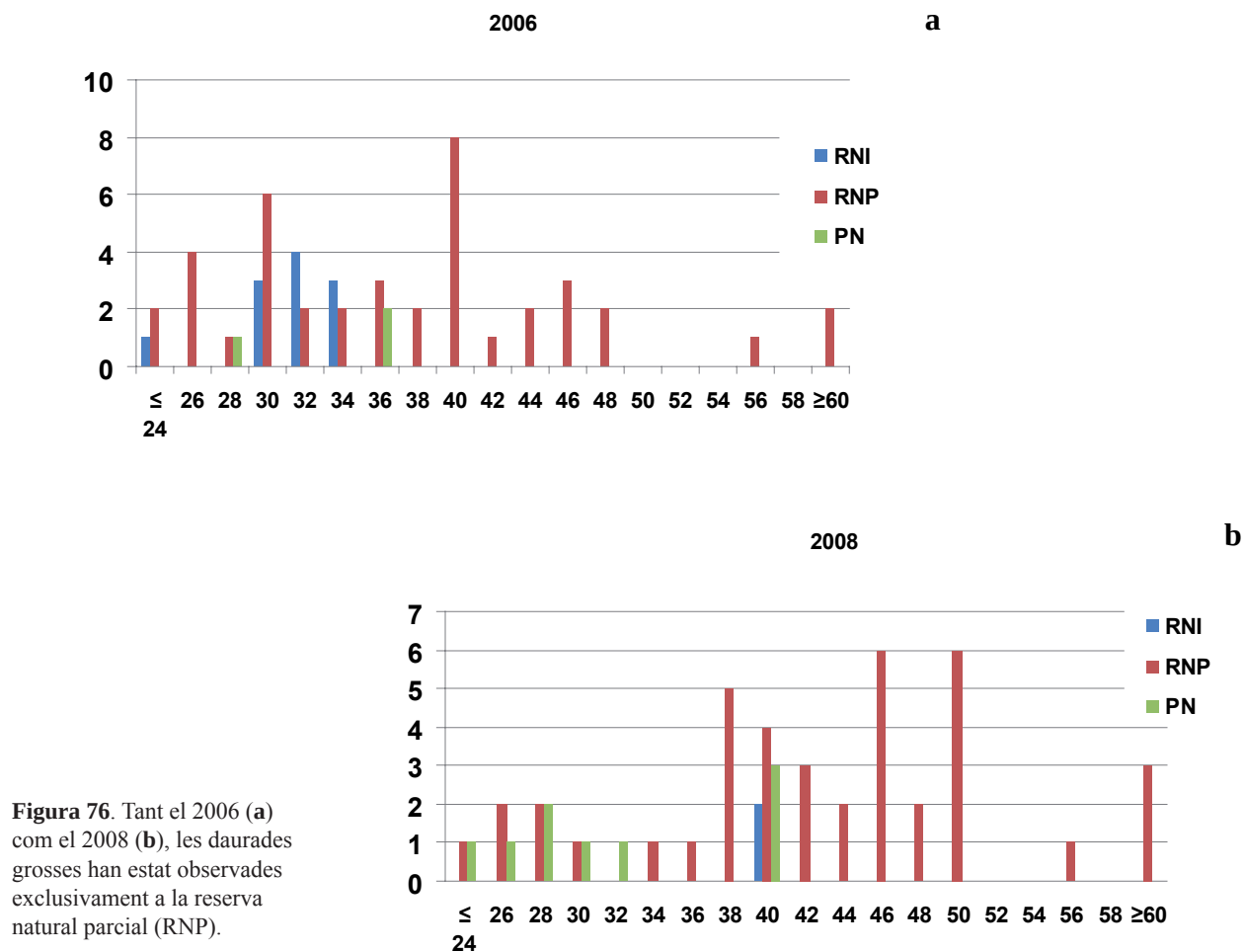


a

Figura 75. Tot i que les diferències en la densitat mitjana de daurades entre zones són notables, la daurada és prou freqüent al Cap de Creus (a) a on ha augmentat tant a la reserva parcial (RNP) com a l'àrea no protegida (PN) mentre que ha disminuït molt a la reserva integral (RNI) (b).



b



El corball (*Sciaena umbra*)

De totes les espècies altament vulnerables, el corball (*Sciaena umbra*) és la que presenta una distribució més restringida entre les zones que han estat mostrejades al Cap de Creus: només es troba a l'Encalladora (RNI), amb densitats molt baixes, tant el 2006 (només 1 exemplar) com el 2008 (3 exemplars), i a la Massa d'Or, amb densitats més elevades, però gairebé exclusivament l'any 2008 (l'any 2006 només se'n va veure 1 exemplar). Malgrat la mala qualitat de les dades, amb una enorme quantitat de zeros i amb les desviacions típiques fatalment correlacionades amb les mitjanes, els resultats de l'anàlisi de la variància són plenament coherents amb el que pot veure's gràficament (figura 78a): hi ha diferències significatives entre zones, essent la densitat mitjana de corballs a la Massa d'Or significativament superior a la de la resta de zones, i una interacció entre any i localitat, deguda a l'absència de corballs a la Massa d'Or l'any 2006. Tot i així, els resultats han de prendre's amb una certa precaució. Degut a que l'anàlisi s'aparta molt de les assumpcions estadístiques requerides, el nivell de significació que s'hauria de tenir com a referència hauria de ser, com

a mínim de $p < 0.01$. En qualsevol cas, els resultats es corresponen molt bé amb el que sembla obvi a ull nu (figura 78a). Agrupant les mostres per cada nivell de protecció (figura 78b), les deficiències a les dades es fan sentir encara més, en diluir-se les mitjanes entre una munió de mostres buides, i l'anàlisi no dona cap resultat estadísticament significatiu.

Les talles dels corballs (la majoria dels quals són de la Massa d'Or l'any 2008) demostren que la població de corballs està integrada per exemplars relativament grossos ($L_t \geq 36\text{cm}$; vegeu la figura 79), la qual cosa fa pensar en una agregació ben establerta que segurament ja era present a la zona l'any 2006 tot i que no se'n va veure el gruix d'exemplars.

Si hom té en compte la biomassa mitjana per zona, les diferències es magnifiquen, tot i seguir la mateixa pauta que la densitat mitjana (figura 80a). La massa d'Or concentra pràcticament tota la biomassa i això fa que l'efecte de la localitat sigui significatiu i que la interacció entre any i zona es trobi al límit de la significació estadística. Aquests resultats han de prendre's, però, amb la prevenció ja esmentada en comparar les densitats mitjanes. La comparació entre anys i nivells de protecció (figura 80b) no dona cap diferència significativa.

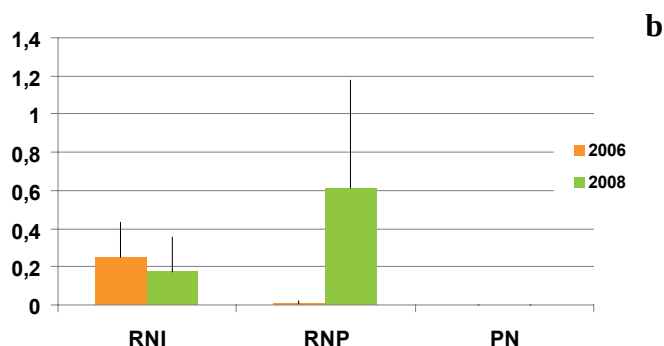
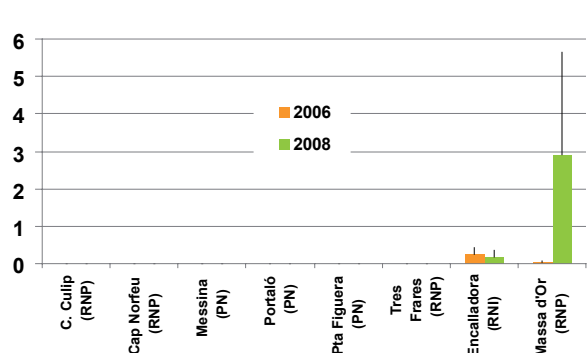


Figura 78. Densitats mitjanes de corballs a les dues úniques zones on les han estat observats amb dos anys (a). El corball és l'única espècie de les altament vulnerables que no ha estat observada en l'àrea del Parc Natural sense protecció de la caça submarina.

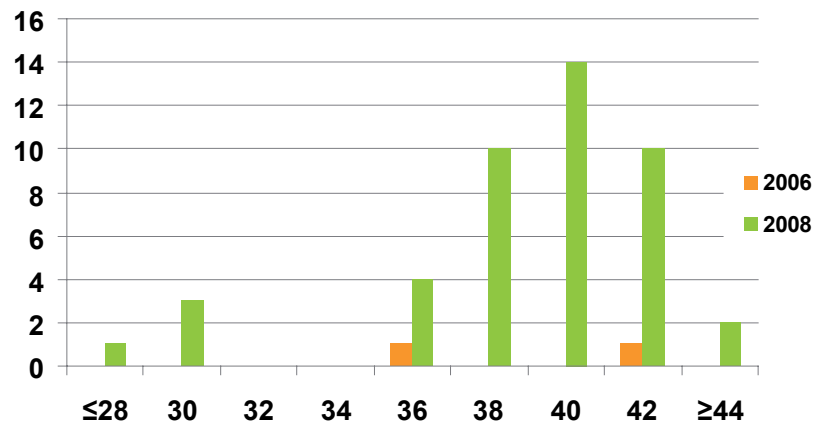


Figura 79. Malgrat que gairebé tots els corballs són de la Massa d'Or, l'any 2008, es tracta d'exemplars relativament grans i això indica que segurament fa temps que són a la zona.

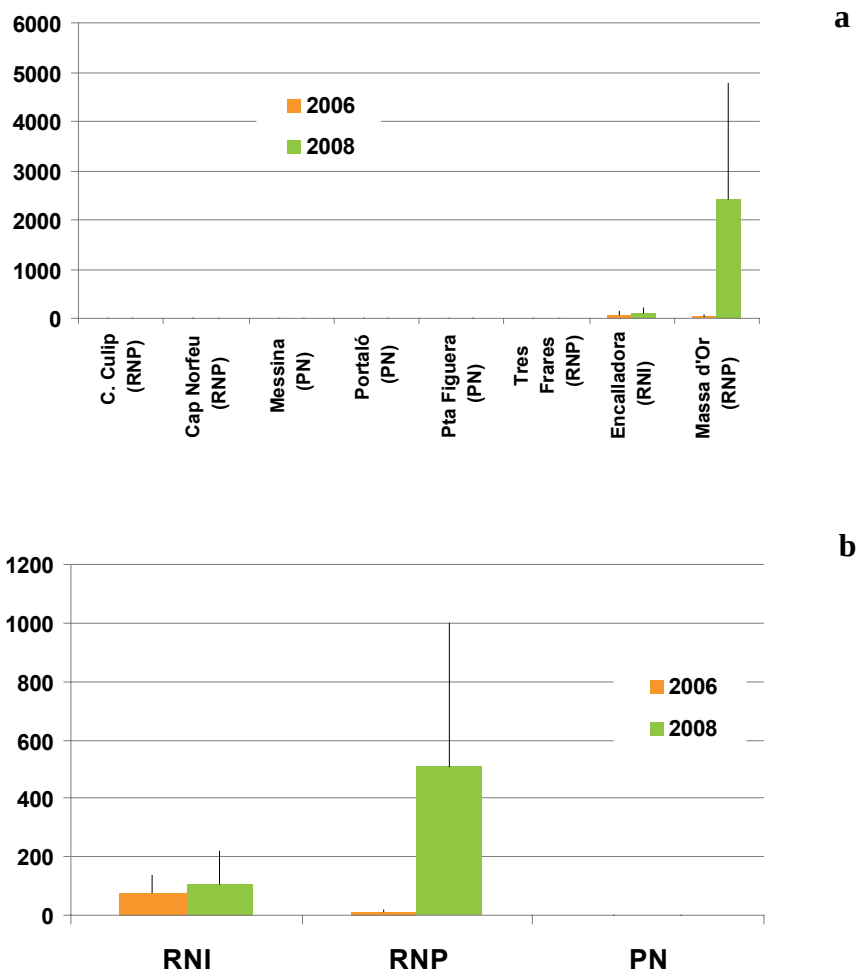


Figura 80. L'única biomassa mitjana apreciable de corballs ha estat observada a la Massa d'Or l'any 2008 (a), la qual cosa fa que la biomassa més elevada d'aquesta espècie es trobi a la reserva parcial (b)

Efecte de la protecció en les espècies mitjanament vulnerables

La morruda (*Diplodus puntazzo*)

La morruda (*Diplodus puntazzo*) és present a totes les zones mostrejades l'any 2008, com ja ho era el 2006, si bé ha experimentat un marcat increment de la densitat mitjana d'un any a l'altre en la majoria de zones en les que, l'any 2006, les densitats eren molt baixes (figura 81a). Aquest increment ha afectat, sobre tot, les zones corresponents a les àrees de parc natural, no protegides (PN) i les parcialment protegides amb densitats baixes l'any 2006. Així, a la Pta. Figuera (PN) la densitat mitjana de 2008 és 24 vegades superior a la de 2006; a l'illa Messina (PN) és més de 9 vegades major; al Portaló (PN), la densitat inicial s'ha multiplicat per 6; als Tres Frares (RNP) per més de 3 i a la Cala Culip (RNP) per més de 9. A les zones amb densitats més elevades, la densitat ha tendit a augmentar molt lleugerament, com a l'Encalladora (RNI) o a romandre si fa no fa similar, com al Cap Norfeu (RNP). Només a la Massa d'Or la densitat de morrudes ha experimentat una davallada important respecte de l'any 2006 (figura 81a), tot i mantenir-se en un valor relativament alt. L'evolució diferent de la densitat mitjana d'aquesta espècie en unes zones i les altres fa que es produeixi una interacció gairebé significativa entre any i localitat (per a ser plenament significativa hauria de fixar-se el límit en $p < 0.01$, ja que les dades no a compleixen tots els requisits de l'anàlisi), entre localitats (la Massa d'Or és superior a la resta de zones, excepció feta de l'Encalladora) i entre anys (2006 < 2008).

Agrupant les dades per cada nivell de protecció (figura 81b) els resultats tendeixen a fer-se més relatius: l'única diferència significativa es produeix entre nivells de protecció de tal manera que les densitats mitjanes de morrudes són significativament superiors a les àrees protegides respecte a les no protegides ($RNI = RNP > PN$).

Les talles mitjanes de la població de morrudes de 2006 i 2008 romanen si fa no fa similars a RNP i RNI (Lt. mitjana ≈ 32 -33cm) i disminueixen un xic a PN (de 32cm el 2006 a 29cm el 2008); en qualsevol cas els grans exemplars (Lt. ≥ 36 cm) són exclusius de les zones protegides (RNP i RNI) (figura 82a i b).

La biomassa mitjana de la morruda ha experimentat un augment sensible de l'any 2006 al 2008 i, com en el cas de la densitat, l'augment ha estat diferent a les distintes zones (figura 83a). En general, hom pot dir que l'augment ha estat més acusat en aquelles zones en les que els valors de 2006 eren més baixos. La magnitud del canvi a cada zona és molt similar a la que ha estat observada en el cas de les densitats (figura 83a). L'anàlisi de la variància només dona com a significativa la diferència entre localitats i, com en el cas de la densitat, la biomassa mitjana de la Massa d'Or és superior a la resta, tret de l'Encalladora.

Entre els diferents nivells de protecció (figura 25b) hom comprova un lleuger augment de la biomassa mitjana arreu, que no és, però, significatiu. Tal i com calia esperar, ja que el creixement ha afectat de manera similar tots els nivells de protecció, tampoc no es produeix cap interacció entre l'any i la protecció. L'única diferència significativa s'estableix entre els nivells de protecció i, en aquest sentit, les àrees protegides presenten valors superiors al de l'àrea no protegida ($RNI = RNP > PN$).

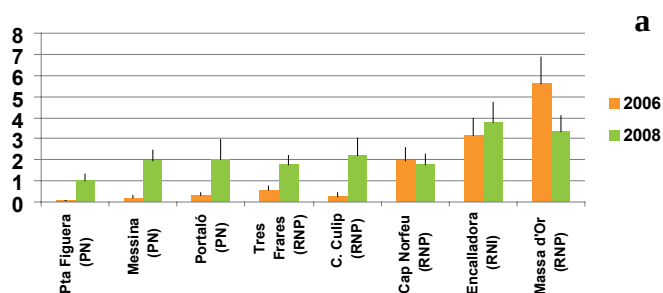
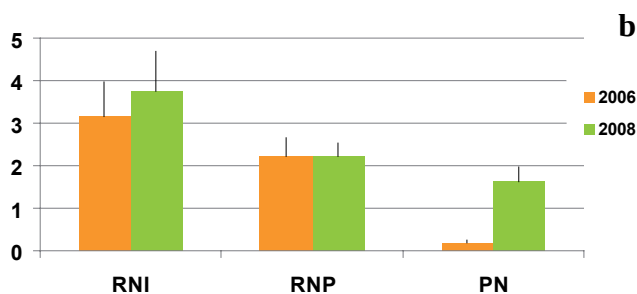


Figura 81. L'increment de la densitat mitjana de la morruda més important ha estat en les zones no protegides del Cap de Creus (a), tot i que és a la reserva integral (RNI) a on la densitat ha estat màxima ambdós anys.



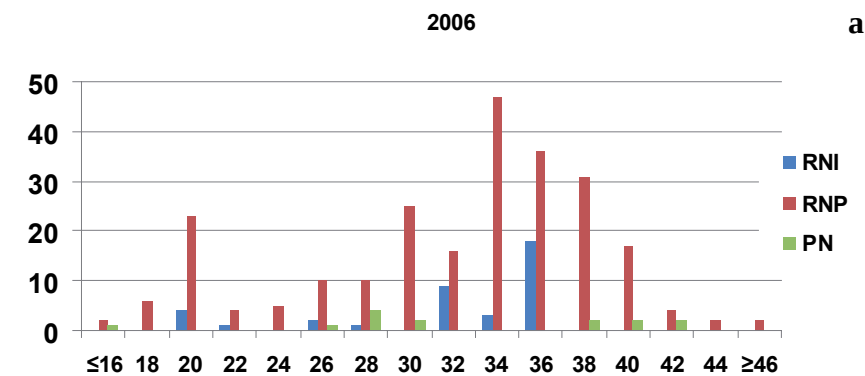


Figura 82. Els grans exemplars de morruda són molt més freqüents a les zones protegides tan el 2006(a) com el 2008 (b).

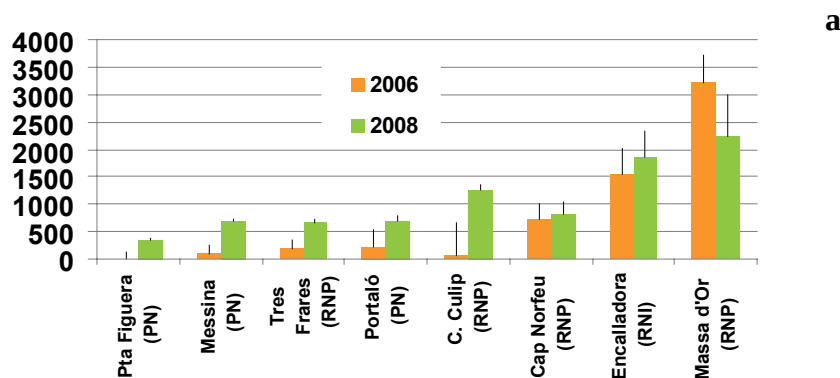
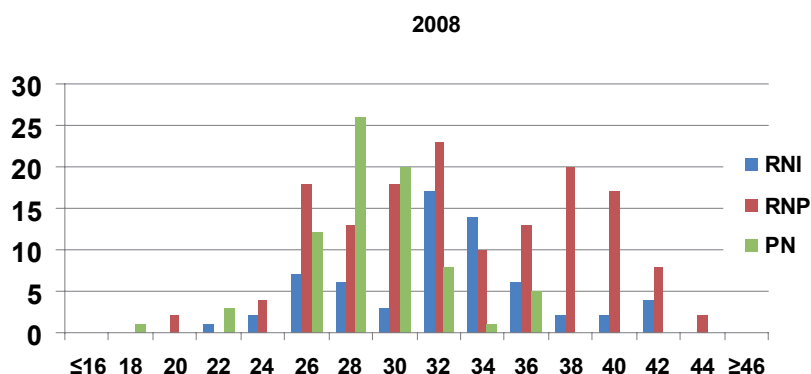
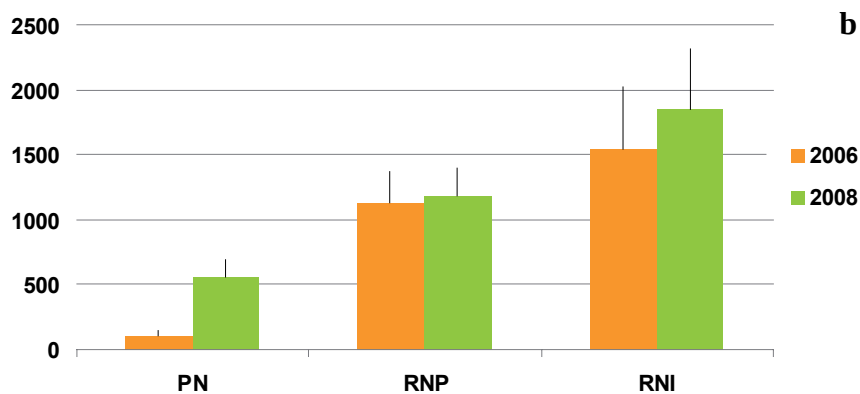


Figura 83. La biomassa màxima de la morruda s'assoleix a la Massa d'Or en ambdós anys (a), tot i que per nivell de protecció és la reserva integral (RNI) la que presenta els valors més elevats.



El sarg (*Diplodus sargus*)

Excepte a Cala Culip i l'illa Messina, a on augmenta lleugerament, la densitat mitjana dels sarg tendeix a decreïxer arreu, de tal manera que les densitats es tendeixen a uniformitzar entre zones (figura 84a), sigui quin sigui llur nivell de protecció. Es així que l'anàlisi de la variància dona com a significativa la disminució de la densitat mitjana de 2006 a 2008. Aquesta tendència s'aprecia encara més bé si hom reuneix les dades en funció del nivell de protecció (figura 84b) veient-se així que, a l'any 2008, pràcticament desapareixen les diferències establertes l'any 2006 entre les densitats mitjanes dels diferents nivells. L'anàlisi no fa sinó confirmar aquesta apreciació, donant com a únic resultat significatiu la davallada generalitzada de 2006 a 2008 en la densitat de sargs al Cap de Creus.

Les talles dels sargs (figura 85a i b) també semblen convergir entre nivells de protecció: d'una banda, al 2008, les zones protegides presenten unes mitjanes molt similars a les del 2006 cm: a RNI la talla mitjana passa de 20,6cm, el 2006 a 21,4 el 2008; a RNP de 21,1, el 2006 a 21,7cm el 2008. L'augment més important és el que es produeix a PN a on de 18,4cm, el 2006, la talla mitjana de 2008 se situa en 20,1cm, un valor molt proper a l'obtingut a les àrees protegides. Fins i tot la distribució de talles observada a cada nivell de protecció tendeix a

assemblar-se el 2008 (figura 85b): es tracta d'una distribució bimodal, amb un primer pic al voltant dels 18cm i un segon, més acusat, que se situa en els 24cm a l'àrea parcialment protegida (RNP) i en els 22cm tant a la reserva natural integral (RNI), com a les àrees no protegides (PN).

L'augment de la talla mitjana de la població de sargs fa que les resultats de la biomassa mitjana no siguin exactament iguals que els de densitat; així, per exemple a l'Encalladora, tot i disminuir la densitat de sargs entre 2006 i 2008, la biomassa mitjana augmenta degut a l'increment de la talla dels exemplars (figura 86a). En qualsevol cas, també les densitats pesen força en la biomassa i això explica que els valors més elevats siguin els del Portaló, una zona del parc natural no protegit (PN). Malgrat les variacions entre anys i zones, l'anàlisi de la variància no dona cap efecte significatiu, tret de les diferències entre localitats que es troba en el límit de la significació estadística.

Agrupant les dades per nivells de protecció, hom constata la reducció generalitzada de la biomassa a les zones protegides (RNI i RNP) de 2006 a 2008, que contrasta amb l'augment que s'ha produït a PN (figura 86b). Tot i aquestes diferències, l'única diferència significativa que detecta l'anàlisi és la que es produeix entre nivells de protecció (RNI=RNP>PN).

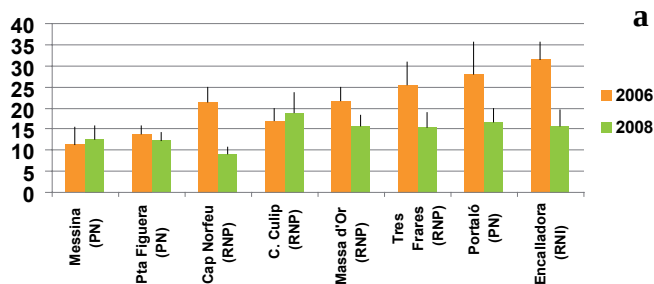
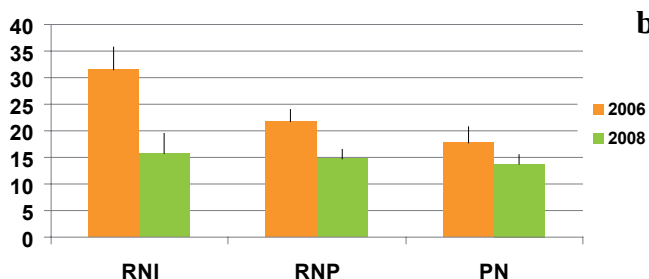
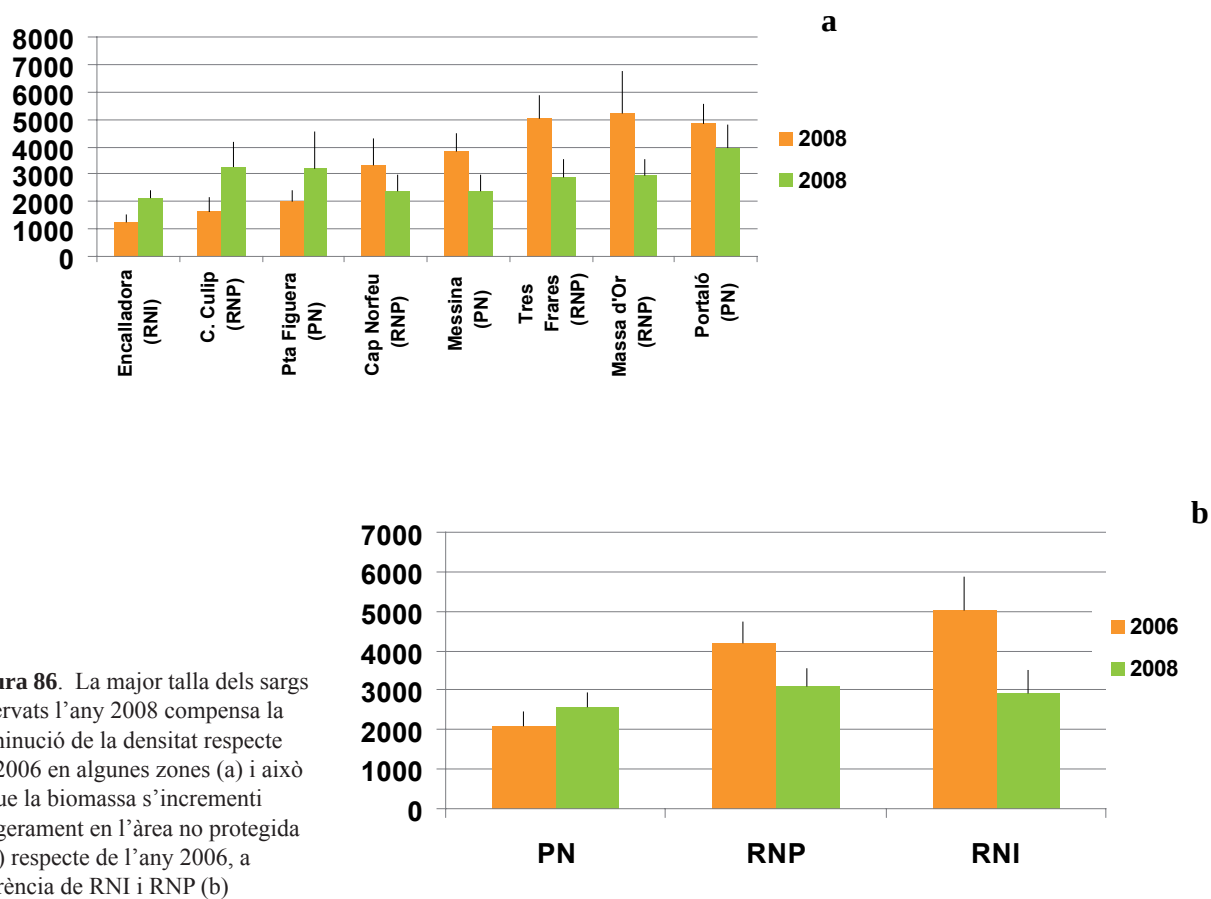
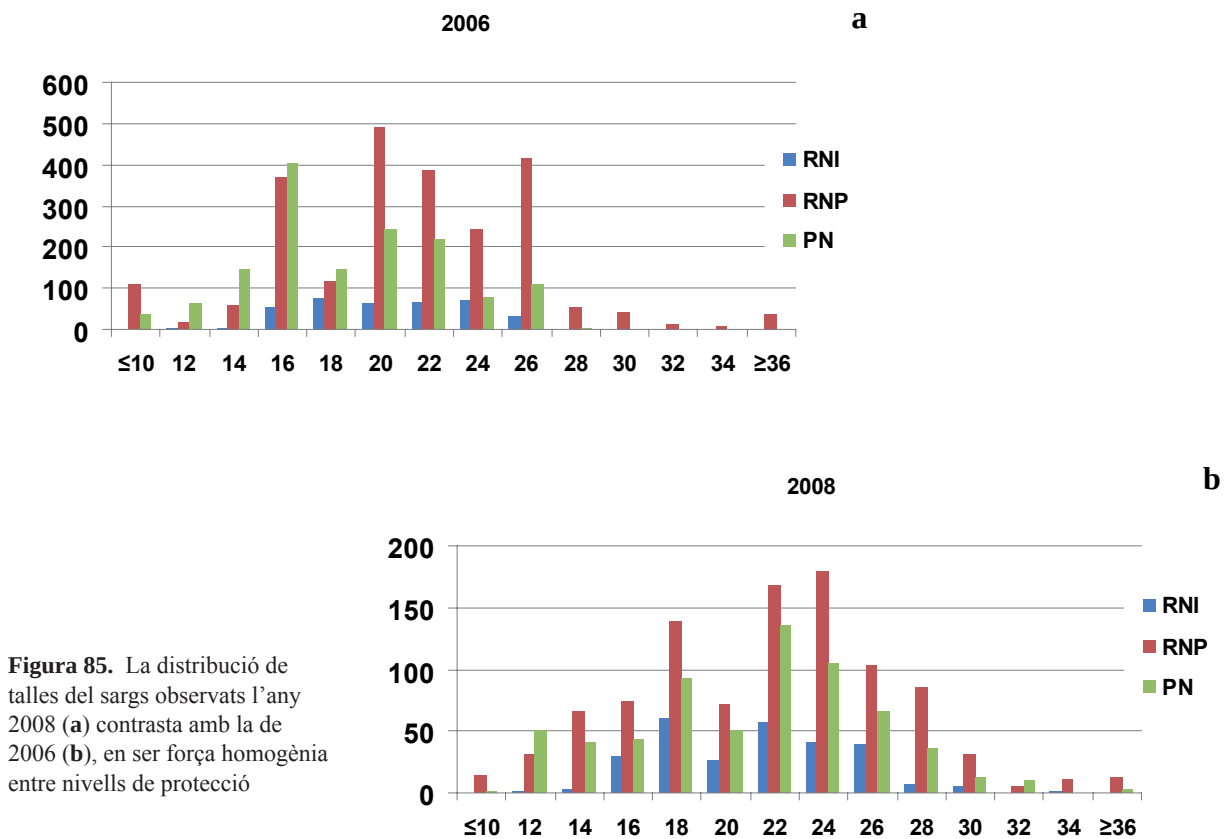


Figura 84. Excepte en dues zones (Illa Messina i Cala Culip) hom observa una notable davallada de la densitat de sargs (a) que afecta tots els nivells de protecció, però especialment els espais protegits (RNI i RNP), la qual cosa fa que les densitats tendeixin a uniformitzar-se el 2008 (b)





La varada (*Diplodus vulgaris*)

Les diferències en la densitat mitjana de la varada d'un any a l'altre son notables en les diferents zones, sense que segueixin una pauta determinada: la densitat augmenta en unes localitats i disminueix en altres sense que això afecti gaire la densitat total que és manté en un valor força similar en ambdós anys, si hom no té en compte ni la localitat ni el nivell de protecció (26,5 i 26,9 ind. 250m⁻²). L'aparent batibull interanual entre zones es reflecteix en aplicar l'anàlisi de la variància que dona una interacció significativa entre l'any i la localitat, és a dir, que la densitat mitjana varia d'un any a un altre en les localitats, però no d'una manera homogènia (figura 87a).

A nivell de protecció (figura 87b), hom observa que la densitat mitjana de varades disminueix força a la reserva integral (RNI) i, en menor grau, a la parcial (RNP), però que augmenta a les àrees no protegides (PN). En termes estadístics això vol dir que hi ha una interacció significativa entre l'any i el nivell de protecció. També són significatives la disminució de 2006 a 2008 i la diferència entre nivells de protecció (RNI>RNP=PN).

La talla mitjana de les varades varia poc d'un any a l'altre, tot i que, com el cas dels sargs, s'observa una certa convergència entre els diferents nivells de protecció de 2006 a 2008. Així, a RNI la talla disminueix (de 19,2cm, l'any 2006 a 18,1cm, el 2008), mentre que a RNP i PN augmenta (de 17,6 a 18,2cm i de 16,3 a 17,7cm, respectivament). Com es pot veure (figura 30a i b) el component d'individus joves (Lt<18cm) és més important a PN que no els que passen d'aquesta mida, la qual cosa fa que disminueixi la talla mitjana de la població en l'àrea no protegida respecte de les que han estat observades a RNI i RNP.

La biomassa roman similar d'un any a l'altre, si bé es produeixen moltes variacions interanuals de diferent signe entre les zones (figura 31a). Tal i com passava amb les densitats mitjanes en unes augmenta i en les altres disminueix, sense seguir cap mena de tendència homogènia. Entre nivells de protecció i entre anys es torna a produir la interacció significativa d'ambdós factors degut a l'increment de la biomassa a PN i la marcada davallada a RNI, que contrasta amb la certa constància que s'observa a RNP (figura 88b).

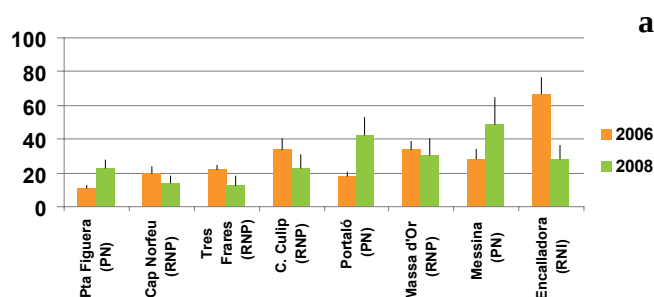
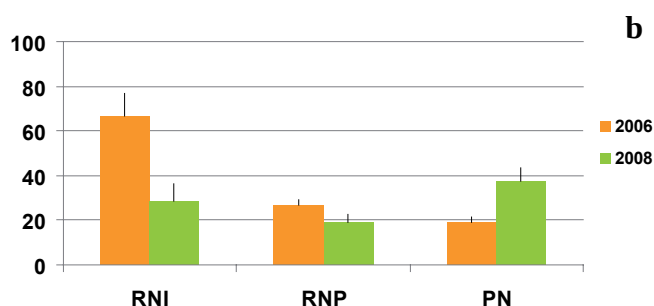


Figura 87. Les variacions de les densitats mitjanes de les varades per zona són notables d'un any a l'altre entre zones (a) i nivells de protecció (b) sense que es pugui veure una pauta comuna.



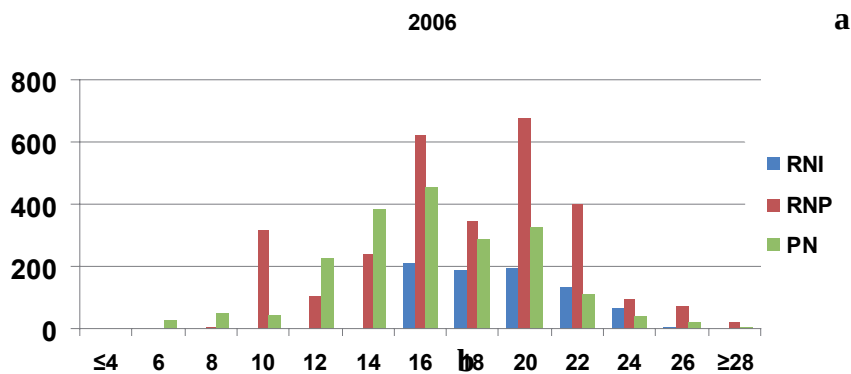


Figura 87. Les diferències entre nivells de protecció no són obvies pel que fa a la distribució de les talles de les variades (a i b). En l'any 2008 (b) sembla que a la zona no protegida són més freqüents els exemplars joves ($Lt \leq 18\text{cm}$).

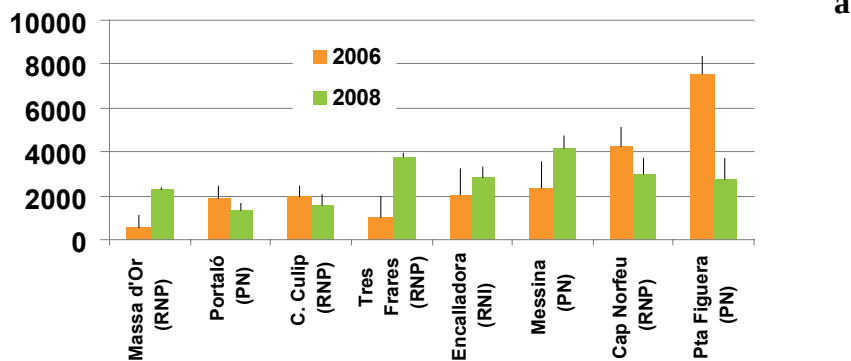
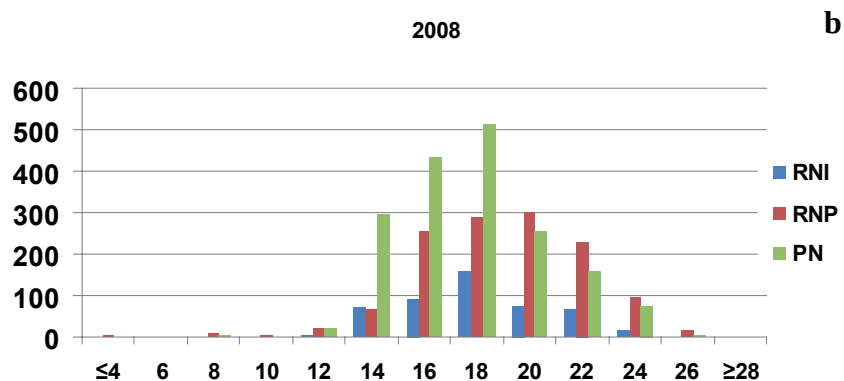
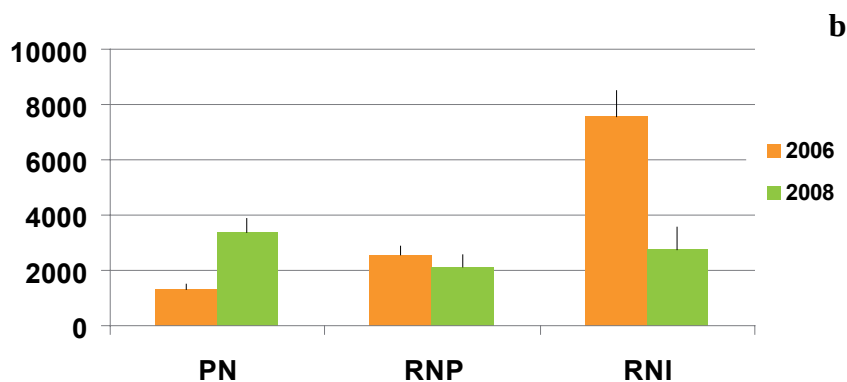


Figura 88. Les biomasses mitjanes de la variada varien com les densitats a les diferents zones (a), però (b) tendeixen a disminuir força a la reserva integral (RNI), i a incrementar-se a la zona no protegida, mentre romanen gairebé estables a la reserva parcial (RNP).



El roger de roca (*Mullus surmuletus*)

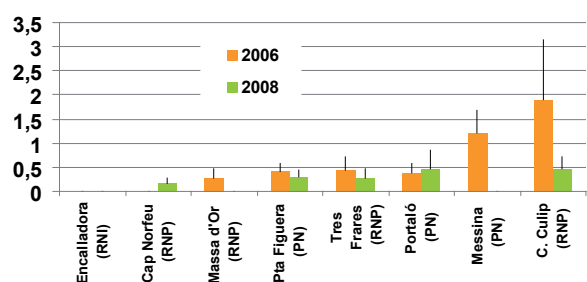
En un primer cop d'ull a la distribució de les abundàncies mitjanes del roger (*Mullus surmuletus*) al Parc Natural del Cap de Creus ja es pot veure que aquesta espècie no es veu particularment afavorida per la protecció (es veuen densitats elevades en zones no protegides) i que la disminució respecte de 2006 ha estat notable en ser absent de zones que, com l'illa Messina, presentaven una densitat relativament elevada l'any 2006 (figura 89a). Tot i la davallada sensible de la densitat mitjana del roger, la diferència entre anys no és estrictament significativa si bé es troba en el límit.

Amb les dades agrupades per cada nivell de protecció es pot apreciar (figura 89b) que la davallada de la densitat ha estat important tant a RNI com a RNP, i que l'espècie és absent de la reserva integral RNI. La mala qualitat estadística de les dades, amb molts zeros i les mitjanes correlacionades amb les desviacions, fa que cap dels factors considerats en l'anàlisi produeixi

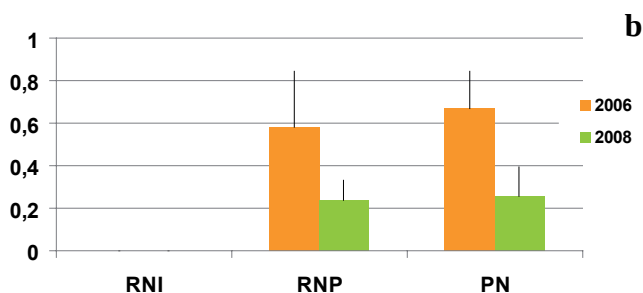
diferències significatives.

Veient les talles dels rogers (figura 90a i b), hom pot explicar-se, en part, la davallada de les densitats observada l'any 2008. Sembla clar que a la població de 2008 hi manquen del tot els exemplars més joves (Lt. < 12cm) que constituïen una bona part de la població de l'any 2006.

Pel que fa a les biomasses, sobte veure que les zones que el 2006 mostraven els valors més elevats, com són l'illa Messina (PN) i la Massa d'Or (RNP), el 2008 no s'hagi vist cap roger. Hom també observa que en les zones a on ha disminuït la densitat ha augmentat un xic la biomassa de l'espècie (figura 91a). És evident que aquest fet es deu a que els exemplars petits han estat absents dels comptatges de 2008. El mateix efecte es pot veure agrupant les dades en els tres nivells de protecció (figura 91b): malgrat la disminució marcada del nombre mitjà d'exemplars, en la biomassa mitjana de RNP sembla mantenir-se constant d'un any a l'altra.



a



b

Figura 89. Els rogers han experimentat una notable davallada de 2006 a 2008 a gairebé totes les zones(a), no sent observats en zones a on eren relativament abundants (illa Messina). A nivell de protecció (b), la disminució de la densitat mitjana ha estat similar tant a la reserva parcial (RNP) com a la zona no protegida (PN).

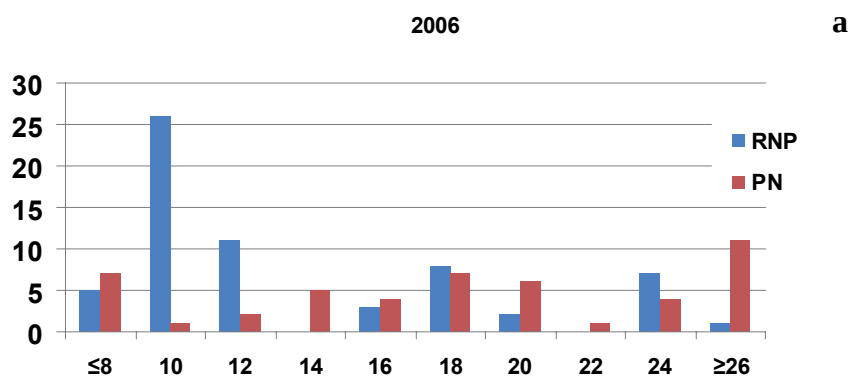


Figura 90. La disminució de rogers de l'any 2006 (a) al 2008 (b) sembla obeir a la manca d'exemplars joves ($Lt \leq 12\text{cm}$) als inventaris de 2008.

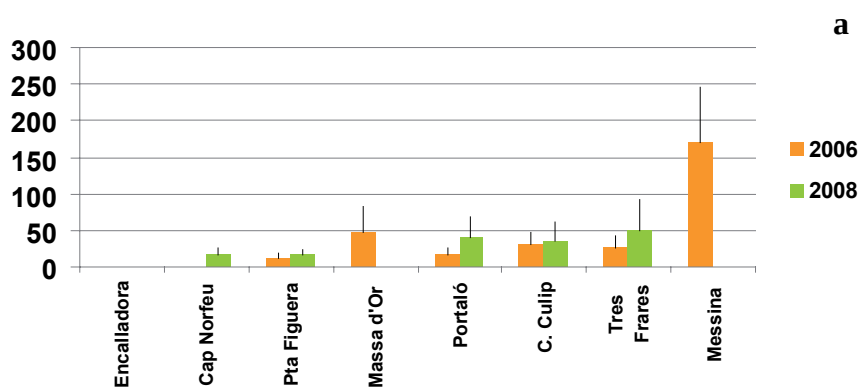
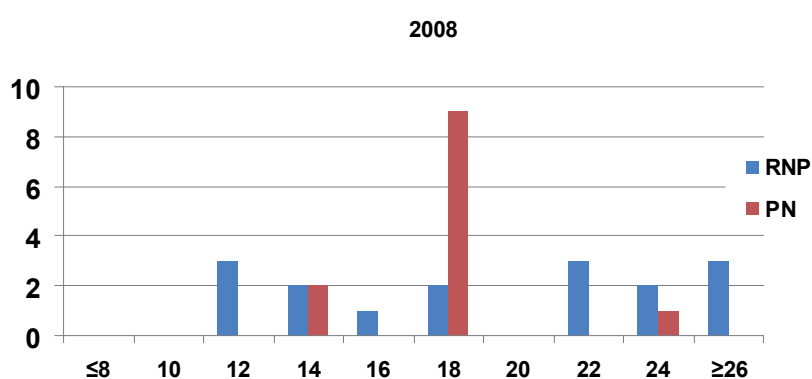
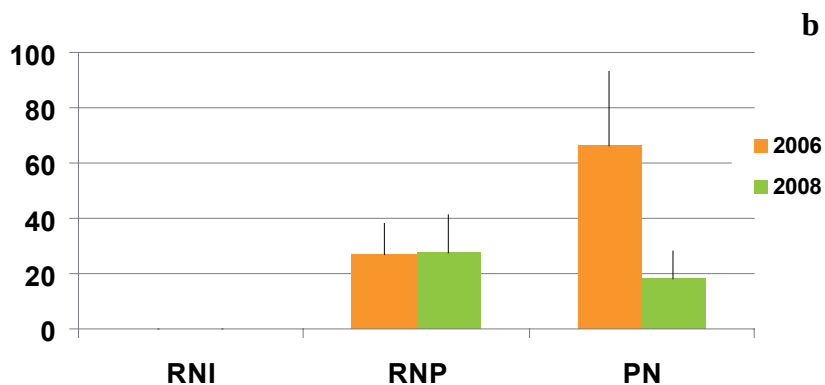


Figura 91. La biomassa mitjana per zona tendeix a augmentar en aquelles zones a on el roger ha estat present el 2008 (a). La causa ha estat que s'han vist menys exemplars, però més grossos. A la zona no protegida (PN) la biomassa del roger baixa apreciablement (b) degut a la manca de la espècie en els inventaris de l'illa Messina (PN), precisament a on es varen observar la biomassa màxima de 2006.



CONCLUSIONS

Hom deia a la introducció que, al Parc Natural del Cap de Creus, l'efecte reserva es produiria d'una manera diferent com ho ha fet a Medes. En estar les zones protegides intercalades a la mateixa línia de costa, o molt a prop, l'intercanvi de peixos amb les zones pescades hauria de ser més fluid i això donaria com a resultat un efecte de la protecció més subtil i menys acusat que en el cas de la reserva marina de les Medes. Els primers resultats semblen confirmar aquesta pauta, amb poques excepcions.

Així, per exemple, el nombre mitjà d'espècies s'incrementa de l'any 2006 al 2008, però no ho fa només a les zones protegides (de fet, a la reserva natural integral tendeix a disminuir lleugerament), sinó que l'augment afecta totes les zones, ja siguin protegides o no. L'augment del nombre mitjà d'espècies reflecteix l'increment en la freqüència amb la que són observades les espècies i sembla que han estat algunes de les altament vulnerables les que han marcat la diferència entre ambdós anys. Així, entre les 6 espècies que expliquen més del 60% de la dissimilitud entre 2006 i 2008, n'hi ha 4 altament vulnerables (*Dentex dentex*, *Sparus aurata*, *Epinephelus marginatus* i *Diplodus cervinus*); les altres dues corresponen a peixos mitjanament vulnerables (*Diplodus puntazzo* i *Spondyllosoma cantharus*).

La biomassa total també s'incrementa especialment a l'àrea no protegida i també la biomassa dels grans piscívors. En ambdós casos, però, l'augment no és prou accentuat per igualar els valors assolit a les àrees protegides (RNP i RNI). En ambdós casos s'acompleix que $RNP = RNI > PN$.

Pel que fa a les espècies, cal destacar els resultats obtinguts amb el mero (*Epinephelus marginatus*), que sembla mantenir-se estable, o augmentar lleugerament a moltes zones excepte a la Massa d'Or (RNP), la zona a on aquesta espècie era més abundant l'any 2007 i a on experimenta una davallada molt notable, difícil d'explicar si hom té en compte l'estabilitat d'altres zones. Tot i que el dia en que es va mostrejar la Massa d'Or feia una corrent de nord (de sud a nord) molt acusada, hom creu que no és aquest el principal factor responsable d'una disminució tan dràstica de mers. A la reserva marina de les Medes, hom ha comptat mers en situacions de corrent molt similars i mai han estat observades unes disminucions tan marcades. Cal concloure, doncs, en que ha estat la pesca la principal responsable de la disminució d'efectius, que ha estat, en promig, de més de 3/5 parts de la densitat observada el 2006 amb una reducció de fins 2/3 parts de la biomassa. Sembla clar que han desaparegut els exemplars més grossos i això fa pensar en que ha estat la caça submarina

– un tipus de pesca altament selectiu –, més o menys furtiva (a la part de la Massa d'Or, la que dona a aigües exteriors, es pot practicar la caça submarina legalment en correspondre a aigües exteriors) la que a estat responsable de la disminució, que no sembla afectar a moltes de les altres espècies vulnerables. Si aquesta disminució es confirma (i això es veurà el 2009), sembla que la segona concentració reproductora de mers del litoral català, després de les Medes, haurà desaparegut. La pesca submarina furtiva també ha afectat, poc o molt, fins i tot la reserva natural integral de l'Encalladora a on va ser vist un exemplar de mero amb una ferida d'arpó molt òbvia. Això sembla confirmar els resultats del treball (Lloret et al., 2008)

El déntol, en canvi, sembla que ha proliferat força a tot el Cap de Creus i, especialment a les zones no protegides, apareixent en zones a on no havia estat vist previament. Així, per exemple, a l'illa Messina (PN) no es va veure cap exemplar de déntol l'any 2007, mentre que el 2008 ha estat la zona amb una densitat i una biomassa més elevades. Quelcom similar ha passat a la Pta. Figuera. Aquesta espècie, doncs també sembla que s'adapta al model d'un efecte reserva lax, que afecta zones protegides i pescades. La població de déntols del Cap de Creus no estaria, doncs, totalment protegida, però si que experimentaria els efectes d'un esforç de pesca molt menor en passar una certa part del temps en zones a on no es pot practicar la caça submarina.

El sarg imperial o soldat (*Diplodus cervinus*) és relativament freqüent, però és molt més abundant a la Massa d'Or i l'Encalladora que a qualsevol altra zona amb una distribució que recorda molt a la de la daurada (*Sparus aurata*). En ambdós casos, tot i ser presents pràcticament a totes les zones, aquestes espècies són especialment abundants en aquestes dues zones.

Ben al contrari, tant el llobarro (*Dicentrarchus labrax*) com el corball (*Sciaena umbra*) es troben molt restringits a unes poques zones, assolint les densitats màximes a la Massa d'Or. El llobarro experimenta una forta davallada respecte a 2007 mentre que el corball augmenta molt a la Massa d'Or. Aquest increment obeeix, segurament, a que en l'any 2007 no es va arribar a veure el gruix de l'estol. Les talles, relativament grosses, suggereixen que aquests peixos fa temps que es troben a la zona. La disminució de llobarros és de mal explicar, ja que es tracta d'una espècie molt mòbil i ocasionalment gregària, la qual cosa fa que els comptatges puguin ser molt variables, tot i que com s'ha pogut veure a les Medes, el llobarro és força fidel a unes zones determinades a on deu trobar les condicions adients per a caçar.

Pel que fa a les espècies mitjanament vulnerables cal destacar la morruda (*Diplodus puntazzo*), que també

s'ajusta prou bé al que hom ha denominat un "efecte reserva lax". La veritat és que resulta sorprenent les altes densitats d'aquesta espècie arreu, amb xifres que s'assemblen molt a les obtingudes a Medes. Però el que més xoca de tot, és que fins a les zones no protegides, les densitats mitjanes superen força les obtingudes no tan sols a la costa del Montgrí (parcialment protegida o no) sinó a les de les zones menys poblades de la reserva de les Medes. Atribuir aquesta pujança inusitada només a la protecció pot semblar agosarat, però és el què hi ha; una possible alternativa seria que hi hagués algun factor pel mig que no s'ha tingut en compte, com ara una agregació reproductora inusualment avançada en el temps (les agregacions d'aquesta mena s'acostumen a produir cap a finals d'agost i no el juliol).

Els sargs comuns (*Diplodus sargus*) també semblen seguir la pauta esmentada. Tots els paràmetres de llur població semblen tendir a convergir entre els tres nivells de protecció, amb unes densitats més elevades que les obtingudes a Medes i unes biomasses molt similars. Pel que fa a les variades (*Diplodus vulgaris*), poc a dir: l'enorme variació entre comptatges, degut al caràcter gregari ocasional d'aquesta espècie, fa que no es pugui veure del cert cap mena de pauta en un sentit o un altre, tret d'unues densitats i biomasses força elevades.

Finalment, el roquer de roca (*Mullus surmuletus*) ha experimentat una davallada important de 2006 a 2008 que ha estat bàsicament deguda a la desaparició dels individus petits dels inventaris. S'ha donat així la situació, fins a cert punt paradoxal, de que disminueixen les densitats i augmenten lleugerament les biomasses a les mateixes zones. A que és deguda la disminució dels petits? Segurament a un mal reclutament a la zona l'any 2007 i a que encara no varen ser vistos els joves de l'any. Hom creu que aquesta és l'única explicació plausible.

Resultat de l'avaluació de la gestió realitzada.

La primera sensació que hom té a l'analitzar els resultats dels peixos és agredolça: d'una banda sembla que les coses funcionen adequadament segons el model de protecció plantejat al Cap de Creus, que produeix un tipus d'efecte reserva interessant que no se circumscriu únicament i exclusiva a les zones protegides; d'altra banda, però, hom té la sensació de què les zones que més interessaria protegir no es troben del tot ben protegides. El cas més evident és el de la dramàtica davallada de mers a la Massa d'Or, la zona que és, de cara als peixos que hem estudiat, la més interessant de tot el Cap de Creus.

Proposta de millores de gestió

És evident que donada la riquesa potencial de la Massa d'Or i llur vulnerabilitat aquesta hauria de ser la reserva integral del Parc Natural, juntament amb tota l'Encalladora, una zona de reserva integral actual, que es queda molt curta en la immensitat del Parc Natural del Cap de Creus. L'ampliació de la reserva integral es podria fer aprofitant la propera creació de l'Àrea Marina Protegida del Canó del Cap de Creus. Si l'ampliació no fos possible és evident que la vigilància sobre la Massa d'Or, l'Encalladora i el Cap Norfeu s'hauria d'extremar.

Proposta de precaucions davant possibles eventualitats

Hom reitera que el Parc Natural del Cap de Creus necessita d'una vigilància estable i més efectiva, ja que el model de reserva marina és força interessant fins i tot de cara a la pesca. Però per a que aquest model funcioni, cal que la protecció sigui real i s'evitin situacions com la que s'ha donat a la Massa d'Or. L'increment de peixos és real i això sempre és una temptació pels desaprensus que se'n poden aprofitar.

D'altra banda resta per veure què ha passat amb els peixos de resultes del temporal de llevant del dia de Sant Esteve i que va ser especialment virulent a la zona del Cap de Creus, a on les ones assoliren la màxima alçada de tot el litoral català (http://www.puertos.es/es/oceanografia_y_meteorologia/banco_de_datos/oleaje.html). Vistos els estralls que sembla que aquest temporal va ocasionar en les poblacions de peixos de les illes Medes, hom es tem que al Cap de Creus hagi passat quelcom de similar. En qualsevol cas la magnitud de l'impacte només es podrà saber quan es tinguin les dades del seguiment de l'any 2009.

Recomanacions per a la gestió

- 1) Augmentar i fer permanent el nivell de vigilància actual especialment a les zones més poblades per espècies vulnerables com ara la Massa d'Or, l'Encalladora i el Cap Norfeu.
- 2) Fer més evident (rètols i/o boies) que la caça submarina és una activitat prohibida a les zones de la reserva natural integral (RNI) de l'Encalladora i en les zones de reserva natural parcial (RNP).
- 3) Fer un control sistemàtic i rutinari de les captures comercials en tota l'àrea de tal manera que es pugui comprovar si la pesca

reflecteix aquesta mena d'efecte reserva lax, que es produeix al Parc Natural de Cap de Creus

LA GORGÒNIA *Paramuricea clavata*

Rafel Coma, Eduard Serrano, Cristina Linares i Antoni Garcia-Rubies



INTRODUCCIÓ

La gorgònia roja *Paramuricea clavata* és una espècie ecològicament important pels ecosistemes bentònics on contribueix com espècie enginyera (o arquitecte) aportant molta de la seva estructura tridimensional, biomassa i complexitat. La gorgònia roja resulta molt adequada als objectius del seguiment d'un espai protegit que, en estar basats en censos visuals, reclamen d'una banda espècies grans, abundants i representatives del sistema, i de l'altra que tinguin prou sensibilitat a les pertorbacions com per a ser bones indicadores de la "salut" de l'ecosistema. Finalment, aquest cnidari representa un dels elements que més contribueix a la bellesa dels paisatges submarins del coral·lígen; en aquest sentit té un valor patrimonial extraordinari i econòmicament explícit. Gràcies als treballs de recerca duts a terme de forma paral·lela a aquest programa de seguiment, ara sabem que la gorgònia roja és una espècie molt longeva, amb baixa taxa de creixement somàtic, edat de primera reproducció molt tardana, i taxes de reclutament anuals molt baixes (Coma et al. 1995a,b, 1998). Aquests treballs, conjuntament amb el seguiment a llarg termini del creixement de l'espècie (en curs), mostren una taxa anual d'increment de l'alçada de les colònies que, en promig, és situa per sota de 1 cm, essent, doncs, una de les espècies més longeves i de creixement més lent de les comunitats bentòniques de substrat rocós mediterrani. S'estima

que un exemplar de 60 cm d'alçada té una edat d'uns 50 anys.

L'objectiu d'aquest apartat del programa de seguiment del patrimoni natural del Parc Natural del Cap de Creus, de l'Àrea marina protegida de les Illes Medes i del Massís del Montgrí és estudiar l'evolució demogràfica de les poblacions de la gorgònia roja.

A part de la mortalitat "natural", hi ha diverses causes de mortalitat accidental. Si bé és cert que durant el seguiment dels darrers deu anys (1991-2001) hom ha observat episodis de mortalitat en massa per necrosi seguida de posterior epibiosi dels teixits necrosats (veure informe 2005), aquests esdeveniments varen ser sempre puntuals en el temps i d'una extensió molt moderada. En canvi, la presència repetida i intensiva de bussejadors ha fet progressar una altra causa de mortalitat que no per involuntària resulta menys preocupant. A diferència de la mort per necrosi en la qual els esquelets morts de les gorgònies romanen llarg temps visibles a la comunitat, la mortalitat induïda pels escafandristes produeix la desaparició immediata de tota (o part de) la colònia que resulta arrabassada per la tracció o per l'excessiu pes carregat sobre ella. L'erosió involuntària produïda pels bussejadors, tot i ser menys agressiva que un episodi de mortalitat massiva com el que al 1999 va afectar el mar Lligur (causant la mort del 50% de les poblacions afectades, Linares et al. 2005), té l'inconvenient d'actuar constantment quan la freqüència i intensitat del busseig són tan elevades com és el cas de les Medes.

Aquest any hem continuat estudiant l'evolució de la densitat i de l'estructura de talles de les colònies de les parcel·les fixes remarcades al any 2001 a les Illes Medes. L'interès d'aquesta repetició rau en que, un cop identificats els principals agents que afecten la dinàmica demogràfica de l'espècie (veure informe 2005), l'evolució de les parcel·les en proporciona la informació actualitzada sobre l'estat de les poblacions de la gorgònia als diferents espais naturals objecte d'estudi. A més a més hem pogut comparar els resultats de les parcel·les fixes al Montgrí i al cap de Creus instal·lades el 2005.

MATERIAL I MÈTODES

Localització. A hores d'ara el nostre equip de recerca està estudiant aproximadament unes 1660 colònies de gorgònia distribuïdes en 3 parcel·les fixes al Montgrí, 6 parcel·les fixes a les Illes Medes i 7 parcel·les fixes al Parc Natural del Cap de Creus, (figura 1 i taula 1).



Figura 1. Mapes de les diferents àrees estudiades indicants les estacions de mostreig (a, Montgrí, b Les Illes Medes, c, el Cap de Creus).

LLOC	PROTECCIÓ	FONDÀRIA MITJANA	LATITUD	LONGITUD	TIPUS DE FONS	ÀREA
Puig de la Sardina	NP	20 m	420419	312308	Roca	Montgrí
Cap d'Oltrera	NP	18-19	420405	311257	Roca	Montgrí
Pta. Salines	AP	20	420340	313001	Roca	Montgrí
Medallot	ZEP	16-17	4203104	313290	Roca	Medes
Pedra de Deu	ZEP	30-32	4203005	313480	Roca	Medes
Pota del Llop	ZEP	32	4202406	313610	Roca	Medes
Carall Bernat	ZEP	17-19	4203017	313491	Roca	Medes
Tascó Petit	ZEP	17-19	4202964	313569	Roca	Medes
Tascó Fons	ZEP	34	4202519	313690	Roca	Medes
Pta. Falconera	PN	9,3	4213558	313092	Roca	Cap de Creus
BauTrencat	PN	20	4214052	313406	Roca	Cap de Creus
El Gat	RN	36,3	4214222	317824	Roca	Cap de Creus
Pta. sa Figuera	RN	12-13	4215137	316488	Roca	Cap de Creus
Encalladora	RI	20	4219198	319144	Roca	Cap de Creus
Bau e Fora	NP	15-18	4219546	318003	Roca	Cap de Creus
Puig Gros	NP	15-17	4220515	3140076	Roca	Cap de Creus

Taula 1. Localització de les estacions, fondària, tipus de fons y nivell de protecció, en les que s'ha realitzat mostreig. (ZEP, zona estrictament protegida; AP, zona protegida; PN, Parc Natural; RI, Reserva Integral, RN, Reserva Natural, NP, no protecció.)

Immersiones i dies de mostreig

La monitorització de cada parcel·la fixa requereix de 4 immersions. La primera per localitzar totes les marques que delimiten la parcel·la fixa. Dues immersions per a dur a terme l'estima dels paràmetres objecte d'estudi. Aquestes dades són contrastades amb els valors de censos anteriors. Una darrera immersió és necessària per a revisar alguns dels resultats obtinguts prèviament, durant aquesta immersió també es revisen o es tornen a posicionar totes les marques perdudes o febles que delimiten la parcel·la. En total per examinar el total de les 16 parcel·les fixes han estat necessàries 62 immersions. Aquestes immersions s'han dut a terme entre Juny i Setembre de 2008. Les 33 marques que delimitaven la parcel·la instal·lada al Gat l'any 2005 han desaparegut totes, de manera que la informació d'aquesta parcel·la falta per complet. La nostra experiència de 15 anys treballant amb aquest tipus de marques ens indica que això no pot ser explicat per un fenomen "natural", de manera que les marques han d'haver estat arrancades de forma premeditada. Aquesta és la quarta vegada que les marques instal·lades pels estudis biològics en aquest indret són arrancades. Per això, creiem que no té sentit continuar en la recerca d'estimes biològiques d'aquest indret mentre no s'arribi a una conscienciació suficient entre els bussejadors visitants cara al respecte pels estudis que el Parc està duent a terme.

Metodologia utilitzada, temps i personal implicat

Les parcel·les fixes estan delimitades per cargols de plàstics que foren instal·lats sobre la roca amb massilla de dos components. Aquest tipus de marcatge, a més de facilitar la localització de les parcel·les en controls posteriors, permet l'ancoratge de caps entre els diferents angles de la parcel·la i aquesta instal·lació temporal facilita la ràpida visualització de l'àrea mapada i l'obtenció de les dades. La localització exacta de les colònies dins de la parcel·la es mapada en àrees de 40x40 cm. El mostreig és totalment no cruent i consisteix en mesurar la llargada màxima i el grau d'epibiosi de totes les colònies presents dins de la parcel·la. Això ens permet determinar el paràmetres demogràfics bàsics de la població com són el nombre de naixements (reclutament) i morts (mortalitat), el creixement, el grau d'epibiosi de les colònies i el tipus d'epífits. L'àrea abalisada en cadascuna de les estacions engloba una graella de 20 (10x2) quadres contigus de 40x40 cm² de superfície/quadre, el que suposa una superfície total de 3.2 m². Entre Juny i Setembre de 2008 quatre escafandristes han estat implicats per dur a terme la monitorització d'aquest descriptor.

RESULTATS

A l'àrea del Montgrí, en promig, la densitat de colònies de les parcel·les ha augmentat molt lleugerament (3%) durant el període 2005-2008 (figura 2). Aquest augment ve donat per l'increment del 8% de la parcel·la amb menys densitat (Cap d'Oltrera) i ha estat degut principalment al major reclutament d'aquesta parcel·la (5,2%) enfront del promig (3,4%, Taula 2w).

El grau d'epibiosi no ha variat significativament durant aquest període (figura 3) i, en promig, les colònies han crescut durant aquest període (Figura 4). La integració de tots aquest descriptors en la biomassa de la població en mostra que la biomassa ha augmentat un 22%, l'equivalent a un augment del 7,2% anual.

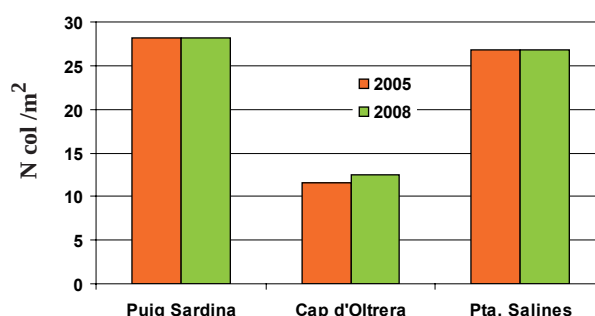


Figura 2. Evolució de la densitat de les gorgònies a la costa del Montgrí.

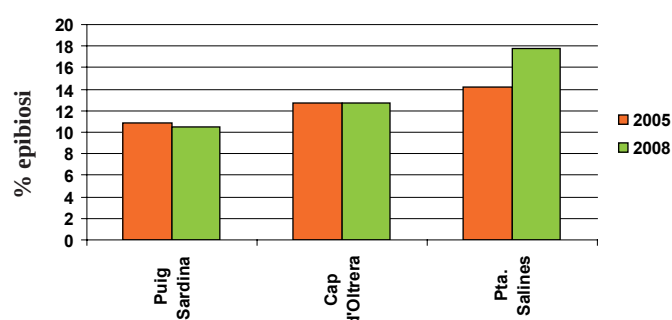


Figura 3. Grau d'epibiosi de les gorgònies a la costa del Montgrí.

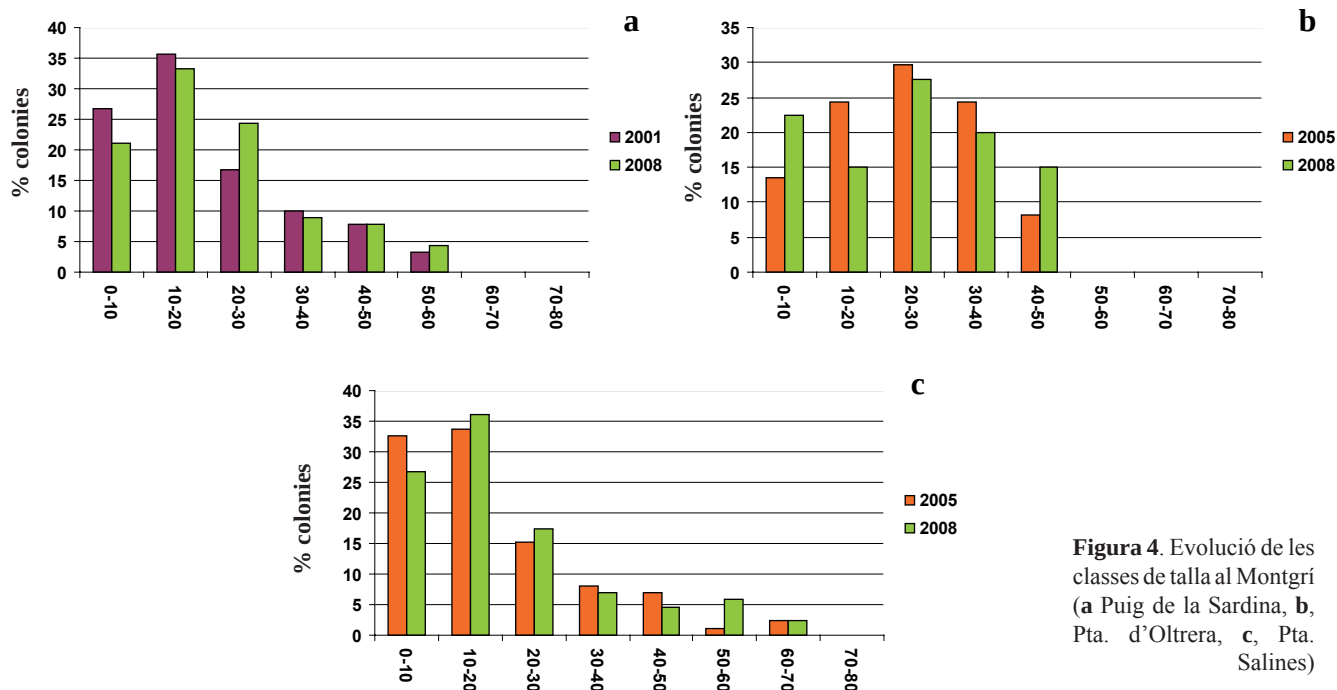


Figura 4. Evolució de les classes de talla al Montgrí (a Puig de la Sardina, b, Pta. d'Oltrera, c, Pta. Salines)

AREA	LOCALITAT	Reclutament		Mortalitat	
		Densitat	%Població	Recubriment	Arrabassament
Cap de Creus	Puig Gros	0,79	2,52	0,31	6,01
	Bau de Fora	2,33	7,47	0,50	2,50
	Encalladora	0,62	1,97	0,65	2,94
	Pta sa Figuera	0,31	0,99	2,29	2,91
	Bau Trencat	1,63	5,22	1,85	7,19
	Pta Falconera	0,52	1,66	0,34	3,99
	Promig	1,03	3,30	0,99	4,26
Montgrí	Puig Sardina	0,69	2,21	0,37	2,21
	Cap d'Utrera	1,63	5,20	0,83	2,50
	Pta Salines	0,84	2,67	0,39	1,87
	Promig	1,05	3,36	0,53	2,19
Medes	Medallot	0,20	0,64	1,33	4,34
	Carall	0,64	2,06	0,00	2,35
	Tascó Petit	0,42	1,35	0,00	2,70
	Tascons	1,29	4,13	1,74	5,30
	Pedra de Deu	0,78	2,48	0,75	2,95
	Pota del Llop	0,96	3,08	0,66	3,29
	Promig	0,72	2,29	0,75	3,49

Taula 2. Reclutament (densitat: reclutes per m2, %població: % que els reclutes representen del total de la població) i mortalitat (per recubriment d'altres organismes o per arrabassament) de les poblacions de *Paramuricea clavata* del Cap de Creus, Montgrí i Medes durant el període 2005-2008.

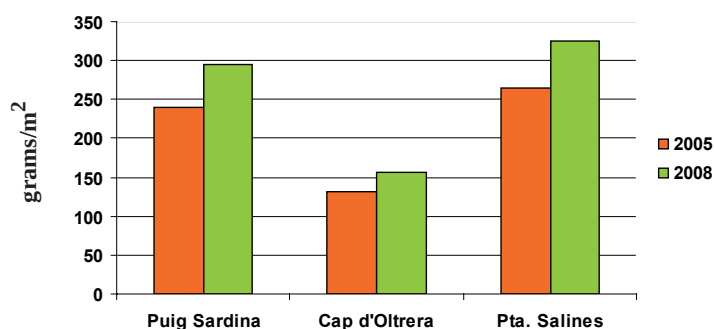


Figura 5. Evolució de la biomassa de gorgònies a la costa del Montgrí.

En promig, la densitat de colònies de les parcel·les de les **Illes Medes** ha disminuït un 5% durant el període 2005-2008 (Figura 6) de forma molt similar als valor observats al Cap de Creus. No obstant això, el fet de que el grau d'epibiosi de les colònies no ha canviat significativament al llarg del temps (Figura 7) i de que les colònies, en promig, han anat creixent (Figura 8, 9), ha permès una evolució positiva de la biomassa. Durant el període 2005-2008 la biomassa ha augmentat un 14%, el que equival a un augment del 4,6% anual (Figura 10).

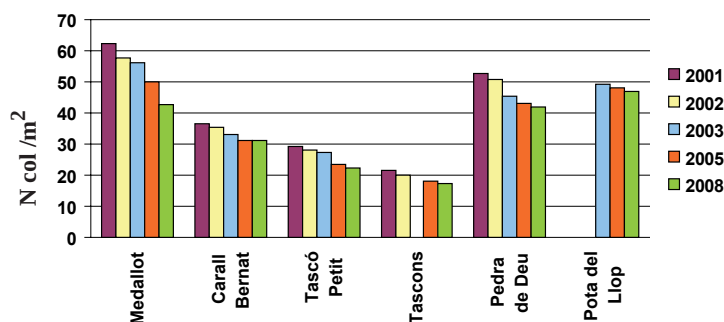


Figura 6. Evolució de la densitat de les gorgònies a les Illes Mdes.

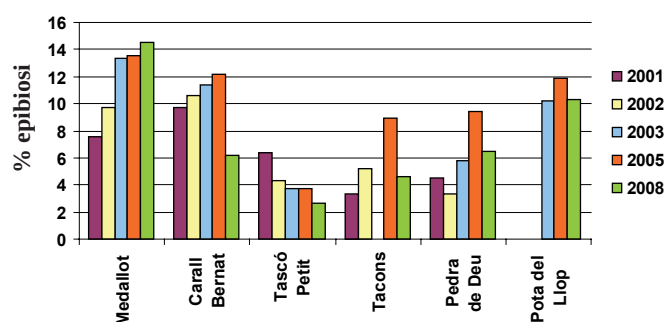


Figura 7. Grau d'epibiosi de les gorgònies a les Illes Mdes.

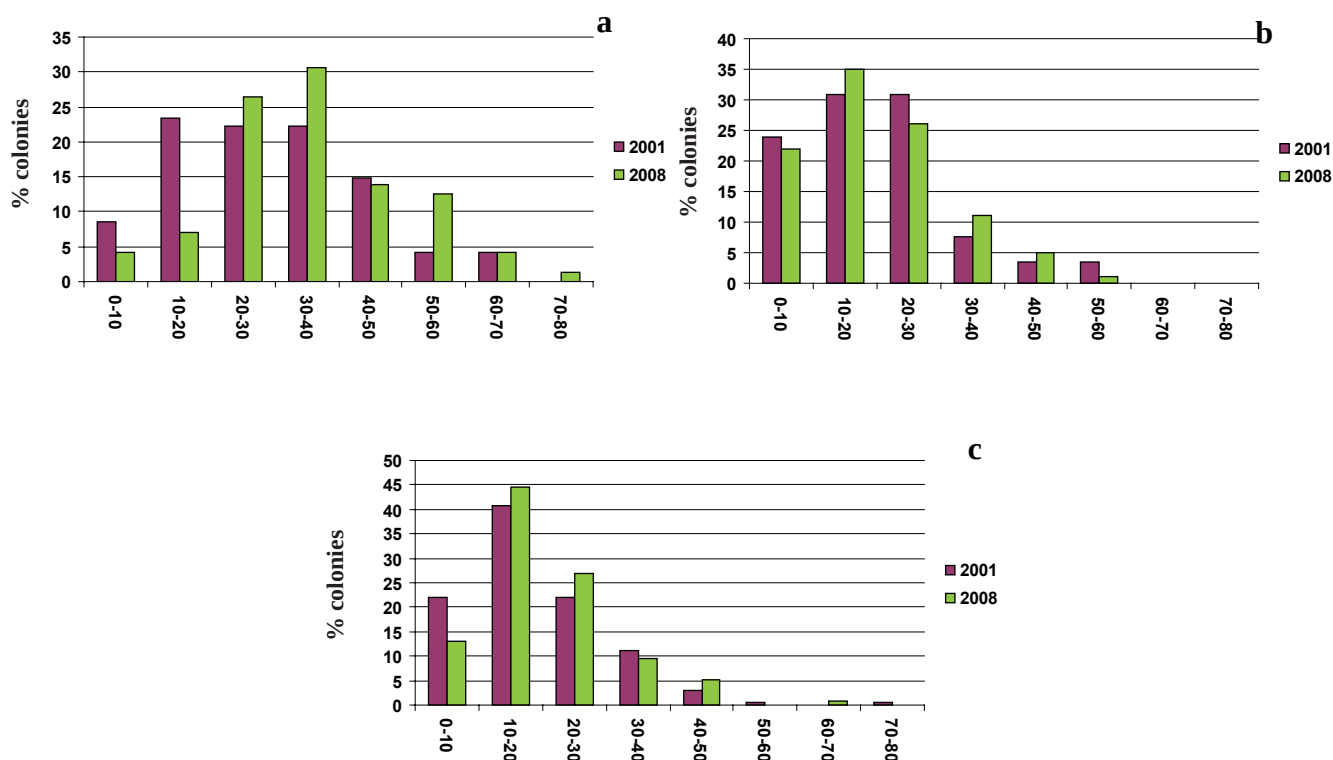


Figura8. Evolució de les classes de talla a les estacions superficials de les Illes Medes (a Tascons, b, Carall Bernat, c Medallot).

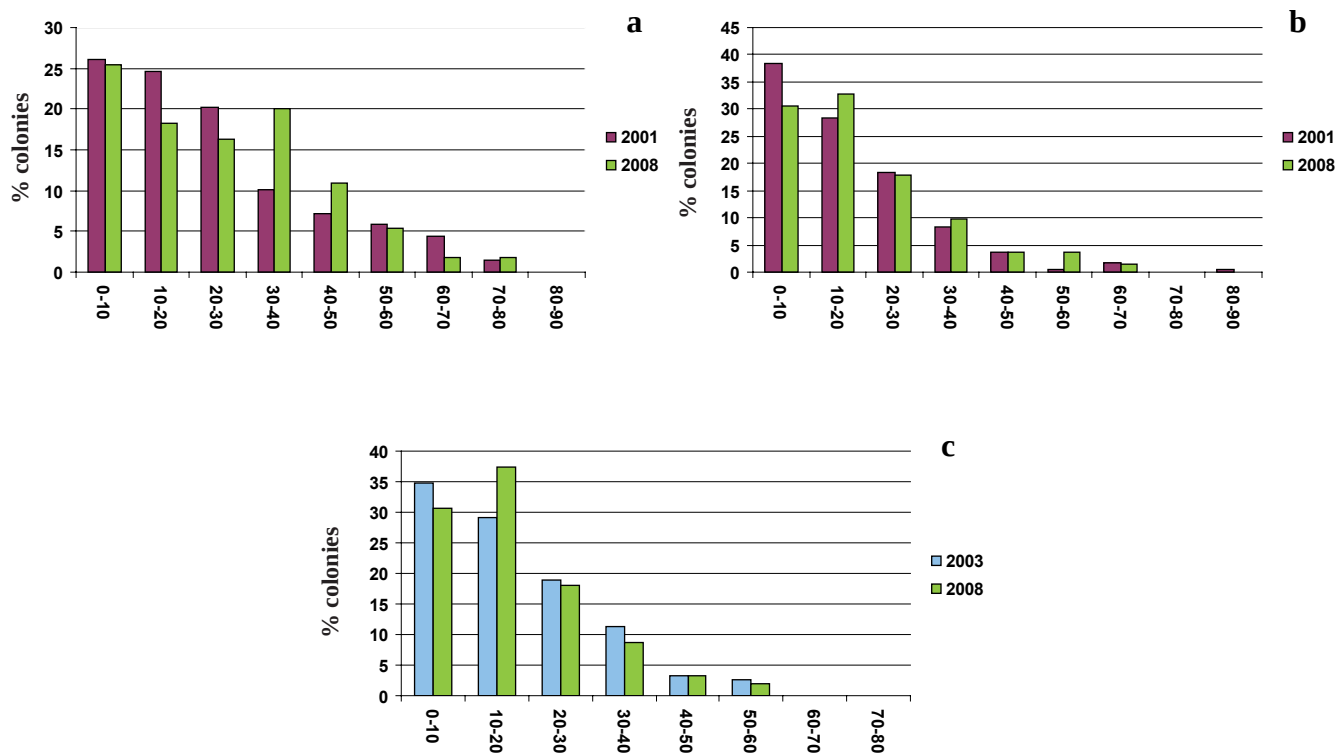


Figura 9. Evolució de les classes de talla a les estacions profundes de les Illes Medes (**a**, Tascons, **b**, Pedra de Deu, **c**, Pota del Llop)

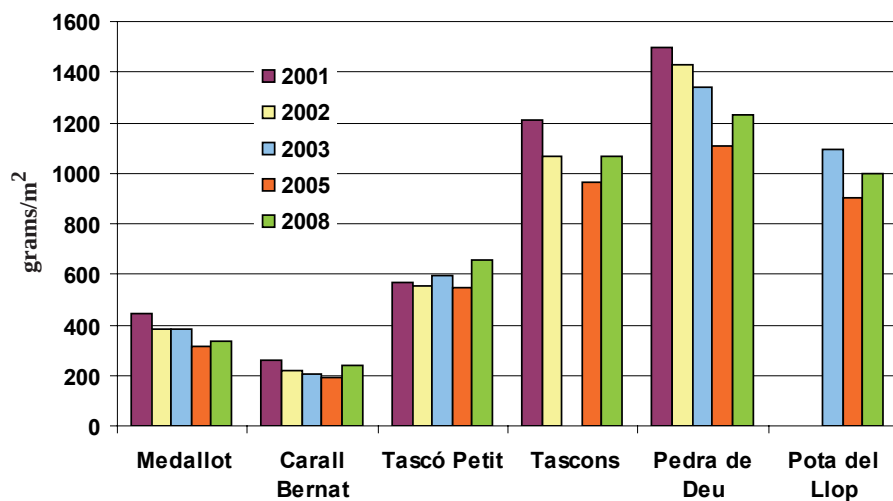


Figura 10. Evolució de la biomassa de gorgònies a les Illes Medes.

Al Cap de Creus, en promig, la densitat de colònies de les parcel·les ha disminuït un 5% durant el període 2005-2008 (figura 11). La parcel·la del Bau de Fora és l'única on la densitat ha augmentat. Això ha estat degut a que durant aquest període el reclutament en aquesta localitat (7,5%) ha estat molt superior al promig de les altres (3,3%, Taula 2 Annex).

El grau d'epibiosi de les poblacions s'ha mantingut constant (figura 12) i, en promig, les colònies de les parcel·les han crescut durant el període 2005-2008

(figura 13). El descriptor més integrador de l'evolució de les poblacions és la biomassa. La biomassa durant aquest període ha augmentat un 20% (Figura 13), el que equival a un augment del 6,7% anual.

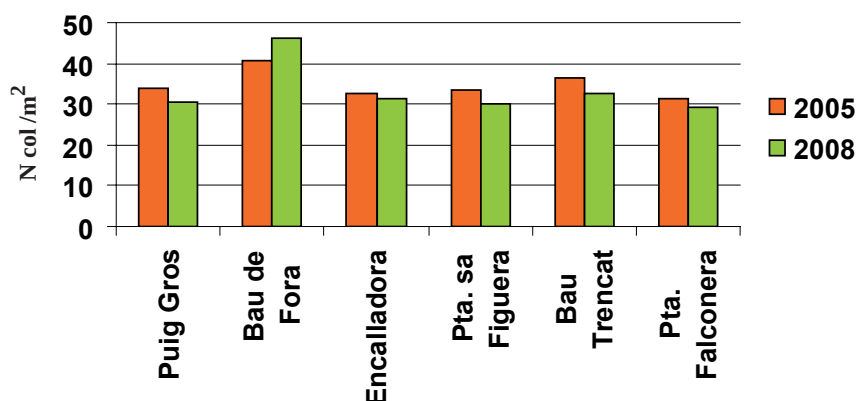


Figura 11. Evolució de la densitat de les gorgònies al Cap de Creus.

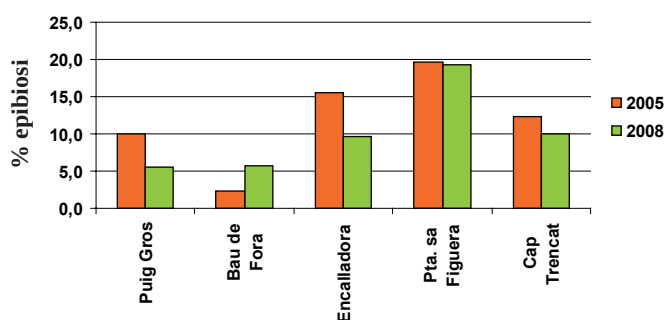


Figura 12. Evolució del grau d'epibiosi de les gorgònies al Cap de Creus.

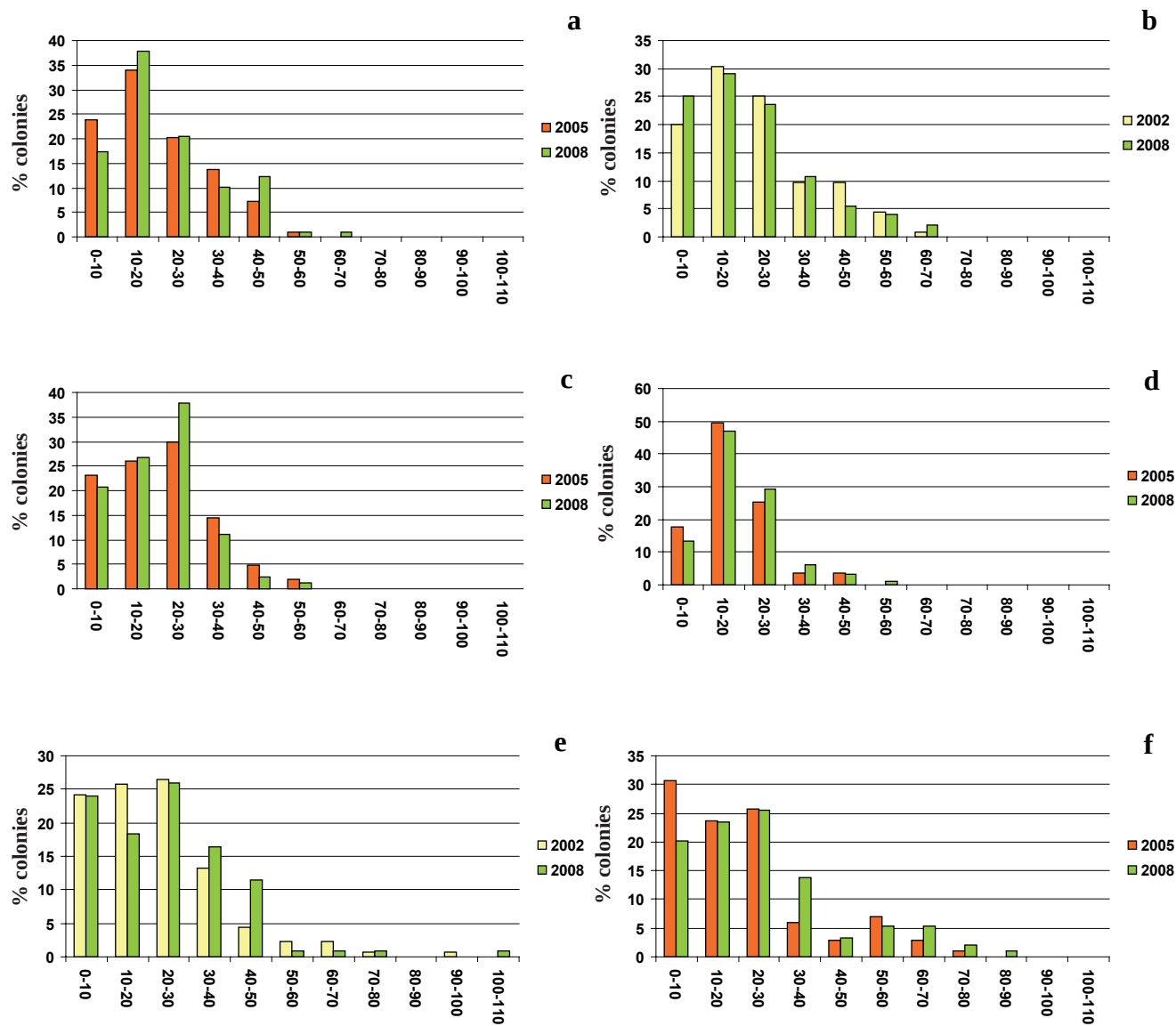


Figura 13. Evolució de les classes de talla al Cap de Creus (**a**, Puig Gros, **b**, Bau de Fora, **c** Encalladora, **d**, Pta. sa Figuera, **e**, Bau Trencat, **f**, Pta. Falconera).

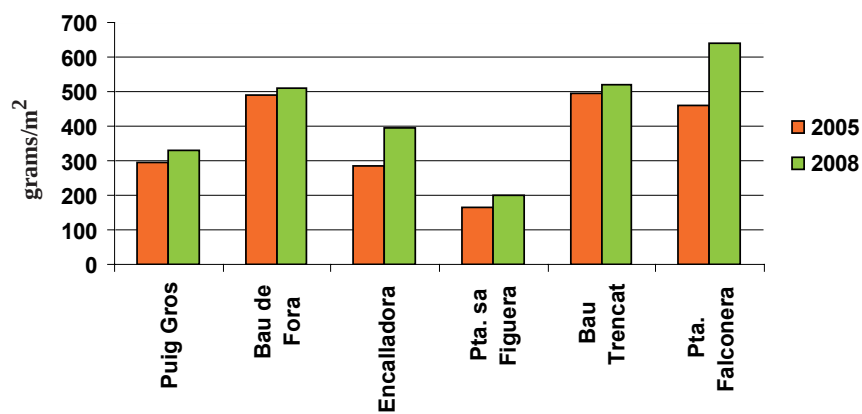


Figura 14. Evolució de la biomassa de gorgònies al Cap de Creus.

Evolució temporal. Les poblacions del Medes són les úniques de les que es disposa una sèrie suficientment llarga per examinar la seva evolució temporal. Les variacions en densitat venen donades pel balanç entre l'entrada de nous individus a la població (reclutament) i la sortida d'individus de la població (mortalitat). El reclutament al llarg del període objecte d'estudi (2001-2008) ha estat variable entre llocs i entre anys (Figura 15), però precisament aquesta elevada variabilitat fa que, en promig, per a les Medes no ha variat significativament durant aquest període (Figura 34, ANOVA $F_{3,17} = 2,5537$, $p = 0,090$, en promig, 2,63 anual). El que sí ha variat significativament és la mortalitat, la qual ha disminuït del $9,9 \pm 3,5$ % anual al període 2001-02 al $4,2 \pm 1,8$ % anual en el darrer període. Cal destacar que la mortalitat per recobriment d'altres organismes

s'ha mantingut baix i constant al llarg d'aquest temps (0,9 % anual, Figura 16) i que, per tant, la disminució de la mortalitat ha estat deguda a la disminució de la mort per arrabassament (Figura 35, ANOVA $F_{3,34} = 4,4032$, $p = 0,010$). En aquest darrer període objecte d'estudi s'ha produït una nova reducció de la taxa de la mortalitat per arrabassament que varem observar inicialment durant el període 2002-03 i que es va mantenir durant el període 2003-05. De fet, la taxa de mortalitat per arrabassament observada durant el present període ($3,5 \pm 1,1$ % anual) ha estat la més baixa mai observada a Medes. Aquesta reducció de la mort per arrabassament ha representat un punt d'inflexió en l'evolució de la biomassa de les poblacions, de manera que per primera vegada s'ha produït un guany net en la biomassa de les poblacions de les illes Medes (Figura 16).

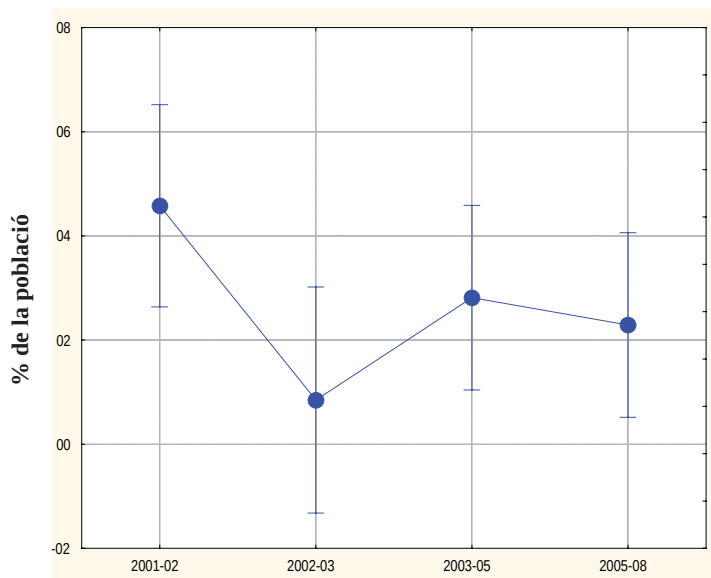


Figura 34. Evolució del reclutament (percentatge que els reclutes representen sobre el total de la població) a les Illes Medes

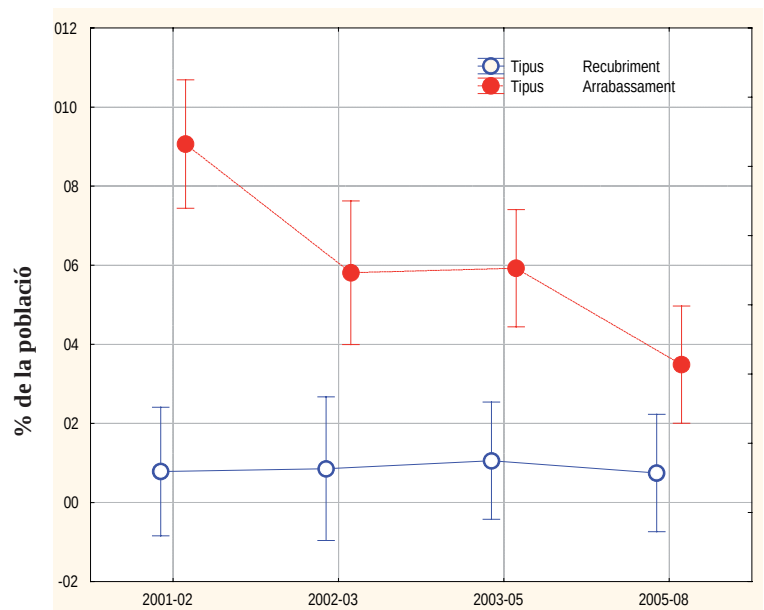


Figura 35. Evolució de les dues modalitats de mortalitat (percentatge de colònies mortes sobre el total de la població) a les Illes Medes.

CONCLUSIONS

Resultat de l'avaluació. En informes anteriors (veure informe 2002, Coma et al. 2004) es va demostrar que els elevats nivells de mortalitat per arrabassament eren deguts a l'erosió involuntària produïda per l'elevada freqüentació per escafandristes. A hores d'ara no disposem de les dades de freqüentació per escafandristes en les diferents localitats estudiades per a poder examinar la relació entre freqüentació i taxa de mortalitat de les gorgònies a escala de les tres àrees protegides. No obstant, a nivell qualitatiu si que sembla observar-se una relació entre ambdós factors donat que clarament les localitats del Montgrí són les menys visitades i presenten un taxa de mortalitat del 2,2% anual (molt propera als valors de mortalitat natural). D'altra banda al Cap de Creus dos dels indrets aparentment més freqüentats (Puig Gros i Bau Trencat, però cal recordar que calen dades al respecte), presenten el valors més alts de mortalitat per arrabassament (6,0 i 7,2 % anual). Cal destacar que per les raons abans esmentades ha estat impossible obtenir dades del Gat. Tot i això, el resultat de l'evolució temporal de la monitorització de les poblacions de *Paramuricea clavata* de les illes Medes ha permès determinar la tendència a la reducció de la principal causa de mortalitat per arrabassament (del 9,1 % al 2001-02 al 3,5 % anual observat al 2008). Tot i que les poblacions a Medes i Cap de Creus estiguin disminuint del ordre del 1,5% anual, part d'aquesta reducció podria ser resultat del procés natural d'autotala que es produeix en l'evolució de les poblacions en el sentit de que, el

creixement de les colònies grans produeix la mort d'algunes colònies de talla menor per efecte de reduir el seu accés als recursos nutritius (Linares et al. 2008), tal com s'observa en boscos. En aquest sentit, les poblacions del Montgrí tenen la avantatge de, a més de ser poc freqüentades, encara són poblacions poc denses i per tant no estan efectuades pel procés d'autotala. Aquests dos factors contribueixen a entendre l'augment de densitat i biomassa observat a les poblacions del Montgrí, i per tan no mostren un increment de densitat del 0,8% anual. En aquest marc, la biomassa, com a mesura integradora de tots els altres paràmetres (densitat, creixement i epibiosis) aporta la visió més real sobre l'evolució del patrimoni natural aportat per aquesta espècie indicadora del estat del coral·ligen. La biomassa durant aquest període ha mostrat una tendència a augmentar al voltant del 6% anual. Aquest valor ha estat semblant en els tres espais examinats. A partir del any 2003 s'observa una disminució significativa del nombre d'immersions (disminució propera a les 10.000 immersions/any, Figura 17). Es probable que aquesta disminució a valors propers als anys 1995-96 conjuntament amb un augment de la cura en les immersions fruit d'una major conscienciació sobre la fragilitat del coral·ligen hagin contribuït a la disminució de l'impacte exercit sobre la comunitat. Cal destacar doncs que durant el període 2005-2008 i per primera vegada, es va observar una evolució positiva en l'evolució de la biomassa a Medes, però també en els altres espais. Això representa assolir una un balanç patrimonial positiu en aquesta emblemàtica espècie del coral·ligen.

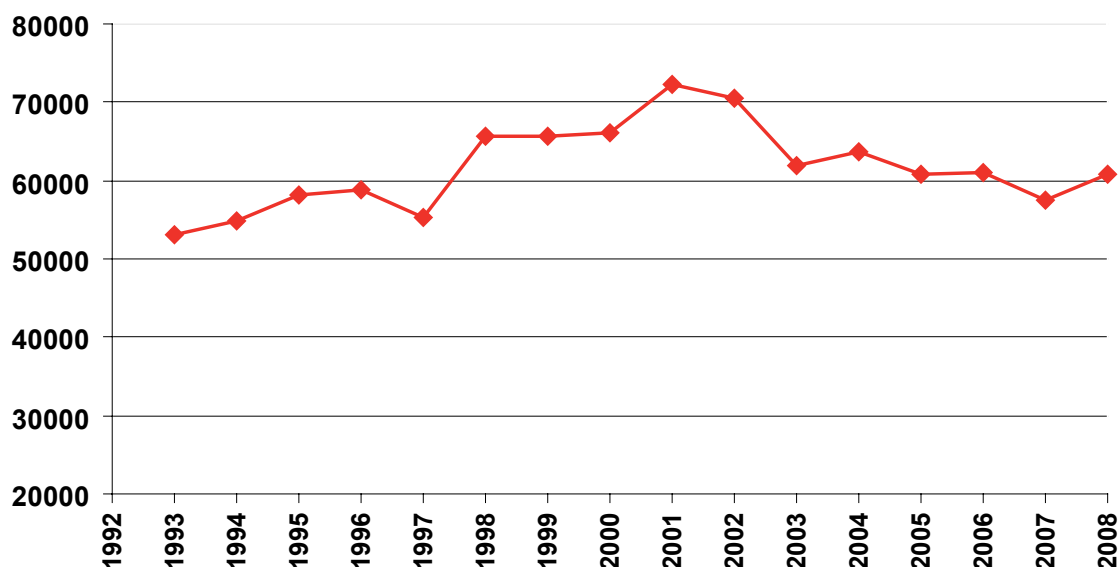


Figura 17. Número d'immersions a les Illes Medes des del 1993. Dades aportades per la Reserva.

Propostes per a la gestió. El resultats esmentats posen de manifest la necessitat de tenir un cens del nombre de escafandristes que visiten les diferents zones en els tres espais.

RECOMANACIONS

El període 2005-2008 ha estat el més favorable que hem observat des que es du a terme aquest seguiment. Durant el període 2003-2005 ja es va detectar una reducció molt significativa de la mort per arrabassament, però, no ha estat fins aquest darrer període que, per primera vegada, s'ha detectar una evolució positiva de la biomassa de les poblacions i per tant un guany patrimonial net en aquest descriptor.

Cal tindre en compte que durant els darrers anys a la Mediterrània Occidental s'han produïts diversos esdeveniments de mortalitat en massa d'invertebrats que han afectat principalment a les poblacions de gorgònies i esponges (Cerrano et al. 2000, Perez et al. 2000). Aquests esdeveniments, relacionats amb el escalfament global, han produïts la mort del 50% de la població en els indrets afectat (Linares et al. 2005, Coma et al. 2006). Hom pot considerar que no es pot fer res per reduir els efectes d'aquestes pertorbacions a gran escala degudes al escalfament global. Això no es així, les simulacions amb els

resultats d'aquest i altres estudis ens han permès obtenir les dades necessàries per a poder dur a terme un Anàlisi de Viabilitat Poblacions (Caswell 2001). La modelització ens ha permès determinar que la reducció de la mortalitat per arrabassament que produeix l'activitat de la immersió permet reduir de forma molt important els efectes dels episodi de mortalitat en massa sobre les poblacions (Linares 2006). Per sort, aquest esdeveniment tan sols varen afectar molt lleugerament les poblacions de les costes catalanes al 2003 (Garrahou et al. 2009) fet que va permetre la seva quasi total recuperació.

Per tan creiem que la millor recomanació possible no incrementarelsnivellsdefreqüentacióiparal·lelament reforçar i encoratjar la conscienciació dels visitants a través de difondre el màxim de coneixement sobre la longevitat i la fragilitat de la major part d'espècies que constitueixen l'emblemàtica comunitat del coral·ligen.

El litoral català, i en concret, la zona entre les illes Medes i el Cap de Creus, varen patir, al Desembre de 2008, el temporal de més intensitat de que es te registre (aproximadament 40 anys). La continuïtat del seguiment de les poblacions durant l'any 2009 permetrà determinar si aquest esdeveniment extrems son capaços d'alterar significativament la dinàmica de les poblacions de l'espècie.

POBLACIONS DE GRANS DECÀPODES

David Díaz i Mikel Zabala



INTRODUCCIÓ

La llagosta vermella (*Palinurus elephas*) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) és una espècie de gran interès econòmic, tradicionalment vinculada a les activitats pesqueres artesanals de les costes de la Mediterrània occidental. Al interès pesquer s'hi afegeix un innegable valor turístic, lligat al caràcter d'espècie bandera o emblemàtica que la llagosta té en dos dominis parcialment relacionats: la gastronomia i el busseig. La popularització de les activitats subaquàtiques ha convertit les zones de la costa Mediterrània més atractives i ben conservades en centres d'atracció on els turistes esperen contemplar, sobretot, espècies emblemàtiques com el corall, les gorgònies, els grans peixos i la mateixa llagosta. D'aquesta manera, l'espècie esdevé d'interès per a l'economia dels pobles mariners tant si la seva activitat principal és la pesca, cosa ja rara al nostre país, com si seguint la tendència actual deriva cap al turisme i la restauració.

Paradoxalment, la importància creixent ve acompanyada d'una evident rarificació a les costes catalanes d'espècies com el corall, la llagosta i els grans peixos; això obliga a l'administració a gestionar amb molta cura les seves poblacions per intentar canviar aquesta tendència. Les Reserves Marines en poden ser una eina, però no és segur que la seva creació sigui una mesura suficient. Per poder protegir efectivament una espècie amenaçada dins un espai protegit cal conèixer les causes de la seva regressió, la seva dinàmica demogràfica, els seus desplaçaments i formular les mesures que aquest coneixement faci més recomanables.

Les avaluacions fetes a Austràlia, el mar Carib i Nova Zelanda, on la pesquera de llagostes és molt important, han demostrat que les poblacions de llagostes es recuperen i les captures augmenten quan se segueix un pla de gestió adequat (Phillips *et al*,

1994). En aquests països, a part l'establiment de una talla mínima de captura que eviti la sobrepesca de talles no comercials, s'han adoptats mesures reguladores com les quotes de captura, la prohibició de captura de femelles ovades i la creació de zones de reserva que permeten el manteniment d'una població reproductora suficient (Forward, J. and Lyle, 2002). A més, els investigadors han desenvolupat tècniques per a quantificar les variacions anuals en les arribades de nous individus a la població, fet que possibilita la previsió de captura d'adults en un futur (Phillips, 1986). Això s'aconsegueix amb la monitorització de les primeres fases d'assentament i dels reclutes (puerulus i post-puerulus). Aquesta mesura de gestió eficaç, ha estat possible gràcies al manteniment d'una llarga sèrie temporal, on s'ha vist que existeix una correlació entre el reclutament d'un any i les densitats d'adults al cap de 5 anys (Gardner *et al*, 2001).

L'any 2006 es va establir una actualització de la talla mínima de captura per la llagosta vermella, com única mesura reguladora per la pesca de la llagosta a les nostres costes. A la Reserva marina de les Illes Columbretes s'ha demostrat recentment que mesures de gestió adequades poden fer rendible la pesca de la llagosta a les vores de una reserva marina (Goñi *et al*, 2006).

Malauradament hi ha espècies de grans decàpodes que a les costes catalanes ja no es poden considerar d'interès pesquer, degut a la manca de captures regulars. Es coneix que espècies de grans decàpodes com el llamàntol, l'esclop o la cabra de mar, eren espècies possibles de pescar o observar fent busseig. Però des de fa unes dècades són realment espècies rares o, fins i tot, quasi donades per extintes, com pot ser la cabra de mar. Per això, actualment s'estan duent a terme per diverses entitats projectes d'investigació i reintroducció dirigits a aquestes espècies de grans decàpodes.

L'objectiu d'aquest ha estat avaluar la població de llagosta al Parc Natural del Cap de Creus, la reserva marina del Montgrí i les illes Medes, així com avaluar la presència de grans decàpodes.

MATERIAL I MÈTODES

La campanya de cens de grans decàpodes es va desenvolupar dels 10 a 30 de juliol de 2008. En general, s'han realitzat mostrejos en 26 estacions per a totes les 3 grans àrees, Medes (11 estacions), Montgrí (4 estacions), Cap de Creus (11 estacions) (Taula 1). S'han realitzat almenys una immersió amb un mínim nombre de dos persones per dia i estació, en alguns punts s'han realitzat fins a dos immersions, ja que la fondària mitjana a la que s'han realitzat els censos no permet un mostreig complet en una única immersió.

Localització. A la Taula 2 es poden trobar les coordenades (en graus, minuts i mil·lèsimes de minut; Datum : "platé carré") de la posició del punt d'inici de

cada estació de mostreig. Responent a la distribució contagiosa dels grans decàpodes i al bon coneixement de la zona, des de 1994 es varen seleccionar 10 transectes dins les Illes Medes i 4 transectes en la zona de la costa del Montgrí que permeten visitar les principals zones llagosteres (zones susceptibles de haver-hi llagostes) conegudes. Com aquestes estacions havien estat mostrejades sistemàticament entre 1994 i 2003, i de forma interrompuda a partir d'aquella data, els mateixos transectes han estat repetits en 2008.

Les estacions prospectades per al cens del reclutament de les Illes Medes (La Reina) i del Montgrí (Arquets i Falaguer) es troben situades a menys fondària i també responen a estacions fixes definides des de 1996. Això es degut a que aquestes zones són d'especial interès per el reclutament i la sèrie ha estat monitoritzada ininterrompudament des d'aquella data.

Les estacions del Cap de Creus varen ser dissenyades de bell nou atenent a la disposició geogràfica del diferents nivells de protecció, de forma que quedessin representades l'Àrea de Reserva Integral, cadascuna de les 3 Reserves Parcial i almenys altres tants controls a zones del Parc properes a cada reserva. La única excepció és l'estació dels Caials que ja havia estat mostrejada per als reclutes de llagosta en anys anteriors.

ESTACIÓ	NIVELL DE PROTECCIÓ	FONDÀRIA MITJANA(M)	LATITUD	LONGITUD	TIPUS DE FONTS	DATA	Nº CENSOS	Nº CENSOS POSITIUS	TEMPS C. POSITIUS
ILLES MEDES									
Cova Dofí	ZEP	24,3	42 02 695	3 13 750	Roca,cova	24/07/2008	12	3	14
Barda del Sastre	ZEP	50,0	42 02 279	3 13 724	Roca,cova	25 i 26/07/2008	12	2	9
L'Escribana	ZEP	34,1	42 02 476	3 13 750	Roca	25/07/2008	12	6	29
Carall Bernat	ZEP	31,2	42 02 497	3 13 694	Roca	26/07/2008	12	6	30
Serra Ventosa	ZEP	30,3	42 02 606	3 13 666	Roca	27/07/2008	12	3	14
Túnel llarg	ZEP	29,3	42 02 660	3 13 680	Cova	04/08/2008	12	4	19
Pota del llop	ZEP	50,0	42 02 672	3 13 752	Roca,cova	29 i 30/07/2008	12	2	9
Medallot	ZEP	29,2	42 02 674	3 13 750	Roca	30/07/2008	12	10	50
La Vaca	ZEP	9,3	42 02 675	3 13 572	Roca,cova	31/07/2008	12	2	9
La Reina	ZEP	14,9	42 02 773	3 13 486	Roca	28/07/2008	12	8	38
Pedra de deu	ZEP	43,5	42 03 005	3 13 480	Roca,cova	02/08/2008	12	4	19
MONTGRÍ									
Els Arquets	AP	14,6	42 03 484	3 12 780	Roca,cova, blocs	02/08/2008	12	10	55
La Trona	AP	18,5	42 03 750	3 12 783	Roca,blocs	01/08/2008	12	3	14
El Falaguer	NP	20,1	42 04 000	3 12 685	Roca,blocs	05/08/2008	12	7	37
Puig de la Sardina	NP	36,8	42 04 251	3 12 686	Roca	05/08/2008	12	2	11

Taula 2. Localització de les estacions, fondària mitjana, coordenades, tipus de fons, dates i esforç realitzat. (ZEP, zona estrictament protegida; AP, zona protegida; PN, Parc Natural; RI, Reserva Integral; RN, Reserva Natural, NP, no protecció.)

ESTACIÓ	NIVELL DE PROTECCIÓ	FONDÀRIA MITJANA(M)	LATITUD	LONGITUD	TIPUS DE FONTS	DATA	Nº CENSOS	Nº CENSOS POSITIUS	TEMPS C. POSITIUS
CAP DE CREUS									
Punta Falconera	PN	26,1	42 13 982	3 13 129	Roca,blocs	13/07/2008	16	16	74
Patró pere	PN	25,3	42 14 862	3 15 242	Roca,blocs	15/07/2008	13	13	64
La Reparada	PN	36,5	42 15 104	3 16 738	Roca	16/07/2008	12	6	27
Illa Messina	PN	31,8	42 16 248	3 17 831	Roca,blocs	17/07/2008	12	12	60
Caials	PN	20,7	42 16 985	3 18 757	Roca,blocs	18/07/2008	12	9	43
Cala Culp	PN	30,2	42 19 372	3 18 698	Roca	21/07/2008	12	10	47
Portaló	PN	25,8	42 19 962	3 17 182	Roca,blocs	19/07/2008	12	11	51
El Gat	RN	36,3	42 14 222	3 17 824	Roca	14/07/2008	12	9	46
Tres Frares	RN	31,9	42 20 541	3 15 880	Roca,blocs	23/07/2008	12	10	47
Massa d'oros	RN	37,2	42 19 155	3 19 997	Roca,blocs	19 i 20/07/2008	12	8	38
Encalladora	RI	23,3	42 18 026	3 18 689	Roca,blocs	22/07/2008	12	13	66

Taula 2 (continuació). Localització de les estacions, fondària mitjana, coordenades, tipus de fons, dates i esforç realitzat. (ZEP, zona estrictament protegida; AP, zona protegida; PN, Parc Natural; RI, Reserva Integral, RN, Reserva Natural, NP, no protecció.)

Mètode de mostreig. Les poblacions de grans decàpodes han estat estimades per censos visuals realitzats amb escafandre autònom per un equip de 2 persones que prospecten en paral·lel al llarg d'un transecte, separats entre si per una petita distància (per mesures de seguretat). Els mostreigs han estat realitzats per escombrat de les zones amb ajut de llums halògens. Els materials utilitzats han estat l'equip bàsic d'immersió (sense utilització de mescles), torxa submergible, peu de rei, llapis i paper d'acetat. El personal implicat ha estat el que forma part del grup de recerca.

Dins de cada transecte, s'han comptat totes les llagostes/grans decàpodes observats, anotant la mida dels individus, el sexe (quan és possible) la fondària i el tipus de fons on han estat vistos.

A cada cens, cada observador prospecta un corredor d'amplada definida (delimitat només de forma virtual), que és de 2 m d'amplada a les zones ben il·luminades (situades a menys de 30 m de fondària) però que queda reduït a 1 m per als censos realitzats dins de coves, en zones fondes i/o amb aigües brutes, i durant els censos de juvenils. Cada cens dura 5 minuts i, a cada immersió, cada observador realitza un màxim de 6 censos; el que equival a un màxim de 12 censos, i 1 hora efectiva d'observació per immersió, si es suma l'esforç dels dos observadors. Desplaçant-se a una velocitat mitjana de 12 m per minut, cada observador prospecta en un cens de 5 minuts una superfície de 60 o 120 m² segons si es tracta, respectivament d'ambients foscos, fondos /aigües molt brutes o d'ambients ben il·luminats i aigües netes.

En general es va realitzar una immersió per estació de mostreig; però algunes estacions varen exigir dues immersions ja que la fondària mitjana a la que s'han realitzat els censos no permetia un mostreig complet en una única immersió.

Estudi de talles. El descriptor seleccionat per a estimar la mida durant els censos ha estat la longitud del cefalotòrax (LC, en mm), entesa com la distància des de la part anterior del rostre fins el punt mig de la part posterior del cefalotòrax. Les talles s'han estimat amb un peu de rei, i els individus han estat assignats a 5 classes discretes de talla ($T_0 < 25$; $25 < T_1 < 60$; $60 < T_2 < 80$; $80 < T_3 < 120$; $120 < T_4 < 160$). Aquesta agrupació permet una ràpida classificació de la talla amb un error menyspreable. La primera classe es la classe dels "reclutes" que representa els individus que s'han assentat durant l'estiu del mateix any (longitud màxima 25 mm LC que correspon a individus de 0-10 cm de longitud total LT). La distinció d'aquesta classe es fa perquè permet obtenir informació molt valuosa sobre la magnitud del procés d'assentament anual.

Per qui prefereixi les talles expressades en longitud total de l'animal, la conversió pot fer-se fàcilment amb la funció:

Longitud Total (TL) = $2.51 \text{ CL} + 32.04$ (mascles, rang 45-169 mm CL)

Longitud Total (TL) = $2.88 \text{ CL} + 12.51$ (femelles, rang 41-142 mm CL)

Per transformar les dades de talla a massa, hom ha utilitzat les següents funcions:

Pes fresc (W) = $0.0012 \text{ CL}^{2.882}$ (mascles; rang 45-169 mm CL)

Pes fresc (W) = $0.0016 \text{ CL}^{2.834}$ (femelles; rang 41-142 mm CL)

Estimes de densitat. La llagosta i els altres grans decàpodes tenen una distribució extremadament contagiosa i fidel a roques o indrets particulars; fora d'aquests indrets la probabilitat de trobar-ne és molt reduïda. Sovint l'amplada de la zona propicia és tan limitada, que el segon observador no té opció de fer recomptes positius. Sent zero tots els seus censos, la inclusió dels seus resultats en el còmput total rebaixa sistemàticament les estimes de densitat. El mateix succeeix amb qualsevol cens que es realitzi fora de les zones/fondàries "de llagostes", de forma que a mida que hom augmenta l'esforç de mostreig fora de les zones adequades, hom podria portar les estimes de densitat a quelcom semblant a una "dilució infinita". Això fa que la pretensió (lògica en altres casos) de convertir els resultats dels censos a valors de densitat resulti aquí molt problemàtica.

Les estimes de rendiment com nombre d'individus censats per unitat d'esforç (CPUE) estan expressades en nombre d'individus per minut de cens (el que equival a una superfície de 24 m² en aigües netes i somes o de 12 m² en ambients fondos, foscos o d'aigües brutes).

Distribució per fondàries. Per copsar l'estratificació batimètrica de la població, els transectes abasten tota la franja de fondàries entre 0 m i 45 m de fondària, tot i que les zones llagosteres (almenys les dels d'adults) es troben sempre per sota de la isobata de 25 m. Per tal d'analitzar la distribució de les espècies de decàpodes per fondàries, cada cens de 5 minuts ha estat realitzat en un rang de fondària que no superava els 5 metres de variació. Després, hom ha adjudicat les dades a la classe de fondària més propera dins una divisió arbitrària en intervals discrets de múltiples de 5 metres (és a dir, 0-5; 5-10; 10-15; 15-20, etc.). Quan la immersió cobreix un rang batimètric ampli (ex. entre 35 i 5 metres), hom ha cuidat que cada cens es mantingués dins un estrat d'uns 5m de profunditat, i quan ha estat possible, centrat en franges més estretes de 1 a 2 metres, dins l'estrat predefinit. En el mateix sentit, hom ha procurat realitzar cada cens de 5 minuts en un hàbitat homogeni (ex. blocs entre 5-10 m, paret entre 30-25m).

Encara que som conscients que per sota de les fondàries mostrejades encara poden quedar zones on es troben llagostes, el mostreig es limita a 45 m de fondària pel risc associat a la realització de recorreguts llargs a fondàries superiors; la única excepció han estat el transecte de la Barda del Sastre y la Pota de llop a les illes Medes, que malgrat que arriben als 57 metres es mantenen degut al seu interès com “zones de llagostes”.

RESULTATS

Esforç. Per totes les 3 grans àrees, s’han realitzat 189 censos amb un total de 960 minuts mostrejats. La fondària mitjana dels censos ha estat de 27,3 metres, amb diferències sensibles entre la zona de les illes Medes, que ha estat la més fonda (29,5

metres), i la zona del Montgrí que és la més soma (18,3 metres).

Llagosta vermella (*Palinurus elephas*). Durant el mostreig de 2008 en les 3 àrees s’han censat un total de 116 exemplars de llagosta vermella, 55 reclutes y 58 llagostes adultes.

A la Figura 1 s’ha representat la abundància de llagostes agrupades per àrees i en funció del grau de protecció; també s’hi ha representat la fondària mitja dels transectes realitzats a cada grup. S’observa que la protecció més estricta no suposa un més gran nombre de llagostes, ans el contrari : a ambdós àrees la tendència presentada pels adults sembla suggerir una relació inversament proporcional al grau de protecció.

Quant a la relació amb la fondària, tampoc sembla confirmar-se la esperada relació positiva entre la densitat dels adults i la fondària.

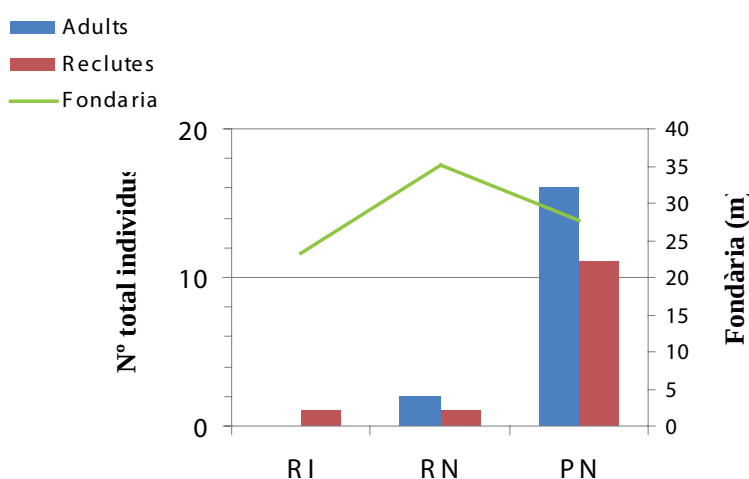


Figura 1. Abundància d’exemplars de llagosta segons la protecció. (RI, Reserva integral; RN Reserva natural; PN, Parc natural; AP, Àrea protegida; PN, no protecció.)

Si observem com es distribueixen les llagostes en classes de talla i per zones, podem observar que dominen en número els reclutes i que el nombre d'individus es va rarificant a mida que les talles creixen, com correspon a una espècie explotada. Les talles T4, que corresponen a exemplars de més de 120 mm de LC, només s'han trobat a les illes Medes (Figures 2 a i b).

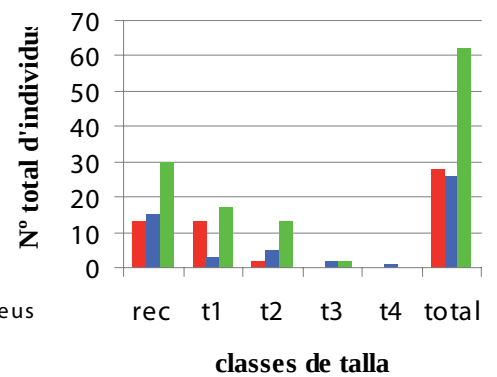
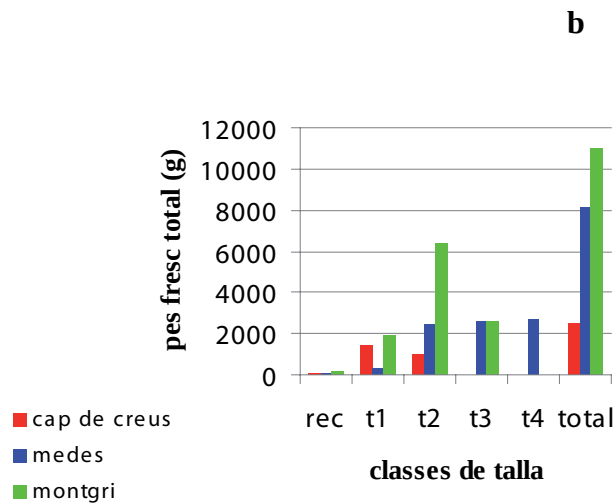


Figura 2. Abundància d'exemplars de llagosta segons la protecció. (RI, Reserva integral; RN Reserva natural; PN, Parc natural; AP, Àrea protegida; PN, no protecció.)

Reclutament 2008. Pel que fa als reclutes si que sembla confirmar-se una preferència pels fons més somers. El nombre de reclutes a la zona del Montgrí sembla significativament més elevat que el de les altres zones (Figura 3). També s'ha trobat un nombre notable de reclutes a algunes zones de les Medes com el Medallot i el Racó de la Reina (Figura 4). Al cap de Creus, destaca la Llosa del patró Pere i la Punta falconera amb 3 i 6 reclutes respectivament. Cal aclarir que la zona de Cap de Creus no es una de les zones amb un hàbitat òptim per el assentament de post-puerulus de llagosta (Figura 5).

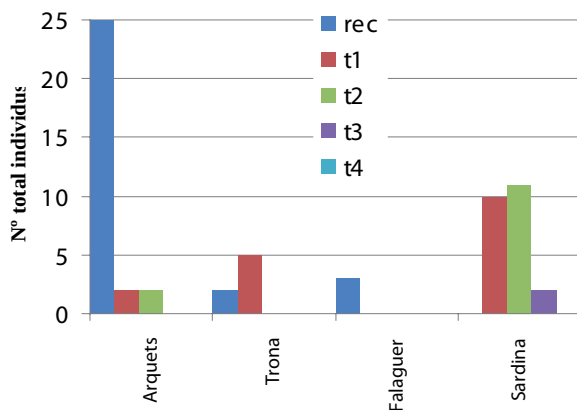


Figura 3. Distribució de les llagostes censades per estació i classes de talla la costa del Montgrí.

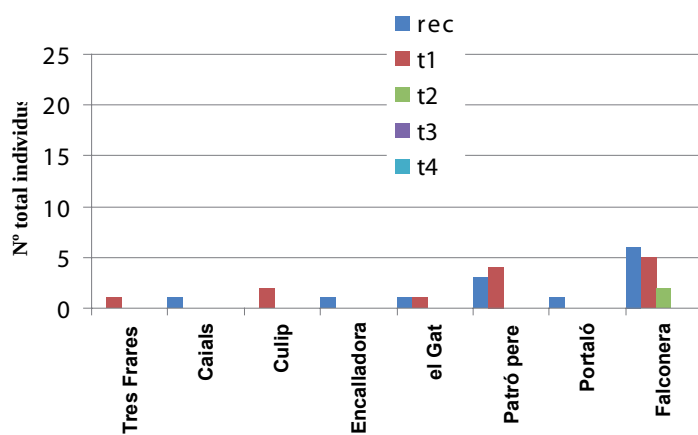


Figura 4. Distribució de les llagostes censades per estació i classes de talla a les Illes Medes.

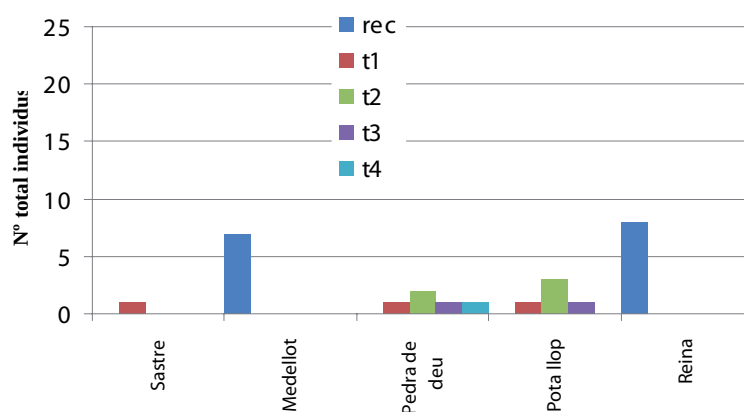


Figura 5. Distribució de les llagostes censades per estació i classes de talla al Cap de Creus.

Rendiments per unitat d'esforç. Els rendiments per unitat d'esforç presenten una tendència similar, però encara més accentuada, a la de les abundàncies en relació al nivell de protecció: com s'observa a la Figures 6, 7 el màxim rendiment, tant en nombre d'individus com en biomassa, es troba fora de les zones protegides. Sota ambdós descriptors destaca

la zona no protegida del Montgrí. Això es degut a la elevada densitat de exemplars juvenils (dels segon i tercer any de vida) detectats en 2008 a la zona del Puig de la Sardina. El Cap de Creus mostra els valors més baixos de biomassa i és la única zona que presenta densitats més elevades d'adults que de juvenils.

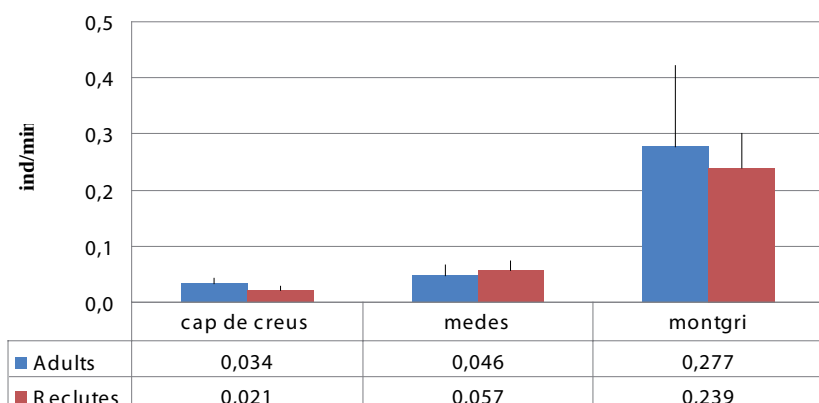


Figura 6. CPUE Rendiment dels censos per unitat d'esforç (individus/minut) a les tres grans àrees..

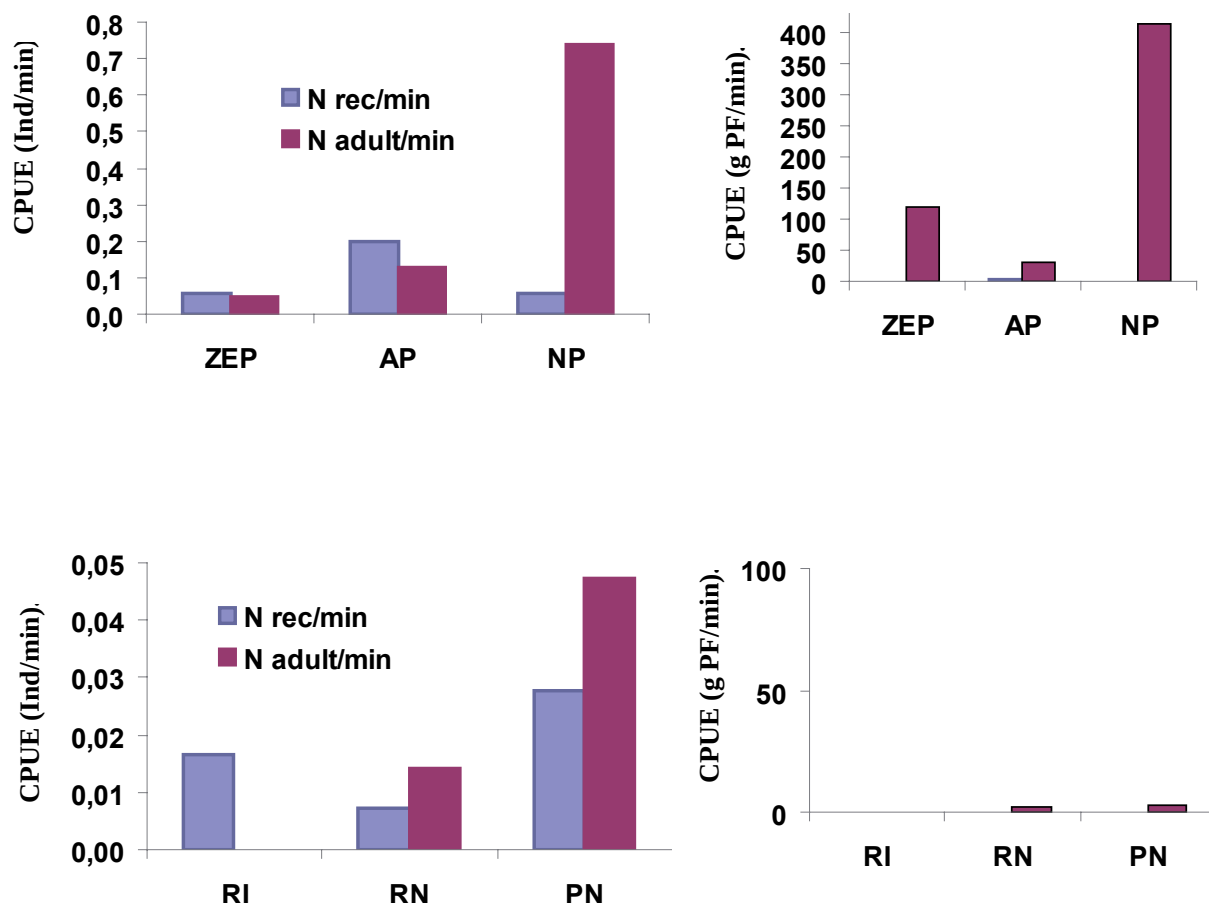


Figura 7. Rendiment per unitat d'esforç als censos de llagostes de 2008 en funció dels de protecció i les localitats, expressat en : a) número de individus (CPUE en número individus/minut de cens) i b) biomassa (CPUE en g de PF/ minut de cens).

Evolució temporal de les poblacions de llagosta (Figura 8 a i b). Tan sols disposem de dades sobre l'evolució temporal de la zona de les Illes Medes; per a la zona de Cap de Creus no es disposa de cap sèrie temporal ja que enguany ha estat el primer any que es realitza aquest seguiment. Pel que fa als reclutes hom compta també amb una curta sèrie de les localitats dels Caials (Cap de Creus), dels Arquets (Montgrí) i del Racó de la Reina (Illes Medes). Totes les sèries temporals presenten forats durant els anys 2002-2004 i 2006-2007, degut a la falta de finançament. A la zona de les illes Medes la població de llagostes ha anat decaient bruscament des del inici dels censos i, encara que falten dades d'alguns anys, suposem que les biomasses son ridículament petites des de

l'any 2001. Els pocs individus detectats en 2008 i 2005 es troben a molta fondària amagades en túnels o petites coves de molt difícil accés. Els transsectes realitzats a moltes zones que antigament allotjaven poblacions estables de llagostes (L'Escribana, la roca del Montgrí, el Carall Bernat, etc..) ja fa anys que no donen resultats positius. Els censos realitzats al Cap de Creus aporten una imatge semblant. El pobre resultat numèric de la campanya no pot ser atribuït a un pobre esforç de mostreig o a una inadequada localització de les estacions, sinó als valors extremadament baixos als que es troben les poblacions de llagostes d'aquestes localitats.

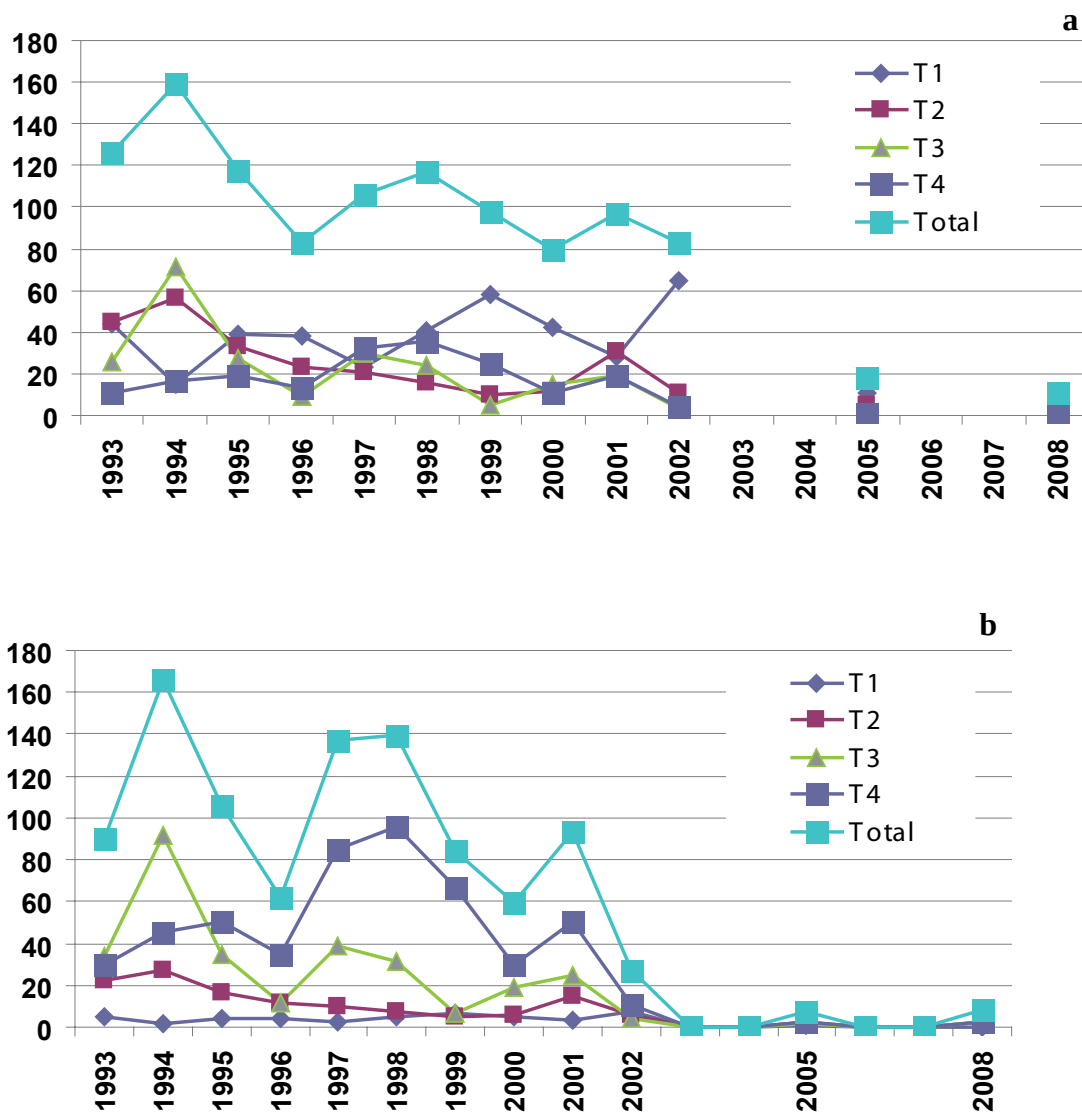


Figura 8 Evolució temporal del nombre de llagostes censades a la Zona estrictament protegida de les Illes Medes per classes de talla. (a) nombre d'individus; (b) biomassa (kg de pes fresc). Hom no disposa de dades dels anys 2003-2004 i 2006-2007.

Pel que fa als reclutes, la sèrie temporal més antiga, la dels Arquets, mostra que existeix una elevada variabilitat entre anys (Figura 9). A més, les dades recollides fins al present suggereixen que existeix una elevada correlació espacial en les sèries de reclutament de localitats separades desenes i centenars de km (Figura 9), el que no resulta estrany per a una espècie que mostra una vida larvària de quasi 5 mesos de durada. Així que no podem esperar trobar cap relació estreta entre la mida de la població

d'adults i la força de l'assentament. On podem trobar una correlació es entre els reclutes i la força de la classe dels exemplars juvenils. Això és el que podem intuir que es dona a la zona del Montgrí, que es una de les millors àrees de reclutament i que explicaria la gran abundància de juvenils (CL < 70 mm) que trobem a l'estació del Puig de la Sardina.

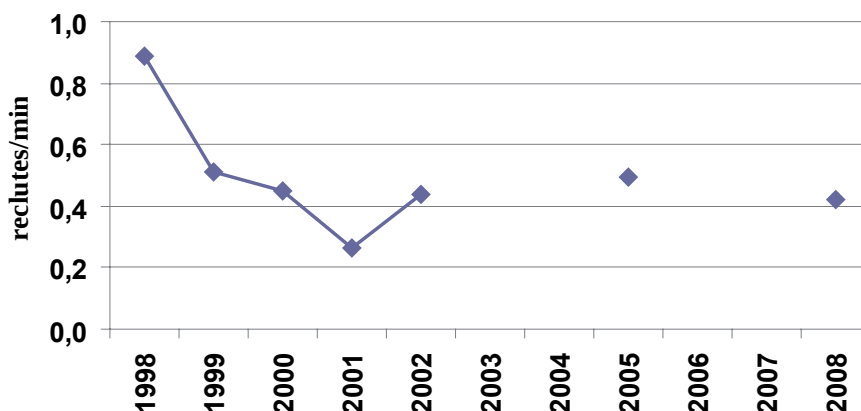


Figura 9. Evolució del número de reclutes al Montgrí.

Altres grans decàpodes. Els censos varen confirmar l'extrema raresa de les altres espècies de grans decàpodes en els fons de les àrees protegides sotmeses a monitorització. No es va detectar la presència de cap exemplar de cabra de mar (*Maja squinado*).



Els recomptes d'esclops (*Scyllarides latus*), o llamàntols (*Homarus gammarus*) pràcticament es varen veure restringits a l'àrea protegida de les Illes Medes.



Als censos realitzats a tota la superfície del Cap de Creus es va censar un únic llamàntol, que es va localitzar a una fondària de 33 metres, a la zona de Punta Falconera. Aquesta espècie sol ser solitària, i prefereix els fons detrítics amb taques de roca. D'altra banda no es va trobar cap exemplar d'esclop ni de cabra de mar (Figura 10).

A la zona del Montgrí no es va localitzar cap exemplar d'aquestes tres espècies.

A les Illes Medes va ser on es van trobar més exemplars d'esclops i de llamàntols, però tampoc cap cabra de mar. A les coves de la zona del Dofi i del Racó de la Vaca és on es van trobar fins a 6 exemplars d'esclops, situats a poca fondària (5,9 metres de mitjana). Per contra els exemplars de llamàntol es van trobar als punts més fondos dels recorreguts, principalment a la Barda del Sastre i la Pota del llop, a una fondària mitja de 43,9 metres (Figura 11).



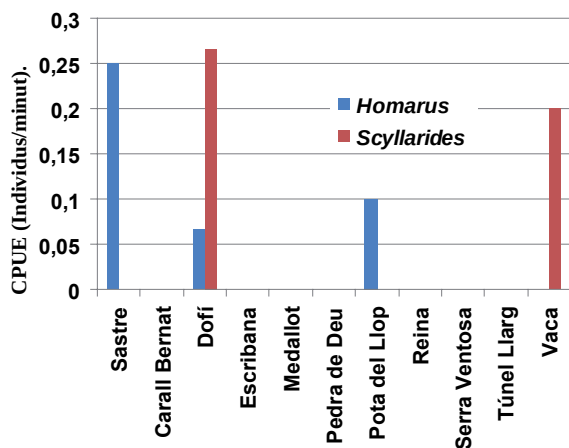


Figura 11. Nombre d'individus de grans decàpodes al Cap de Creus, Les Illes Medes i el Montgrí.

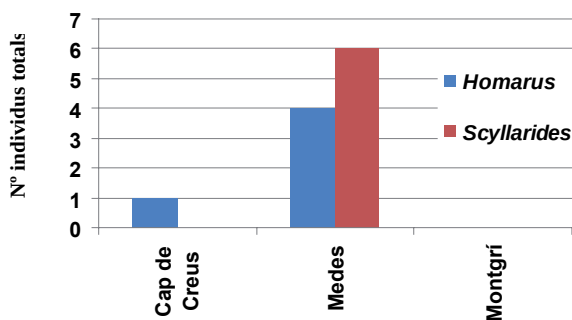


Figura 10. Nombre d'individus de grans decàpodes al Cap de Creus, Les Illes Medes i el Montgrí.

CONCLUSIONS

La sèrie acumulada durant els censos de 1993 a 2008 mostra clarament la incapacitat de recuperació demogràfica de la llagosta (*Palinurus elephas*) dins l'àrea protegida de les illes Medes. El declivi ha de ser entès irreversible ja que en una situació tant deprimida resulta difícilment recuperable, tant sols en zones on hi ha un reclutament consistent, malgrat les fluctuacions anuals pròpies del procés, poden ser susceptibles, amb una gestió adequada a poder ser recuperades. Aquest fracàs de la reserva envers la població de llagostes contrasta amb l'evolució favorable de la població de llagostes de la Reserva Marina de Columbretes (Goñi et al., 2006). Però cal tenir en compte que la població de les Columbretes partia d'una situació molt més favorable: 1) les dimensions de l'àrea protegida, que en molts casos cobreixen les necessitats biològiques de l'espècie, per tant es adequada per el "home range", tant en mida com en hàbitats. 2) D'altre banda la vigilància es estricta i les embarcacions de pesca que treballen

fora la reserva y poden capturar exemplars son relativament escasses.

En canvi a les illes Medes, la petita mida de la reserva, uns fons limitats per que es doni un reclutament, un augment de la depredació per part dels peixos sobre les fases juvenils, la manca de una vigilància estricta, l'impacte de bussejadors sobre l'espècie juntament amb la variabilitat del reclutament durant els últims anys han fet accelerar la depressió de la població a límits que creiem irrecuperables. Ara com ara tenim prou informació per poder dir que les llagostes estan pràcticament extingides de les Illes Medes.

Enguany ha estat el primer any en què s'ha realitzat un seguiment dirigit a la llagosta vermella i grans decàpodes en el Cap de Creus. Veritablement estàvem davant d'un repte, ja que la zona era força desconeguda en quant a zones de les que anomenem "llagosters". Per tant la primera acció, fou informar-nos de quins llocs eren els més adequats i així, mantenint un disseny de mostreig en relació als diferents nivells de protecció, varem procedir a fer els censos.

Totes les zones que es van mostrejar, presentaven un hàbitat i una fondària ideal per la presència de llagostes, però les densitats foren realment inusualment baixes. El nombre d'exemplars en tots els censos de cap de creus fou de 27 (reclutes 12, adults 15), això no s'ha d'entendre que no hi hagi llagostes a Cap de Creus, ja que si mirem les esporàdiques declaracions de captures de llagosta fetes a les confraries pels pescadors, no es corresponen de cap de les maneres. Dades publicades per el DARP mostren que l'any 2007 les captures declarades foren de 786 kg per les llotjes de Roses, Llança i Port de la Selva, per tant es obvi que els censos realitzats no estan dirigits a valorar la població de llagostes del Cap de Creus. Però creiem que la qüestió no es aquesta, sinó la avaluació del patrimoni que poden gaudir els usuaris del parc i aportar mesures de gestió que ajudin a millorar aquest patrimoni exhibible.

De totes maneres cal dir que la població de llagostes explotable, ha disminuït de manera estrepitosa, ja que les captures declarades per les confraries de cap de Creus l'any 1997, fa tant sols 11 anys eren de 2374 kg arribant a un mínim l'any 2006 als 330 kg. Aquestes dades no son certes, però son una visió relativa de la realitat força acurada. L'altra causa que dificulta la presència de llagostes com a patrimoni exhibible es la falta de reclutament. Les zones que presenten un origen geològic no calcari, no son les òptimes per l'afavoriment del reclutament. Per tant aprofitant que aquest es dona a menys fondària i si fos beneficiat per un hàbitat adient potser podríem esperar observar exemplars de 1 a 3 anys (45-70 mm LC) en les zones exhibibles del parc.

La zona del Montgrí, es una altre cas força singular i diferent a les altres gran àrees. La continuïtat de la costa litoral fins a l'arribada de la sorra no sobrepassa els 40-45 metres, presenta zones molt adequades per el reclutament, es tota ella calcària i presenta molts tipus d'hàbitats òptims per les llagostes. Aquestes característiques la converteix en un lloc ideal per gaudir de llagostes i realment es així, encara que no trobem llagostes de talles superiors a 90 mm LC. El reclutament en certes localitats es realment excepcional, les fluctuacions anuals que presenta son degudes a la variabilitat anual associada a processos oceànics i gratament es independent a la salut de les poblacions adjacents. Això la converteix en una zona totalment adequada per poder plantejar-se un pla de rescat de la població.

Un dels problemes que hom ha trobat en totes les àrees, Medes, Montgrí i Cap de Creus ha estat la falta de talles reproductores superiors a 100 mm., per tant el potencial reproductor esta molt malmès de manera que només podem esperar que la població pugui ser rescatada per altres poblacions. Per tant podríem

dir que no depenem del potencial reproductor de les poblacions de les nostres costes, sinó, que hem d'esperar que les poblacions estiguin connectades per processos de dispersió larvària y que puguin ser objecte de un rescat en forma de reclutament. Per tant la monitorització del reclutament es clau per gestionar futures recuperacions de les poblacions.

En relació al nivell de protecció, em vist que realment no es compliria la hipòtesis esperada (a més protecció, més llagostes). Això ho veiem reflectit en les densitat del Montgrí, a més gratament la zona del Massís del Montgrí compleix moltes de les característiques que el farien el candidat ideal per iniciar un pla de recuperació de les poblacions de llagosta de manera natural.

Mentrestant, hem pogut demostrar que el reclutament, que es repeteix cada any en quantitats significatives, dona pas a una fase de mortalitat juvenil que és molt més important dins les illes Medes que fora d'elles. Tanmateix, com la extraordinària densitat de peixos de les illes Medes representa un cas excepcional a la costa catalana, la causa de la regressió de la llagosta a nivell més general l'hem de buscar en un altre lloc. I la causa principal a Catalunya és la sobrepesca, ja que es tracta d'una espècie de creixement molt lent que dificilment pot neutralitzar el gran esforç de pesca a què està sotmesa actualment.

Grans decàpodes. La presència d'espècies de grans decàpodes d'interès pesquer es anecdòtica tant al cap de Creus com el Montgrí i les Illes Medes. Cal remarcar que, tal i com era d'esperar-se, no s'ha trobat cap cabra de mar i no esperem trobar-ne en els propers anys. Actualment s'estan en curs programes de reintroducció a les Balears i semblen del tot desaconsellables, ja que sabem que al poc temps d'haver alliberat exemplars, aquest foren capturats per embarcacions comercials en menys de 1 mes.

La presència de llamàntols, en tot el temps que hem estat realitzant censos en les Illes Medes i costa del Montgrí, semblen molt fluctuants. Mai s'ha vist exemplars juvenils i tots els exemplars s'han trobat en el límit més profund de les immersions. Els caus solitaris en fons detrítics o de maerl son el hàbitat preferit.

El cas més interessant sembla el de l'Esclop, aquesta espècie s'havia donat per desapareguda a la costa del Montgrí i les illes Medes. Però des de fa uns anys es possible observar-la de manera freqüent en coves a poca fondària a les illes Medes. Es desconeixen les causes de la reaparició de l'espècie, el que sembla interessant es que aquest arribada s'ha donat en d'altres llocs de la mediterrània.

RECOMANACIONS PER A LA GESTÓ

Llagostes. Per a una població tant minvada, com és la de les llagostes, l'existència de mesures de protecció més restrictives és pràcticament irrellevant, ja que les talles que es veurien afavorides, adults de més de 100 mm LC, pràcticament no existeixen.

En cas de existir la voluntat per part dels gestors d'aplicar un pla de rescat per la població de llagostes exhibibles es recomana, amb moltes garanties d'èxit, que es promogui una àrea d'especial interès per la protecció de la llagosta a la costa del Massís de Montgrí.

Fer accessible i promoure el coneixement de la normativa de pesca i biologia de la llagosta a tots els pescadors artesanals, ja que s'ha detectat un

gran desconeixement i no per falta de voluntat dels implicats.

Fer un seguiment acurat del reclutament de manera que aplicant mesures de protecció específiques per aquestes fases, es pugui millorar el futur reclutament a la població.

Augmentar els controls i la vigilància a les embarcacions que es dediquen a la captura de la llagosta.

Es recomana millorar la informació referent a l'espècie que apareix en la web corporativa y el material didàctic de la Generalitat de Catalunya, ja que pot ser font de confusió per part de qui la usi com a referència.

CONCLUSIONS GENERALS

1. Ictiofauna. Els resultats de la reserva de Medes i el Cap de Creus permeten establir una comparació de les respostes a dos models de protecció, tat a nivell de comunitat, com de poblacions. A grans trets a les Medes hom comprova que hi ha una marcada diferència entre la reserva estrictament protegida i la costa, independentment de que estigui parcialment protegida o no. A la reserva hom ha documentat l'evolució de les poblacions d'espècies altament vulnerables que semblen suggerir que ja han arribat a un punt d'estabilitat que deu ser molt proper al que seria la capacitat de càrrega del sistema, després d'uns primers anys amb uns increments increments notables. L'única espècie que no segueix aquesta pauta es la daurada, que presentà els màxims al començament del seguiment (principis dels 90). Aquesta evolució contrasta amb la estabilitat que caracteritza la reserva parcial del Molinet a la Punta Salines; la comparació d'aquesta àrea amb l'àrea veïna no protegida permet demostrar que, en aquest cas, la protecció parcial no ha tingut cap efecte notable. Això s'explica per una certa limitació de l'hàbitat, ja que els fons de grans blocs amb una elevada rugositat (rics en escletxes i anfractuositats) es troben molt restringits a una zona determinada, però també per l'acció recurrent de la pesca submarina furtiva.

En qualsevol cas, els gairebé nuls resultats de la protecció parcial al Montgrí contrasta amb l'èxit de les reserves parcials al Cap de Creus (la Massa d'Or i el Cap Norfeu, per exemple) que moltes vegades superen als de la pròpia reserva integral de l'Encalladora. També sembla que les àrees no protegides del Cap de Creus tendeixen a millorar de 2006 a 2008, cosa que no passa al Montgrí. Tot plegat suggereix que en el Cap de Creus es produeix un "efecte reserva lax" caracteritzat per un intercanvi força actiu entre zones protegides i no protegides. Aquest intercanvi és evident que no es produeix, si més no a una escala notable, entre les Medes i la costa del Montgrí (el que es podria denominar com un "efecte reserva dur"). A grans trets hom podria dir que la reserva de les Medes és més efectiva conservant les poblacions dels peixos vulnerables, mentre que el Parc del Cap de Creus seria més efectiu "exportant" recursos cap a zones a on es puguin pescar. Anant un xic més enllà, també es podria aventurar que les Medes tendeixen a augmentar el potencial reproductor de les poblacions protegides, permetent l'exportació d'ous i larves que enriquirien el reclutament d'aquestes espècies a grans distàncies, mentre que el Cap de Creus s'afavoreix el denominat "spillover", amb l'enriquiment gairebé immediat dels fons veïns a les zones protegides. No hi ha dubte de que a mesura que passi el temps la comparació de les respectives evolucions d'una i l'altra reserva és un

tema d'un gran interès tant pels científics com pels gestors. En aquest sentit seria molt útil procedir a fer un estudi de *radiotracking* al Cap de Creus similar al que s'ha fet a les Medes amb meros, déntols i sargs.

2. Gorgònia roja. El període 2005-2008 ha estat el més favorable que hem observat des que es du a terme aquest seguiment. Durant el període 2003-2005 ja es va detectar una reducció molt significativa de la mort per arrabassament, però, no ha estat fins aquest darrer període que, per primera vegada, s'ha detectat una evolució positiva de la biomassa de les poblacions i per tant un guany patrimonial net en aquest descriptor.

Cal tindre en compte que durant els darrers anys a la Mediterrània Occidental s'han produïts diversos esdeveniments de mortalitat en massa d'invertebrats que han afectat principalment a les poblacions de gorgònies. Aquests esdeveniments, relacionats amb el escalfament global, han produïts la mort del 50% de la població en els indrets afectat. Hom pot considerar que no es pot fer res per reduir els efectes d'aquestes perturbacions a gran escala degudes al escalfament global. Això no es així, les simulacions amb el resultats d'aquest i altres estudis ens han permès obtenir les dades necessàries per a poder dur a terme un Anàlisi de Viabilitat Poblacions. La modelització ens ha permès determinar que la reducció de la mortalitat per arrabassament que produeix l'activitat de la immersió permet reduir de forma molt important els efectes dels episodis de mortalitat en massa sobre les poblacions. Per sort, aquest esdeveniment tan sols varen afectar molt lleugerament les poblacions de les costes catalanes al 2003 fet que va permetre la seva quasi total recuperació.

Per tan creiem que la millor recomanació possible no incrementar els nivells de freqüentació i paral·lelament reforçar i encoratjar la conscienciació dels visitants a través de difondre el màxim de coneixement sobre la longevitat i la fragilitat de la major part d'espècies que constitueixen l'emblemàtica comunitat del coral·ligen.

El litoral català, i en concret, la zona entre les illes Medes i el Cap de Creus, varen patir, al Desembre de 2008, el temporal de més intensitat de que es te registre (aproximadament 40 anys). La continuïtat del seguiment de les poblacions durant l'any 2009 permetrà determinar si aquest esdeveniment extrem son capaços d'alterar significativament la dinàmica de les poblacions de l'espècie.

3. Llagostes. El declivi de la població de llagostes que s'està experimentant a les Illes Medes sembla no tenir cap possibilitat de recuperació. Aquest patró es deu probablement a diferents factors: la mida reduïda de l'àrea protegida, una augment de la depredació sobre els juvenils, la manca de vigilància i l'impacte dels bussejadors. Segurament, per les seves característiques

geomorfològiques, la zona del Montgrí sembla ser molt més adequada que les Medes per a un rescat de les poblacions d'aquest gran decàpode a Catalunya. Respecte al Cap de Creus, ara ja disposem de les primeres dades que esperem puguin servir en els propers anys. Cal remarcar que, de totes maneres, les llagostes censades són poques respecte a la població que segurament habita l'àrea. Globalment, el fet de que no s'hagin trobat talles reproductores sembla remarcar el fet de què potencial reproductor de les poblacions està seriosament compromès tot i que gràcies a l'àmplia capacitat de dispersió de les fases larvàries la recuperació sempre és possible. Entre **grans decàpodes** estudiats, a part la falta absoluta de cabres de mar (cranques), els llamàntols semblen trobar-se sempre a fondàries molt elevades i en densitats molt baixes. L'esclop, al contrari, torna a aparèixer fins i tot a poca fondària al Montgrí i a les Medes.

ORIENTACIONS I PROPOSTES PER A LA GESTIÓ

1. Ictiofauna. Hom vol emfatitzar la importància de la vigilància en ambdues reserves. Queda clar que aquesta és queda curta en el cas del Molinet, a on els peixos molt vulnerables, molt restringits a una àrea determinada són una presa fàcil dels pescadors submarins i també queda clar que la vigilància és insuficient al Cap de Creus. En ambdós casos hom té dades de primera mà de que la pesca submarina furtiva es dona en ambdues zones: al Molinet cada estiu s'han vist pescadors submarins a l'àrea parcialment protegida i al Cap de Creus s'han vist exemplars ferits fins i tot a la reserva integral. Sense una vigilància efectiva és evident que no es pot parlar de protecció. També s'hauria de revisar la zonació del Cap de Creus per tal d'adaptar la distribució de les àrees protegides a la potencialitat que presenten aquestes àrees de tal manera que es fes una "gestió adaptativa" en funció dels resultats obtinguts en el seguiment. Sembla clar que tant el Cap Norfeu, com la Massa d'Or, haurien de ser considerades com a reserves naturals integrals degut a que en ambdues zones hi ha – o hi havia en el cas de la Massa d'Or – concentracions reproductores de meros (*Epinephelus marginatus*).

Com a darrer afegitó al tema de la ictiofauna tant del Cap de Creus com de les illes Medes val a dir que arrel del temporal de llevat esdevingut per Sant Esteve

és molt probable que s'hagin produït greus estralls en la ictiofauna de fons rocosos que hagi afectat especialment algunes espècies altament vulnerables. L'aparició, ja esmentada, de fis a 12 meros a la platja de l'Estartit (gairebé un 8% dels exemplars que han estat observats enguany a les Medes) fa pensar en que la població d'aquesta espècie ha rebut de valent. Tot i que no hi ha dades del què ha passat al Cap de Creus, ou allí on les ones assoliren les alçades majors de tot el litoral català, la qual cosa no fa presagiar res de bo. Els efectes d'aquest temporal sobre la ictiofauna només es podran avaluar quan s'efectuïn els inventaris del seguiment corresponents a l'any 2009.

2. Gorgònia roja. Amb l'objectiu de millorar encara més la gestió de les poblacions de la gorgònia vermella a les zones d'estudi es posa de manifest la necessitat de tenir un cens dels escafandristes que bussegen a les tres àrees protegides i continuar treballant en el procés de conscienciació dels visitants sobre la longevitat i la fragilitat de les espècies de la comunitat del coral·ligen.

3. Llagostes. Es recomana la implementació d'un pla de rescat de la llagosta allà on pràcticament a desaparegut. S'indica com a lloc ideal per implementar el possible pla la costa del Montgrí. És necessari un estudi acurat del reclutament. És prioritari proporcionar informació sobre la normativa de pesca a la llagosta així com una millora de la informació sobre l'espècie a la web de la Generalitat.

Ictiofauna

a. La situació actual de la ictiofauna de la reserva de les illes Medes reflecteix clarament els efectes d'una protecció efectiva a llarg termini:

i. A nivell de comunitat, tant el nombre mitjà d'espècies, com la biomassa d'espècies vulnerables i la biomassa de grans piscívors és significativament superior a les illes Medes que a la costa veïna no protegida. Les diferències en la biomassa de vulnerables és d'un ordre de magnitud i en la de biomassa de grans piscívors de fins a dos ($R > RP = R$).

ii. Les espècies altament vulnerables presenten totes unes densitats més elevades l'àrea estrictament protegida de les Medes ($R > RP = NR$) excepte la daurada (*Sparus aurata*), que no presenta diferències significatives en la densitat ($R = RP = NR$), tot i ser més elevada en l'àrea estrictament protegida. En qualsevol cas, les biomasses mitjanes de totes aquestes espècies es significativament superior a les illes Medes ($R > RP = NR$).

iii. Les espècies mitjanament vulnerables, menys sensibles a l'efecte de la protecció, presenten uns resultats similars a les anteriors, amb densitats i biomasses superiors a l'àrea protegida de les illes Medes, amb diferències que són significatives en els sargs (*Diplodus sargus*) i les morrudes (*D. puntazzo*) i no significatives en les variades (*D. vulgaris*). La pauta es trenca en el cas del roquer (*Mullus surmuletus*), amb unes densitats significativament superiors a l'àrea parcialment protegida del Molinet a la Punta Salines i a l'àrea no protegida del Montgrí ($RP > NR > R$). Les biomasses no difereixen significativament ($RP = NR = R$), tot i ser superiors a la costa del Montgrí, degut a que en l'àrea estrictament protegida els rogers són més grossos i hi manquen els exemplars petits.

b. L'evolució de les poblacions de les espècies vulnerables d'ençà que s'inicià el seguiment (1991 pels mers i 1992 per a la resta d'espècies) presenta una pauta força comuna: el nombre total d'individus observats segueix una tendència a l'alça, degut al fort increment dels primers anys, mentre que les densitats i biomasses mitjanes semblen tendir a estabilitzar-se o presentar una lleugera tendència positiva. L'única excepció és la daurada (*Sparus aurata*) que presentà els valors màxims de nombre total d'individus, densitat i biomassa en els primers anys de seguiment per estabilitzar-se en els darrers, en uns valors molt més baixos. Això possiblement és degut a que aquesta

espècie tendeix a sortir, habitualment o periòdica, de l'àrea estrictament protegida de les illes Medes.

c. Els resultats obtinguts a la reserva de les illes Medes contrasten amb els de l'àrea parcialment protegida del Molinet a la Punta Salines a on els efectes de la protecció parcial no són gens evidents. Hom creu que això és degut tant a una limitació de l'hàbitat com a l'acció recurrent de la pesca submarina furtiva.

d. Al Cap de Creus, els resultats obtinguts suggereixen que el fet d'intercalar zones protegides amb zones no protegides produeixen una resposta ben diferent a la que s'ha vist en l'àrea de les Medes i el Montgrí.

i. Al Cap de Creus els resultats obtinguts amb els descriptors de la comunitat (nombre d'espècies i biomassa mitjans) semblen confirmar que hi ha un "efecte reserva lax" que es caracteritza per un increment generalitzat a totes les zones, independentment de l'ús status de protecció. El que les àrees protegides estiguin intercalades amb les no protegides sembla afavorir un trànsit més fluid dels peixos. Tot i així, els valors obtinguts a la reserva integral i parcial encara són significativament superiors als de l'àrea no protegida ($RNI = RNP > PN$). Hi ha zones parcialment protegides (RNP), com la Massa d'Or i el Cap Norfeu a on s'assoleixen valors similars o superiors als de la reserva natural integral (RNI) l'Encalladora.

ii. A nivell de les espècies altament vulnerables, cal destacar el mero (*Epinephelus marginatus*) que, a grans trets, manté la densitat i la biomassa mitjana de 2006 a 2008, excepte a la Massa d'Or (RNP) a on experimenta una acusada davallada segurament produïda per la pesca submarina. Han desaparegut els grans exemplars i segurament s'ha trencat la concentració reproductora, que ara es veu restringida exclusivament al Cap Norfeu (RNP).

iii. La resta d'espècies altament vulnerables presenten diferents respostes als nivells de protecció entre un any i l'altre. Els déntols (*Dentex dentex*) incrementen la seva densitat arreu ($2008 > 2006$), excepte a la reserva integral (RNI); els sargs soldats (*Diplodus cervinus*) mantenen les densitats i biomasses d'un any a l'altre, que són significativament més elevades les àrees protegides ($RNP = RNI > PN$); els llobarros (*Dicentrarchus labrax*) experimenten una davallada important d'un any a l'altre ($2006 > 2008$); les daurades (*Sparus aurata*) presenten les densitats i biomasses més elevades a la reserva natural parcial ($RNP > RNI = PN$) i els corbells, restringits pràcticament a la Massa d'OR (RNP) augmenten significativament d'un any a l'altre ($2008 > 2006$).

i. Les espècies mitjanament vulnerables tampoc no semblen respondre homogèniament ni al nivell de protecció, ni a l'any: el sarg (*Diplodus sargus*) experimenta una marcada davallada arreu, tot i mantenir unes densitats altes que tendeixen a uniformitzar-se, com les talles, entre els nivells de protecció; la morruda (*D. puntazzo*) experimenta un increment notable de la densitat i la biomassa a l'àrea no protegida, que no arriba, però a assolir els valors de les àrees protegides (2008>2006; RNI = RNP>PN); el roger (*Mullus surmuletus*) disminueix molt d'un any a l'altra, especialment en les zones a on era més abundant, degut a que no han aparegut individus juvenils als comptatges. La extraordinària variabilitat de les varades (*D. vulgaris*) no permet extreure'n cap conclusió coherent.

b. Globalment els resultats de les poblacions de les espècies tractades semblen confirmar el model de "l'efecte reserva lax" que hom ja ha esmentat. Si més no al Cap de Creus, sembla que hi ha poca diferència entre la protecció total i la parcial, la qual cosa contrasta amb els resultats de les Medes i el Montgrí, a on la diferència és clara i neta. Finalment, al Cap de Creus queda clar que hi ha factors (tipus de fons i hidrodinamisme) que pesen més que la pròpia protecció en explicar la distribució dels peixos vulnerables.

La gorgònia roja

Existeix una clara reducció de la mortalitat per arrabassament (des d'un 9,1% al 2002 a un 3,5% d'aquest any).

Tot i que no disposem de les dades de freqüentació per les zones estudiades, sembla que les zones amb menys freqüentació tinguin també les mortalitats

més baixes (Montgrí, 2,2%). Els valors més elevats, de fet, es corresponen al Cap de Creus (Puig Gros i Bau Trencat) amb mortalitats fins al 7,2%. La bona gestió de les zones d'estudi ha permès un augment de la biomassa de les colònies fins a un 5-7% anual.

Els grans decàpodes

El declivi de la població de llagostes que s'està experimentant a les Illes Medes sembla no tenir cap possibilitat de recuperació. Aquest patró es deu probablement a diferents factors: la mida reduïda de l'àrea protegida, una augment de la depredació sobre els juvenils, la manca de vigilància i l'impacte dels bussejadors. Segurament, per les seves característiques geomorfològiques, la zona del Montgrí sembla ser molt més adequada que les Medes per a un rescat de les poblacions d'aquest gran decàpode a Catalunya. Respecte al Cap de Creus, ara ja disposem de les primeres dades que esperem puguin servir en els propers anys. Cal remarcar que, de totes maneres, les llagostes censades són poques respecte a la població que segurament habita l'àrea. Globalment, el fet de que no s'hagin trobat talles reproductores sembla remarcar el fet de què potencial reproductor de les poblacions està seriosament compromès tot i que gràcies a l'àmplia capacitat de dispersió de les fases larvàries la recuperació sempre és possible. Entre **grans decàpodes** estudiats, a part la falta absoluta de cabres de mar (cranques), els llamàntols semblen trobar-se sempre a fondàries molt elevades i en densitats molt baixes. L'esclop, al contrari, torna a aparèixer fins i tot a poca fondària al Montgrí i a les Medes.

BIBLIOGRAFIA CITADA PER APARTAT

Ictiofauna.

Alcalá, A. C., 1988. Effects of marine reserves on coral fish abundances and yields of Philippine coral reefs. *Ambio*, 17: 194-199.

Eristhee, N. & H. A. Oxenford, 2001. Home range size and use of space by Bermuda chub *Kyphosus sectatrix* (L.) in two marine reserves in the Soufrière Marine Management Area, St. Lucia, West Indies. *Journal of fish Biology*, 59(A): 129-151.

Garcia-Rubies, A., 1997. *Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània Occidental: efectes de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.

Gómez, S., J. Lloret, M. Demestre & V. Riera, 2006. The decline of the artisanal fisheries in Mediterranean coastal areas: the case of Cap de Creus (Cape Creus). *Coastal Management*, 34(2): 217-232.

Harmelin-Vivien, M. L., J. G. Harmelin, C. Duval, R. Galzin, P. Lejeune, G. Barnabé, F. Blanc, R. Chevalier, J. Cucler & G. Laserre, 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 40: 467-539.

Lloret, J., N. Zaragoza, D. Caballero, T. Font, M. Casadevall & V. Riera, 2008. Spearfishing pressure on fish communities in rocky coastal habitats in a Mediterranean marine protected area. *Fish. Res.*, 94: 84-91.

StatSoft Inc., 1995. *Statistica*, Tulsa, Oklahoma (USA).

Zabala, M., A. Garcia-Rubies, P. Louisy & E. Sala, 1997a. Spawning behaviour of the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61: 65-77.

Zabala, M., P. Louisy, A. Garcia-Rubies & V. Gracia,

1997b. Socio-behavioural context of reproduction in the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61: 79-89.

La gorgònia vermella

Caswell H (2001) Matrix population models: construction, analysis, and interpretation. 2nd edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.

Cerrano, C., Bavestrello, G., Bianchi, C.N., Cattaneo-Vietti R., Bava, S., Morganti, C., Morri, C., Picco, P., Sara, G., Schiaparelli, S., Siccardi, A. & F. Sponga, 2000. A Catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (North-western Mediterranean), summer 1999. *Ecology Letters*, 3: 284-293.

Coma, R., J.M. Gili & M. Zabala &, 1995a. Reproduction and cycle of gonadal development in the the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 117: 173-183.

Coma, R., M. Zabala & J.M. Gili, 1995b. Sexual reproductive effort in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 117: 185-192.

Coma, R., E. Pola, M. Ribes & M. Zabala. 2004. Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns, protected vs unprotected areas. *Ecol. Applic.* 14: 1466-1478.

Coma R., Linares, C., Ribes, M., Diaz, D., Garrabou, J. and E. Ballesteros, 2006 Consequences of a mass mortality in populations of *Eunicella singulares* (Cnidaria: Octocorallia) in Menorca (NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 327: 51-60.

Diaz, D., Harmelin, J.G., Gambi, M.C., Kersting D. K., Ledoux, J.B., Lejeune, C., Linares, C., Marschal, C., Perez, T., Ribes, M., Romano J.C., Serrano, E., Torrents, O., Zabala, M., Zuberer, F., Cerrano, C. (2009) Mass mortality in the NW Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology* (en prensa).

Garrabou, J., Harmelin, J.G., 2002. A 20-year study on life-history traits of a harvested long-lived temperate coral in the NW Mediterranean: insights into conservation and management needs. *J Animal*

Linares, C., R. Coma, D. Diaz, M. Zabala, B. Hereu, & L. Dantart. 2005. Immediate and delayed effects of a mass mortality event on gorgonian population dynamics and benthic community structure in the NW Mediterranean Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. (en prensa).

Linares C (2006). Population ecology and conservation of a long-lived species: the red gorgonian *Paramuricea clavata*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, 210 pp.

Linares, C., Coma, R., Diaz, D., Garrabou, J. and M. Zabala, 2008. Size distribution, density and disturbance in two Mediterranean gorgonians: *Paramuricea clavata* and *Eunicella singularis*. Journal of Applied Ecology 45: 688-699.

Perez, T., Garrabou, J., Sartoreto, S., Harmelin, J.G., Francour, P. & J. Vacelet, 2000. Mass mortality of marine invertebrates: an unprecedented event in the North Occidental Mediterranean. C.R. Acad. Sci. Paris. 323(10): 853:865.

Poblacions de grans decàpodes

Forward, J. and J.M. Lyle (2002). A survey of the 2000/01 Tasmanian recreational rock lobster fishery and options for future assessment. Final Report to the Marine Recreational Fishery Council

Gardner, C., Frusher, S.D., Kennedy, R.B. and Cawthorn, A. (2001). Relationship between settlement of southern rock lobster puerulus *Jasus edwardsii* and recruitment to the fishery in Tasmania, Australia. Marine and Freshwater Research. 52 (8)1271-1275

Goñi, R., A. Quetglas and O. Reñones. (2006). Spillover of spiny lobsters *Palinurus elephas* from a marine reserve to an adjoining fishery. Marine

Phillips, B.F. (1986). "Prediction of commercial catches of the western rock lobster *Panulirus cygnus*." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 43: 2126-2130.

Phillips, B.F., J.S. Cobb and J. Kittaka (eds.) (1994). "Spiny lobster management": 1-550 Blackwell Scientific Publications, London.