

Estudi de les comunitats de peixos en els fons rocosos de
l'àrea d'influència marina del Parc Natural de Sa
Dragonera (S.O de Mallorca). Juliol de 2003.



A. Garcia-Rubies*, J. Coll** i B. Hereu*

*: Centre d'Estudis Avançats de Blanes – CSIC

** : Tragsa-Servei de Recursos Marins. Direcció General de Pesca

INTRODUCCIÓ

En una gran part del litoral mediterrani, les reserves marines poden ser considerades com una solució d'emergència, tant pel que fa a la gestió dels recursos pesquers, com pel que fa a la conservació del litoral. Cal tenir en compte que les costes de la Mediterrània han estat poblades des de molt antic i que, per tant, s'han vist secularment sotmeses a la influència humana, una influència que s'hi ha deixat sentir abastament i que no ha fet altra cosa que augmentar, de manera gairebé exponencial els darrers decennis. Amb el pas dels segles però, sobre tot, en els darrers anys, la pesca tradicional, artesana, s'ha convertit en una clara sobreexplotació dels recursos i l'ús tradicional del sòl en una degradació flagrant del paisatge costaner.

L'explotació dels recursos pesquers es va aguditzar dramàticament durant el segle XX, amb l'entrada del motor d'explosió en el món de la pesca que va fer possible l'expansió i l'eficàcia de la pesca d'arrossegament, que no sols sembla que ha portat a moltes espècies fins la pràctica extinció (Macpherson, 1985; Mayol *et al.*, 2000) sinó que ha malmès – i malmet- extenses superfícies de fons litorals (Smith *et al.*, 2000, entre molts d'altres). A més a més, en els darrers trenta anys, la bonança econòmica ha propiciat un notable esclat de la nàutica d'esbarjo amb la qual cosa la pesca esportiva, tant de superfície com submarina, ha experimentat un auge molt important de tal manera que pràcticament no queden llocs fora de l'abast dels pescadors, siguin aquests d'un tipus o un altre. Tot plegat s'agreuja amb els moderns sistemes de navegació per satèl·lit, o les noves sondes que permeten situar i localitzar, amb molt poc error, els llocs de pesca.

Tot i que a nivell de captures dels pescadors d'arts tradicionals i esportius no hi ha gaire dades, sembla clar que les poques existents apunten a una evident sobrepesca que afecta directament les poblacions d'algunes espècies concretes (Coll *et al.*, 1999; Coll *et al.*, 2004) i que, indirectament, pot afectar tota la comunitat bentònica. Els denominats efectes “cascada” es fan palesos arreu de la Mediterrània i hi ha comunitats molt valuoses des d'un punt de vista ecològic i paisatgístic que es troben en perill de desaparèixer degut als desequilibris ocasionats per l'enrarament d'algunes espècies clau (Sala, 1997). Així, per exemple, els blancalls causats per l'eriçó de mar *Paracentrotus lividus* es deuen a l'enrarament dels seus depredadors, majoritàriament peixos.

Però l'augment de l'esforç de pesca és només una part del problema. Els països riberencs de la Mediterrània també han experimentat un notable increment de la població fruit d'un desenvolupament tant turístic com industrial, a conseqüència del qual s'han malmès o modificat seriosament amplies extensions del litoral (a Catalunya, per exemple, més del 50% de la costa està urbanitzada...). Les aigües costaneres també han rebut, i segueixen rebent, una important càrrega contaminant, tan d'origen urbà com industrial.

Canvis de més abast, però d'origen humà, també afecten el litoral mediterrani. Així, el progressiu escalfament del clima propícia l'entrada d'espècies d'origen meridional a la Mediterrània occidental, mentre que algunes espècies autòctones en pateixen les conseqüències en forma de mortalitats més o menys acusades, entrant en una certa regressió (Cerrano *et al.*, 2000). Tal és el cas, per exemple del corall vermell (*Corallium rubrum*), ja molt explotat, o de la gorgònia roja (*Paramuricea clavata*). L'increment del transport marítim també contribueix a l'entrada d'espècies exòtiques, mentre que el turisme nàutic, molt massificat, també ajuda a propagar espècies al·lòctones, potencialment molt perilloses per a les comunitats litorals autòctones. El cas més notable ha estat el de *Caulerpa taxifolia*, però la llista, només d'algues, ultrapassa les vuitanta cinc espècies, nou de les quals poden considerar-se com a invasores (Boudouresque i Veralque, 2002).

Tot plegat, és un panorama força ombrívol el que ofereix el sistema litoral a una bona part de la Mediterrània. Les alternatives a aquesta situació, per ser poques, són clares i passen necessàriament per la salvaguarda del què encara queda, tant a nivell de les poblacions explotades com dels hàbitats que les aixoplugen. És cert que les reserves marines no són la solució a tots els problemes que afecten el litoral mediterrani, però si que representen una de les úniques vies susceptibles de ser emprades en la gestió integral del litoral, tant pel que fa a la conservació de la natura, entesa aquesta com un valuós patrimoni, com en la gestió pesquera.

Des d'aquest doble vessant, sembla molt normal que les aigües que envolten un Parc Natural, com és el cas de Sa Dragonera, a on la part terrestre ja és protegida, gaudeixin d'un nivell especial de protecció. Més encara, quan les comunitats bentòniques i la ictiofauna han demostrat ser molt diverses i força interessants (Coll i Moreno, 1993; Deudero *et al.*, 2002).

La protecció de les aigües que envolten Sa Dragonera acompliria així el doble objectiu que haurien de tenir, de fet, totes les reserves marines: d'una banda, conservar

les comunitats bentòniques i les poblacions d'espècies amenaçades i, d'altra banda, assegurar el manteniment de poblacions de peixos que podrien afavorir les pesqueres veïnes i assegurar un “*pool*” reproductor que contribuís a enriquir els recursos pesquers d'àrees més o menys allunyades.

MATERIAL I MÈTODES

Presa de dades

Aquest estudi es basa en els inventaris visuals fets en immersió amb escafandre autònom sobre una sèrie de 68 transsectes de 50 x 5 m (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) a 7 zones del litoral de Sa Dragonera (figura 1), durant el mes de juliol de 2003.

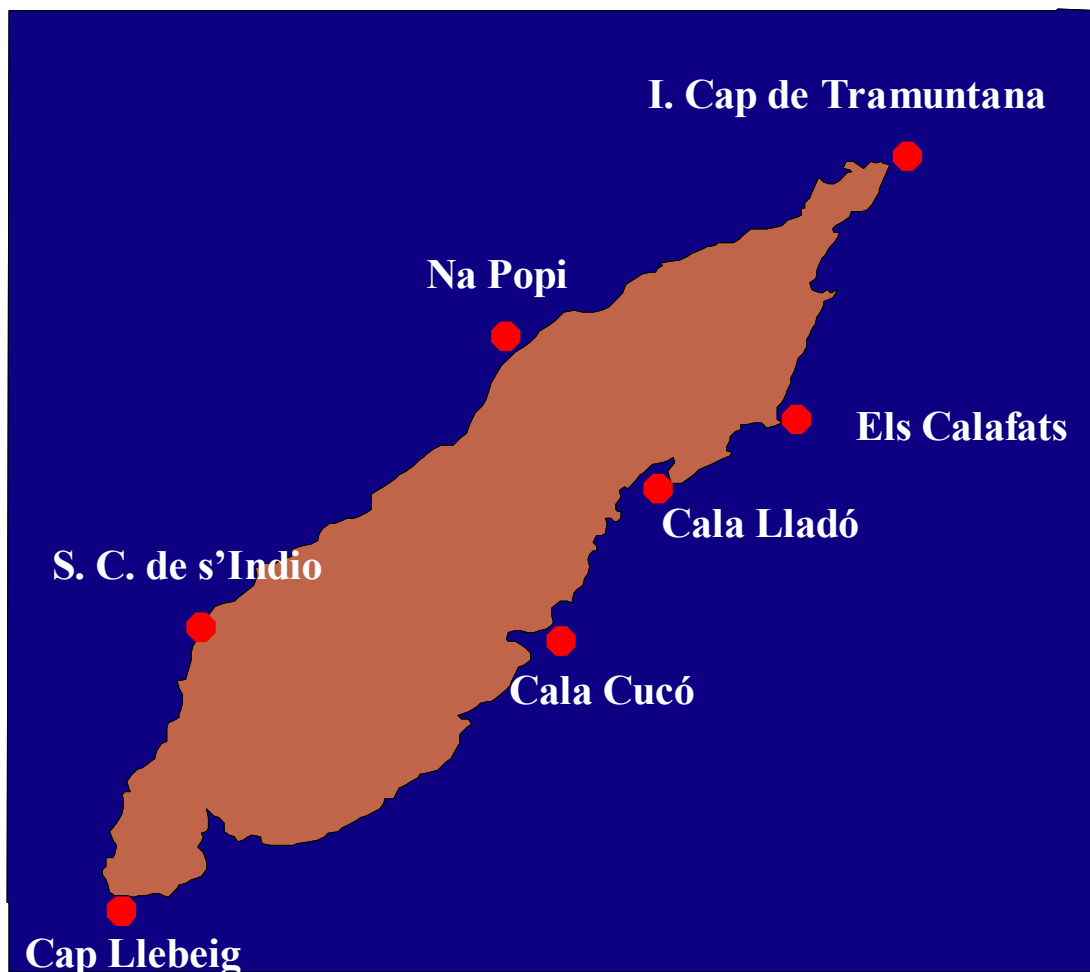


Figura 1: Localització de les zones de presa de dades.

Els inventaris visuals en base a transectes permeten una avaluació qualitativa i quantitativa relativament ràpida de la ictiofauna d'una zona determinada i, si bé tendeixen a subestimar les petites espècies críptiques de caràcter marcadament bentònic, la seva eficàcia en la caracterització i comparació de la ictiofauna litoral sobre substrat rocós a la Mediterrània, ha estat a bastament comprovada (Bell, 1982; Harmelin-Vivien et al., 1985; Harmelin, 1987; Garcia-Rubies i Zabala, 1990; Francour et al., 1990; entre molts d'altres). En no ser un mètode de presa de dades destructiu, la seva aplicació és especialment adient en estudis relacionats amb les reserves marines.

En aquest estudi, els transectes es varen disposar més o menys paral·lels a la costa i perpendiculars al màxim pendís del fons. A totes les zones s'intentà estudiar un ventall ampli de fondàries i topografies (fons amb fort pendís i fons més horitzontals), fins allà a on era present el substrat dur.

En cadascun dels transectes s'identificaren les espècies observades i se'n va estimar tant el nombre d'individus com llur talla. Es va procurar que l'estima del nombre d'exemplars fos el més acurada possible. Si els peixos formaven bàndols densos hom atribuïa el nombre d'individus estimat a classes d'abundància pre-establertes que seguien, aproximadament, una progressió geomètrica de classe 2 (1; 2-4; 5-10; 11-30; 31-50; 51-100; etc). Les talles s'estimaren en classes de talla de 2cm. L'error en l'estimació visual de les talles, en cadascuna de les classes esmentades, s'ha demostrat com a mínim en exemplars de fins a 20cm de longitud total, però s'incrementa, tendint a una certa subestima, en classes de talla superiors. En qualsevol cas, i malgrat l'error inherent a l'observador, es va demostrar que a partir d'inventaris visuals hom podia obtenir una distribució de talles que no diferia significativament de la real, en peixos de fins a 38cm de longitud total (Macpherson *et al.*, 2000).

Les espècies observades en els transectes es varen agrupar en les categories espacials definides per Harmelin (1987) que, breument descrites, són les següents:

Categoria 1: peixos nectònics que es mouen en aigües lliures, generalment molt mòbils i de caràcter erràtic. Poden formar bancs i són d'activitat generalment diürna. En aquesta categoria hom troba tres estratègies alimentàries: planctòfags (*Spicara* spp, *Boops boops*, *Oblada melanura*); omnívors micròfags (*Mugil* sp); carnívors (*Seriola dumerilii*, *Sphiraena viridensis*).

Categoria 2: peixos nectònics, planctòfags, que si bé viuen en la columna d'aigua com les anteriors, presenten un caràcter més sedentari que les anteriors en trobar-se lligades al fons a on hi troben un recer nocturn (*Chromis chromis*) o diürn (*Anthias anthias*).

Categoria 3: peixos característicament necto-bentònics, en general mesòfags, que efectuen desplaçaments verticals mitjans i horitzontals importants, però amb una marcada fidelitat a zones determinades. Tots pertanyen a la família dels espàrids i presenten una activitat bàsicament diürna. Els sargs (*Diplodus annularis*, *D. puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris*), el déntol (*Dentex dentex*), la dorada (*Sparus aurata*) o la saupa (*Sarpa salpa*) en serien representants típics. Aquesta categoria és integrada per espècies força cobejades pels pescadors professionals, esportius i pels caçadors submarins. És per això que la riquesa específica o la densitat d'aquesta categoria poden ser considerades com a bones indicadores del grau d'explotació o de protecció d'una zona determinada (Garcia-Rubies, 1997, 1999).

Categoria 4: Peixos necto-bentònics mesòfags que es mouen a prop del fons però que efectuen uns desplaçaments horitzontals importants. En fons rocosos només es troba regularment una espècie, el roger o moll de roca (*Mullus surmuletus*).

Categoria 5: Peixos necto-bentònics mesòfags o carnívors, marcadament sedentaris, amb desplaçaments verticals i horitzontals poc importants. Els làbrids i els serrànids en serien els representants més típics. Aquesta categoria conté espècies molt preuades per a la pesca professional o submarina (*Epinephelus marginatus*, *E. costae*, *E. caninus*, *Mycteroperca rubra*, *Labrus merula*, *L. viridis*), d'altres que només són interessants per a la pesca esportiva de superfície (*Serranus cabrilla*, *S. scriba*, *C. julis*) o no són objecte de pesca (com ara la majoria de *Symphodus*, tret de *S. tinca*, que pot assolir una certa mida). El valor com a indicador dels paràmetres de diversitat o densitat d'aquesta categoria es veu desdibuixada per la gran quantitat d'espècies sense interès pesquer que conté.

Categoria 6: Peixos necto-bentònics molt sedentaris amb desplaçaments verticals gairebé nuls i horitzontals poc importants, que depenen d'un cau a on hi troben un recer momentani o un repòs cíclic. Poden presentar una activitat diürna (com els blènnids o els gòbids), o nocturna, com el congre (*Conger conger*), la morena (*Muraena helena*) o la mòllera de roca (*Phycis phycis*).

A més a més d'aquests descriptors de la comunitat, hom ha tingut en compte el nombre d'espècies vulnerables (*Epinephelus caninus*, *Dicentrarchus labrax*,

Myxeroperca rubra, *Sciaena umbra*, *Sparus aurata*, *Labrus merula*, *L. viridis* i *Gammogobius steinitzi*), i quasi amenaçades (*Seriola dumerilii*, *Epinephelus marginatus*, *E. costae*, *Dentex dentex* i *Scorpaena scrofa*), segons Mayol et al. (2000). Si la classificació en categories espacials esmentada més amunt pot ser molt vàlida per a la descripció de les comunitats de peixos, aquesta, basada en el grau de vulnerabilitat de les espècies a les Balears, pot tenir, de fet, més valor de cara a la futura protecció de la zona.

Totes les categories, incloent les espècies vulnerables i les quasi amenaçades, han estat tractades en base al nombre d'espècies i d'individus per transecte i per zona, tot i que en tractar les abundàncies, hom ha de tenir en compte que les espècies que integren aquests grups poden presentar importants diferències (tant pel que fa a llurs abundàncies com a llurs requeriments de l'hàbitat), la qual cosa fa que qualsevol aproximació quantitativa es vegi inel·luctablement esbiaixada pel pes d'aquelles espècies numèricament més ben representades.

A més de les dades referents al poblament de peixos, sobre cada transecte hom ha realitzat una caracterització de l'hàbitat en base als trets més rellevants del fons (Garcia Charton i Pérez Ruzafa, 1999). A més de la profunditat (inicial, final i mitjana), hom ha tipificat la natura física del substrat en base al tipus de cobriment, que ha estat diferenciat en: roca homogènia; grans blocs ($\varnothing > 2\text{m}$), blocs mitjans ($1\text{m} < \varnothing < 2\text{m}$) i blocs petits ($\varnothing < 1\text{m}$); la cobertura de sorra o grava, i la de *Posidonia oceanica*. Els cobriments de cada tipus de substrat s'han estimat en base als percentatges ocupats sobre la llargada total del transecte, assenyalada per la cinta mètrica de 50m que serveix de corda guia. 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 fissures aparents, ni importants variacions verticals; 2: relació entre ambdues longituds clarament superior a 1, amb variacions verticals poc importants (menors de 2m) i poques badadures o de poca entitat; 3: relació entre longitud real i lineal clarament superior a 1,5, amb escletxes d'una certa entitat ocupant, al menys un 25% de la longitud total del transecte i/o variacions verticals de més de 2m; 4: presència d'escletxes i anfractuositats importants, ocupant més del 25% de la longitud del transecte i/o pregoneres variacions verticals amb una relació entre la longitud real i la lineal propera o superant el 2. A més, en cada transecte ha estat estimat el pendís del substrat en base a una escala establerta de l'1 al 4, éssent: 1, un pendís d'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.

Cal aclarir que els observadors s'han centrat en l'estudi de la ictiofauna dels fons rocosos. D'altres substrats poden aparèixer en els transsectes degut a llur abundància als fons de Sa Dragonera (cas de *Posidonia oceanica*, sobre tot en el vessant oriental de l'illa). La ictiofauna dels fons de roca és la més diversa i la que millor es pot avaluar mitjançant els inventaris visuals, que perden bona part de llur eficàcia en fons de sorra o en l'herbei dens de *Posidonia oceanica* (Harmelin-Vivien, 1982; Harmelin-Vivien i Francour, 1992).

Tractament de les dades

Les variables ambientals estimades o mesurades en cada transsecte, ja esmentades en l'apartat anterior, es poden dividir en dos grups: les que quantifiquen el cobriment d'un tipus determinat de substrat sobre el transsecte, i les que són, *a priori*, independents de la cobertura, com són: la profunditat, el pendís i la rugositat. Entre les primeres es produeixen correlacions negatives per la raó òbvia de que un tram de fons ocupat per un tipus de substrat difícilment pot estar ocupat per un altre; aquestes variables són, doncs, complementàries i, per tant, les correlacions entre elles presenten un interès relativament limitat. Ben al contrari, les variables independents del cobriment no tenen per què presentar, *a priori*, cap mena de relació entre elles. Les correlacions que es puguin establir entre les esmentades variables de la cobertura i les que en són independents són de força interès a l'hora de descriure un fons i les possibles espècies que l'habiten. En aquest cas, les correlacions entre ambdós tipus de variables han estat calculades emprant l'índex de correlació de rangs d'Spearman (Zar, 1994; Sokal i Rohlf, 1995).

A partir de les abundàncies (transformades logarítmicament; $x'=\log(x+1)$) de les 28 espècies més freqüents (amb 10 o més presències als inventaris) s'ha calculat la matriu de correlacions entre zones (Legendre i Legendre, 1984), que posteriorment ha estat sotmesa a una anàlisi de components principals (*PCA analysis*). Complementàriament, hom ha comparat la composició qualitativa entre quatre rangs de fondària (< 10m; >10<20m; >20<30m i >30m) mitjançant una anàlisi de similitud (ANOSIM). L'índex de similaritat emprat ha estat el de Jaccard (Legendre i Legendre, 1984). Per a veure quines eren les espècies més responsables de les possibles diferències

entre fondàries hom ha emprat una anàlisi del percentatge de similitud (SIMPER). Aquests càlculs han estat fets utilitzant el paquet estadístic Primer©.

Tots els descriptors esmentats de la comunitat de peixos han estat considerats com a variables dependents dels factors ambientals que no es basen en la cobertura del substrat a fi i a efecte d'evitar la co-linearitat entre variables independents. La relació s'ha establert mitjançant un model de regressió múltiple de 'selecció endavant' (*forward selection*) en el qual es van afegint al model, una a una, les variables independents que produeixen un increment més elevat de la R^2 (Sokal i Rohlf, 1995), fins arribar al punt en qualsevol nova addició ja no produeix un augment apreciable de la variància explicada. Calculant les correlacions parcials de cada variable independent amb la variable dependent, hom pot esbrinar quines d'elles presenten una relació més acusada i llur significació estadística. En cas necessari, les dades han estat transformades a fi d'assolir els requeriments necessaris per a l'aplicació de l'anàlisi. En alguns casos, l'elevat nombre de zeros a les mostres ha impossibilitat que aquests requeriments fossin assolits; hom ha aplicat l'anàlisi fins i tot en aquests casos, més amb finalitats descriptives que no pas d'inferència estadística. Les anàlisis de regressió múltiple han estat fetes amb el programa estadístic Statistica, d'Statsoft © (1994).

A diferència d'altres possibles reserves marines, en aquest cas no s'han valorat les diferents zones envistes a possibles règims de gestió diferents, assumint que, degut a la seva reduïda superfície, les aigües protegides en la futura reserva de Sa Dragonera hauran d'estar sotmeses a un únic model de gestió.

RESULTATS

Ictiofauna litoral de Sa Dragonera.

Al litoral immediat de Sa Dragonera han estat observades 59 espècies de peixos litorals en l'àmbit estricte dels transectes normalitzats (taula 1). No és pas una xifra gaire elevada tenint en compte tant l'ampli rang de profunditats assolit, com la relativa diversitat de comunitats bentòniques i el nombre de transectes que s'han realitzat en aquest estudi. Val a dir, que algunes espècies més han estat observades fora dels transectes d'avaluació, com és el cas de *Diplodus cervinus*, *Dentex dentex*, *Epinephelus*

costae i *Scartella cristata*. Tot i constar en el llistat d'espècies, aquests peixos no entren en el tractament de dades que s'ha fet posteriorment, encara que llur presència a Sa Dragonera pot considerar-se plenament confirmada.

Família	Espècie	Cat. espacial	Família	Espècie	Cat. espacial
Congridae	<i>Conger conger</i> *	6	Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>	2
Muraenidae	<i>Muraena helena</i> *	6	Labridae	<i>Coris julis</i> *	5
Muraenidae	<i>Gymnothorax unicolor</i> *	6	Labridae	<i>Labrus bimaculatus</i> *	5
Gadidae	<i>Phycis phycis</i> *	6	Labridae	<i>Labrus merula</i> ***	5
Gadidae	<i>Trisopterus minutus</i>	6	Labridae	<i>Labrus viridis</i> ***	5
Atherinidae	<i>Atherina sp</i>	1	Labridae	<i>Symphodus doderleini</i>	5
Scorpaenidae	<i>Scorpaena maderensis</i>	6	Labridae	<i>Symphodus mediterraneus</i>	5
Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i>	6	Labridae	<i>Symphodus melanocercus</i>	5
Scorpaenidae	<i>Scorpaena porcus</i> *	6	Labridae	<i>Symphodus ocellatus</i>	5
Scorpaenidae	<i>Scorpaena scrofa</i> **	6	Labridae	<i>Symphodus roissali</i>	5
Serranidae	<i>Anthias anthias</i>	2	Labridae	<i>Symphodus rostratus</i>	5
Serranidae	(<i>Epinephelus costae</i>) **	5	Labridae	<i>Symphodus tinca</i> *	5
Serranidae	<i>Epinephelus marginatus</i> **	5	Labridae	<i>Thalassoma pavo</i>	5
Serranidae	<i>Mycteropreca rubra</i> ***	5	Gobiidae	<i>Gobius bucchichi</i>	6
Serranidae	<i>Serranus cabrilla</i> *	5	Gobiidae	<i>Gobius cruentatus</i>	6
Serranidae	<i>Serranus scriba</i> *	5	Gobiidae	<i>Gobius cf. fallax</i>	6
Apogonidae	<i>Apogon imberbis</i>	6	Gobiidae	<i>Gobius geniporus</i>	6
Scaenidae	<i>Sciaena umbra</i> ***	5	Gobiidae	<i>Gobius paganellus</i>	6
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i> *	3	Gobiidae	<i>Gobius vittatus</i>	6
Sparidae	<i>Boops boops</i>	3	Gobiidae	<i>Thorogobius ephippiatus</i>	6
Sparidae	(<i>Dentex dentex</i>) **	3	Blenniidae	<i>Lypophrys nigriceps</i>	6
Sparidae	<i>Diplodus annularis</i> *	3	Blenniidae	<i>Parablennius gattorugine</i>	6
Sparidae	(<i>Diplodus cervinus</i>)*	3	Blenniidae	<i>Parablennius incognitus</i>	6
Sparidae	<i>Diplodus puntazzo</i> *	3	Blenniidae	<i>Parablennius rouxi</i>	6
Sparidae	<i>Diplodus sargus</i> *	3	Blenniidae	(<i>Scartella cristata</i>)	6
Sparidae	<i>Diplodus vulgaris</i> *	3	Tripterygiidae	<i>Tripterygion delaisi</i>	6
Sparidae	<i>Oblada melanura</i> *	3	Tripterygiidae	<i>Tripterygion melanurus</i>	6
Sparidae	<i>Pagrus pagrus</i> *	3	Tripterygiidae	<i>Tripterygion tripteronotus</i>	6
Sparidae	<i>Sarpa salpa</i>	3	Sphyraenidae	<i>Sphyraena viridensis</i> *	1
Sparidae	<i>Sopndyliosoma cantharus</i> *	3	Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i> *	1
Centracanthidae	<i>Spicara maena</i>	1	Mugilidae	<i>Oedalechilus labeo</i>	1
Centracanthidae	<i>Spicara smaris</i>	1			

Taula 1. Llista d'espècies i categoria espacial a la que pertanyen (entre parèntesi les espècies que han estat observades fora de l'àmbit estricte dels transectes; *: cert interès pesquer; **: quasi amenaçades; ***: vulnerables)

Com és habitual en aquests tipus de fons, predominantment rocosos, la ictiofauna de Sa Dragonera és dominada per dues famílies, els làbrids i els espàrids, amb 12 i 9 espècies respectivament (figura 2). Entre els làbrids han estat observades dues espècies (*Labrus merula* i *L. viridis*) que es troben a la llista vermella dels peixos del mar Balear, considerades com a vulnerables per Mayol *et al.* (2000); degut a la

fondària assolida en aquest estudi també ha estat observat *Labrus bimaculatus*, un peix de distribució força profunda en aigües de les Balears. Cal ressaltar el relativament alt nombre de gòbids, amb 7 espècies, que també es pot explicar per l'ampli ventall de fondàries. Els serrànids, dels quals se n'han observat 5 espècies, poden considerar-se força ben representats a Sa Dragonera, si bé manquen algunes espècies observades en altres zones de les Balears (Ballesteros *et al.*, 2001) que, tot i no ser excessivament freqüents, tampoc poden considerar-se com extraordinàriament rares, malgrat ser considerades com a quasi amenaçades (cas d'*Epinephelus costae*, que no ha estat observat en l'àmbit estricte dels transsectes) o vulnerables (cas d'*Epinephelus caninus*). Els escorpènids presenten 4 espècies, una d'elles (*Scorpaena scrofa*) amb l'estatus de quasi amenaçada per Mayol *et al.* (2000). Els blènnids i tripterígids presenten 3 espècies cadascuna. Els centracàntids (*Spicara maena* i *S. smaris*), els murènids (*Muraena helena* i *Gymnothorax unicolor*) i els Gàdids (*Phycis phycis* i *Trisopterus minutus capellanus*) presenten dues espècies i la resta de famílies (Congridae, Atherinidae, Apogonidae, Sciaenidae, Mullidae, Pomacentridae i Sphyraenidae) només una. En total a Sa Dragonera s'han observat 18 famílies de peixos.

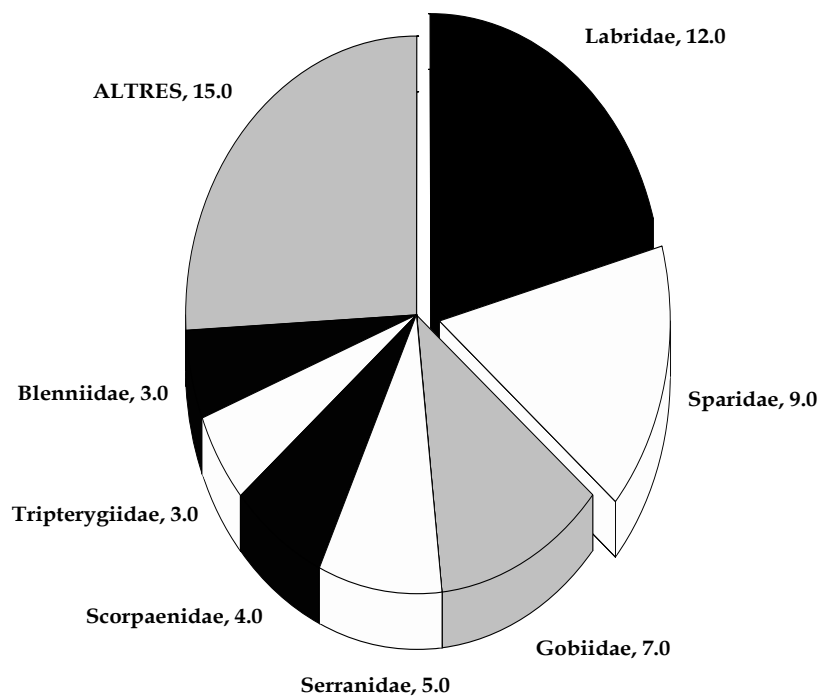


Figura 2.- Composició per famílies de les espècies de peixos observats als fons de Sa Dragonera.

Les 3 espècies litorals considerades com a vulnerables (*Labrus merula*, *L. viridis* i *Sciaena umbra*) són poc freqüents, i el mateix pot dir-se de les considerades com a quasi amenaçades (*E. marginatus*, *Mycteroperca rubra* i *S. scrofa*). La majoria d'espècies observades es troben en la categoria de menor risc, segons Mayol et al. (2000).

Les variables ambientals

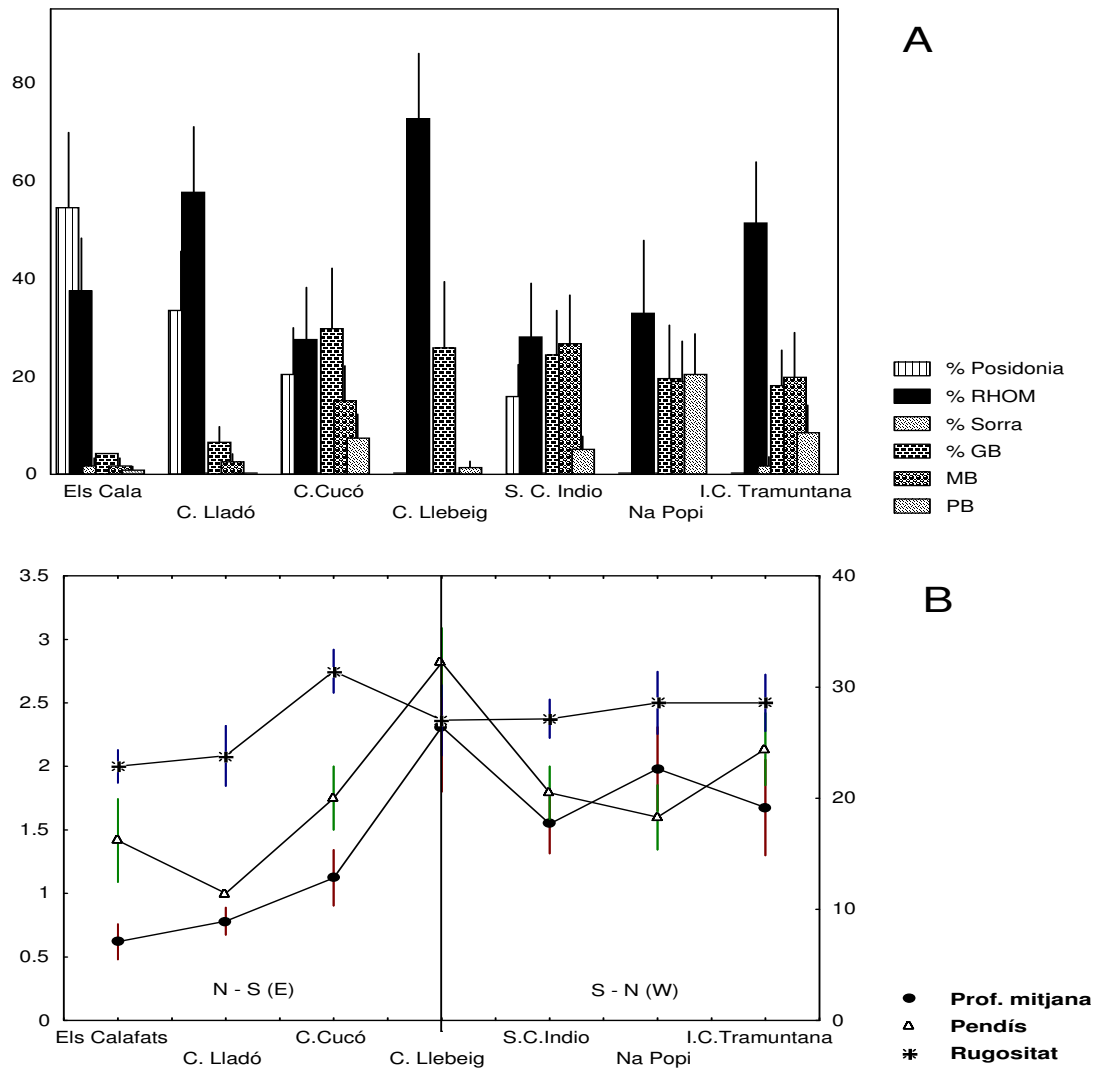


Figura 3.- Valors mitjans de les variables de cobertura del substrat (A) i de les independents de la cobertura en les zones ordenades de nord a sud a la cara oriental de l'illa i de sud a nord a la cara occidental.

Els transectes d'aquest estudi han estat efectuats sobre fons eminentment rocosos situats entre 1,8 i 52,3m de fondària. Tot i això, els tipus de substrat presents als transectes són força variats, tal i com acostuma a ser la norma dels fons rocosos litorals a les Balears (figura 3). El substrat dominant és la roca homogènia que ocupa, de mitjana, un 44% del total. Aquest substrat inclou tant la roca homogènia superficial (lloses o penya-segats), com el coral·ligen profund. El següent tipus de substrat més ben representat als transectes l'integren els blocs rocosos, que ocupen aproximadament un 40% del substrat. Entre aquests blocs hi predominen el grans (19,6%) i els mitjans (13,6%), respecte dels petits (6,7%). *Posidonia oceanica* ocupa un percentatge relativament reduït del substrat (un 13,5%) si bé és força important en algunes zones. Els còdols i la sorra poden considerar-se merament testimonials, ocupant tant sols un 1,3 i un 0,5% del substrat dels transectes, respectivament.

Les variacions dels percentatges de cobertura dels diferents tipus de substrat són força acusades entre zones (figura 3), la qual cosa fa palesa la gran heterogeneïtat dels fons de Sa Dragonera. Així, la roca homogènia domina clarament a Cap Llebeig i, en menor grau, a Cala Lladó i a l'illot del Cap de Tramuntana, tot i que també és relativament important a la resta de zones. Els fons de blocs caracteritzen els transectes de Cala Cucó, Sa Cara de s'Indio, Na Popi (l'única que presenta un percentatge important de blocs petits), l'illot del Cap de Tramuntana i el Cap Llebeig; aquest substrat és, però, escadusser a Els Calafats i C. Lladó. *Posidonia oceanica* és el substrat dominant només a la zona dels Calafats, però ocupa un percentatge significatiu tant a Cala Lladó com a Cala Cucó i, en menor grau, també és present a Sa Cara de s'Indio.

Les variables ambientals independents del cobriment del substrat també presenten força diferències entre unes i les altres zones (figura 3). De fet es poden diferenciar clarament les zones situades a l'oest, que donen a mar obert, de les que se situen a l'est de l'illa i donen cap a la costa d'Andratx. Si es divideix longitudinalment l'illa en aquests dos vessants, seguint un eix hipotètic que anés des del Cap de Llebeig al Cap de Tramuntana, pot comprovar-se que en les zones cap a l'oest la profunditat mitjana s'incrementa notablement respecte de les zones situades a l'est. Com sigui que la presa de dades s'ha fet sempre a poca distància de la costa (de 100 a 200m, com a màxim), pot afirmar-se que els fons la costa oest de Sa Dragonera presenten un pendís superior, amb penya-segats submarins importants.

	R (Spearman)	t(N-2)	p
Profunditat vs. <i>P. oceanica</i>	-0,216	-1,712	0,092
Profunditat vs. R. Homogènia	-0,225	-1,791	0,078
Profunditat vs. Sorra	-0,026	-0,203	0,840
Profunditat vs. Grans blocs	0,100	0,776	0,441
Profunditat vs. Blocs mitjans	0,158	1,242	0,219
Profunditat vs. Blocs petits	0,200	1,580	0,119
Profunditat vs. BLOCS (total)	0,291	2,352	0,022
Pendís vs. <i>P. oceanica</i>	-0,373	-3,117	0,003
Pendís vs. R. Homogènia	0,575	5,450	0,000
Pendís vs. Sorra	0,013	0,097	0,923
Pendís S vs. Grans Blocs	-0,169	-1,329	0,189
Pendís vs. Blocs mitjans	-0,424	-3,623	0,001
Pendís vs. Blocs petits	-0,403	-3,414	0,001
Pendís vs. BLOCS (total)	-0,377	-3,152	0,003
Rugositat vs <i>P. oceanica</i>	-0,172	-1,352	0,182
Rugositat vs. R. Homogènia	-0,397	-3,350	0,001
Rugositat vs. Sorra	-0,038	-0,292	0,771
Rugositat vs. Grans Blocs	0,584	5,572	0,000
Rugositat vs. Blocs mitjans	0,299	2,427	0,018
Rugositat vs. Blocs petits	0,217	1,725	0,090
Rugositat vs. BLOCS (total)	0,597	5,759	0,000

Taula 2. Correlacions entre les variables ambientals de cobertura i les que en són independents (es ressalten en negreta les correlacions que són estadísticament significatives).

Els blocs rocosos presenten una correlació positiva amb la profunditat, mentre que *Posidonia oceanica* s'hi correlaciona negativament. La roca homogènia, molt pròpia dels penya-segats, es relaciona positivament amb el pendís del substrat i negativament amb els blocs de tota mida i la cobertura de *Posidonia*, mentre que la rugositat presenta una correlació positiva amb els fons de blocs, especialment els més grossos, i negativa amb els fons de roca homogènia (taula 2).

Distribució espacial de les espècies

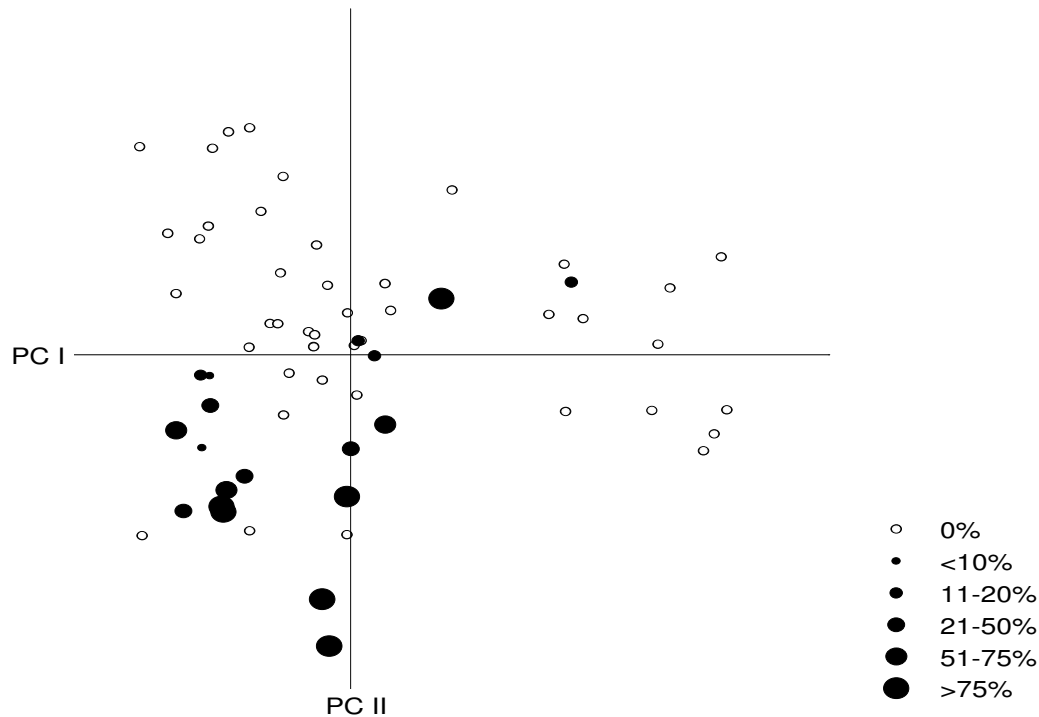


Figura 4.- Representació dels dos primers eixos resultants de l'anàlisi de components principals: el primer (PC I) eix separa les mostres fondes (amb valors positius) de les superficials (amb valors negatius); el segon eix (PC II) separa les mostres en funció del cobriment de *P. oceanica* (en cercles negres).

L'ampli rang de fondàries comprés en aquest estudi permet comprovar com es produeix una segregació batimètrica entre espècies pròximes o de la mateixa categoria espacial, amb estratègies tròfiques similars; tal és el cas, ja documentat (Garcia-Rubies, 1994), de *Serranus scriba* i *Serranus cabrilla*, o el de *Chromis chromis* i *Anthias anthias* (figura 5). El segon factor resultant de l'anàlisi separa les mostres més aviat superficials segons la cobertura de *Posidonia oceanica* i explica, aproximadament, un 9% de la variància total (figura 4). Amb correlacions negatives respecte d'aquest segon factor se situen les espècies amb una certa afinitat respecte dels fons de *Posidonia*, com ara són: *Sarpa salpa*, *Diplodus annularis*, *Boops boops*, *Oblada melanura*, *Spondyliosoma cantharus* i *Symphodus rostratus* (taula 3) Amb correlacions positives se situen les espècies més abundants en fons de roca, que són més nombroses que les anteriors. Cal ressaltar, entre d'altres: *Epinephelus marginatus*, *Sciaena umbra*, *Apogon imberbis*, *Symphodus mediterraneus*, *Mullus surmuletus* i *Chromis chromis* (taula 3).

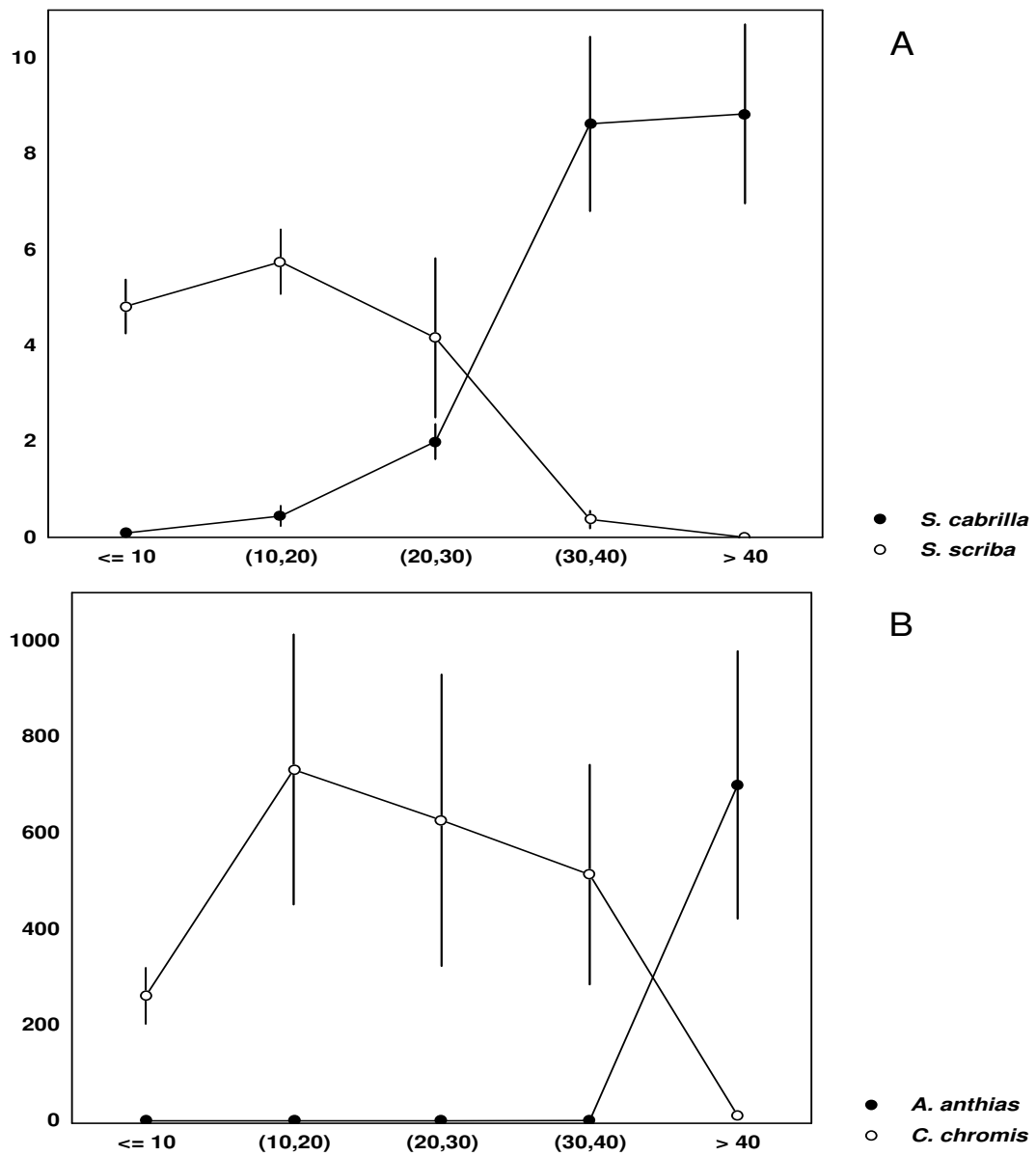


Figura 5.- Dos exemples de substitució d'espècies en fondària: *Serranus cabrilla* vs. *S. scriba* i *Anthias anthias* vs *Chromis chromis*.

	PC I (20.03%)	PC II (8,59%)	PC III (6.97%)
<i>S. tinca</i>	-0,76	0,12	-0,11
<i>S. scriba</i>	-0,70	0,14	0,00
<i>T. pavo</i>	-0,67	-0,05	-0,38
<i>S. roissali</i>	-0,60	-0,08	-0,24
<i>A. imberbis</i>	-0,58	0,47	0,09
<i>D. annularis</i>	-0,54	-0,52	0,13
<i>S. ocellatus</i>	-0,51	0,09	0,34
<i>S. salpa</i>	-0,50	-0,56	-0,06
<i>D. vulgaris</i>	-0,43	0,14	0,26
<i>C. chromis</i>	-0,42	0,35	0,42
<i>E. marginatus</i>	-0,41	0,48	-0,20
<i>S. rostratus</i>	-0,39	-0,23	0,24
<i>O. melanura</i>	-0,37	-0,37	-0,04
<i>B. boops</i>	-0,31	-0,49	0,20
<i>T. delaisi</i>	-0,30	0,06	-0,07
<i>S. umbra</i>	-0,29	0,47	0,04
<i>S. maderensis</i>	-0,28	0,34	-0,60
<i>D. puntazzo</i>	-0,25	0,33	-0,10
<i>D. sargus</i>	-0,16	0,24	0,15
<i>S. notata</i>	-0,14	0,13	-0,28
<i>M. surmuletus</i>	-0,10	0,36	0,36
<i>S. cantharus</i>	-0,03	-0,36	0,27
<i>C. julis</i>	-0,01	-0,07	-0,14
<i>S. melanocercus</i>	0,07	0,10	0,57
<i>P. rouxi</i>	0,07	0,05	-0,26
<i>S. mediterraneus</i>	0,10	0,41	0,33
<i>S. doderleini</i>	0,26	-0,12	0,21
<i>S. scrofa</i>	0,30	0,06	0,23
<i>P. phycis</i>	0,51	0,20	-0,09
<i>M. helena</i>	0,68	0,18	-0,18
<i>A. anthias</i>	0,70	-0,09	-0,33
<i>S. cabrilla</i>	0,84	0,14	0,22

Taula 3. Correlacions de les espècies més freqüents amb els tres primers factors de l'anàlisi de components principals, ordenades en funció de la correlació amb el primer factor (les espècies en negreta són vulnerables o quasi amenaçades; les correlacions més marcades amb els factors PC II i PC III també es ressalten en negreta)

El tercer factor, que només explica un 7% de la variància, separa les mostres de substrat rocós caracteritzat per roca homogènia i un pendís pronunciat, i els fons de blocs, a qualsevol profunditat i amb poc pendís. Amb correlacions negatives amb aquest component es troben les espècies més abundants en fons de roca homogènia, com ara *Scorpaena maderensis* i *Thalassoma pavo*, a poca fondària, i *Anthias anthias* típica dels fons coral·lígens a gran profunditat. Les espècies més pròpies de fons heterogenis, de blocs, com ara són *Symphodus melanocercus*, *Chromis chromis*, *Mullus surmuletus*, *Symphodus ocellatus*, etc. presenten una correlació positiva (taula 3).

La significació de cadascun d'aquests factors es confirma plenament si es correlacionen amb les variables ambientals de cobriment (taula 4), mentre que les que en són independents, tret de la fondària, pesen sobre un factor, com ara la rugositat, positivament lligada amb el segon factor i, per tant, negativament relacionada amb el cobriment de *P. oceanica*, o com el pendís, molt correlacionat amb el tercer factor, és a dir, amb la roca homogènia.

	PC I	PC II	PC III
Profunditat	0,91	0,06	0,17
<i>P. oceanica</i>	-0,18	-0,57	0,19
Roca homogènia	0,17	0,05	-0,57
Sorra	0,10	0,08	-0,07
Grans blocs	-0,23	0,11	0,21
Blocs mitjans	0,04	0,26	0,38
Blocs petits	0,12	0,14	0,17
BLOCS (total)	-0,10	0,29	0,46
Pendís	0,26	0,25	-0,53
Rugositat	-0,18	0,32	0,18

Taula 4. Correlacions de les variables ambientals amb els tres primers factors de l'anàlisi de components principals (en negreta, les correlacions més altes).

Sembla clar, però, que la fondària és el factor determinant per explicar les màximes diferències en la comunitat de peixos de substrat majoritàriament rocós de Sa Dragonera. Això implica que, en fondària, han de produir-se sensibles variacions qualitatives i quantitatives que afecten la composició de la comunitat. A fi i efecte de comprovar com d'importants són aquests canvis, s'han dividit les mostres arbitràriament en 4 classes de fondària (<10m; >10<20m; >20<30m; >30m) i han estat sotmeses a una anàlisi de similitud (ANOSIM) en base a la presència i l'absència de les 32 espècies més freqüents. S'ha buscat, doncs, minimitzar el pes de les abundàncies i fer així paleses les diferències qualitatives entre mostres d'una i altra classe de fondària.

Els resultats de l'anàlisi de similituds són ben clars: no hi ha diferències significatives entre els rangs de menys de 10m i els de 10 a 20m, però a partir d'aquí, totes les possibles comparacions són significatives (taula 5). Les diferències són més grans quan més augmenta la diferència de fondària. L'anàlisi del percentatge de similitud (SIMPER) demostra que les màximes diferències entre les classes de fondària extremes són degudes a la desaparició absoluta de *Thalassoma pavo*, *Symphodus roissali*, *Sarpa salpa* i *Diplodus annularis* a més de l'enrarament molt acusat de *Symphodus tinca* i *Serranus scriba* de 30m, i de l'augment notable de la presència de

Serranus cabrilla. Hi ha poques espècies més freqüents a més de 30m que no a menys de 10m de profunditat; cal destacar *Serranus cabrilla*, *Muraena helena* i, és clar, *Anthias anthias* absent del tot a poca fondària, tot i que no és de les espècies que més pesen a l'hora d'explicar la dissimilitud entre ambdues fondàries (taula 6). Aquest fet respon a que *A. anthias* es troba només en les mostres més profundes, essent present només en un 50% dels transectes situats a més de 30m.

	R	Sign. en %	Perm. Possibles	Perm. efectuades	Nº ≥ Obs.
<10m vs >10<20m	0.086	4.90 *	Moltes	999	48
<10m vs >20<30m	0.424	0.20 **	2629575	999	1
>10m vs >30mvs	0.805	0.10 ***	Moltes	999	0
>10<20m vs >20<30m	0.081	20.40 ns	346104	999	203
>10<20m vs >30m	0.719	0.10 ***	265182525	999	0
>20<30 vs >30m	0.423	0.20 **	116280	999	1

Taula 5. Resultats de l'anàlisi de similituds (ANOSIM) entre les 4 classes de fondàries establertes a les mostres de Sa Dragonera

En general, les espècies responsables de les diferències entre rangs de fondàries venen a ser les mateixes que les esmentades en comparar les profunditats extremes; així entre 10 i 20m i de 20 a 30 s'observa un increment de la freqüència de *Serranus cabrilla* i un enrariment notable de *Thalassoma pavo*. També s'observa la desaparició total d'*Epinephelus marginatus*, *Symphodus roissali* (que ja eren poc freqüents a més de 10m), *Oblada melanura* i *Sciaena umbra*. Si es comparen les mostres d'entre 20 i 30m amb les de més de 30, hom assisteix a la desaparició total de *Diplodus annularis*, i entre las menys freqüents entre 20 i 30m, *Tripterygion delaisi*, *Thalassoma pavo* i *Scorpaena notata*. A més de 30 apareixen, exclusivament, *Anthias anthias*, *Muraena helena* i *Phycis phycis*, si bé les dues darreres espècies amb freqüències molt baixes.

Espècies	.Freq (0-10m)	Freq (>30m)	Dissim.	Dissim/SD	Contrib %	Contrib.acum.%
<i>T. pavo</i>	0,96	0,00	3,81	3,78	6,50	6,50
<i>S. cabrilla</i>	0,13	1,00	3,49	2,40	5,95	12,45
<i>S. tinca</i>	0,96	0,21	3,12	1,71	5,33	17,78
<i>S. scriba</i>	0,96	0,21	3,12	1,71	5,32	23,09
<i>S. roissali</i>	0,79	0,00	3,09	1,84	5,27	28,37
<i>S. salpa</i>	0,75	0,00	2,91	1,65	4,96	33,33
<i>D. annularis</i>	0,71	0,00	2,75	1,49	4,69	38,01
<i>M. helena</i>	0,04	0,64	2,50	1,26	4,26	42,28
<i>D. vulgaris</i>	1,00	0,43	2,45	1,13	4,18	46,46
<i>S. ocellatus</i>	0,75	0,29	2,44	1,21	4,17	50,63
<i>O. melanura</i>	0,63	0,07	2,31	1,20	3,94	54,57
<i>A. imberbis</i>	0,88	0,43	2,25	1,08	3,83	58,40
<i>A. anthias</i>	0,00	0,50	2,01	0,98	3,42	61,82
<i>S. doderleini</i>	0,13	0,50	1,99	0,98	3,40	65,22
<i>D. puntazzo</i>	0,46	0,21	1,85	0,93	3,16	68,38

<i>M. surmuletus</i>	0,63	0,71	1,82	0,88	3,11	71,50
<i>D. sargus</i>	0,79	0,64	1,69	0,83	2,88	74,38
<i>S. rostratus</i>	0,42	0,14	1,63	0,87	2,78	77,16
<i>P. phycis</i>	0,04	0,43	1,60	0,86	2,73	79,89
<i>E. marginatus</i>	0,38	0,00	1,47	0,76	2,51	82,40
<i>S. melanocercus</i>	0,13	0,36	1,46	0,79	2,49	84,89
<i>B. boops</i>	0,33	0,07	1,34	0,73	2,29	87,18
<i>S. mediterraneus</i>	0,79	0,86	1,25	0,63	2,14	89,32
<i>S. maderensis</i>	0,29	0,00	1,14	0,63	1,95	91,26

Taula 6. Resum dels resultats de l'anàlisi del percentatge de similituds (SIMPER) entre les classes de fondària extremes.

L'efecte del cobriment de *Posidonia oceanica* no és pas tant dràstic com el de la fondària, quan es comparen les profunditats extremes. Tot i així és prou notable, tal i com ho demostra el resultat de l'anàlisi de similituds entre diferents cobriments (0, <50%; >50%) de *P. oceanica*, a fondàries inferiors als 20m, que presenta diferències significatives entre els valors extrems (taula 7). Les diferències entre les superfícies majoritàriament rocoses i les que presenten la meitat o més de cobriment de *P. oceanica* es basen no tant en diferències qualitatives absolutes, sinó en canvis en la freqüència amb la que es presenten algunes espècies. Ha de tenir-se en compte que el fons rocós – i la ictiofauna associada- és present a la majoria de transsectes amb una important cobertura de *P. oceanica* i a l'inrevés: en molts transsectes dominats per fons rocosos hi ha un cert percentatge de *P. oceanica*; això difumina en gran part els resultats que s'esdevindrien si es comparessin fons purs, totalment integrats per roca o *P. oceanica*.

	R	Sign. en %	Perm. Possibles	Perm. efectuades	Nº ≥ Obs.
0% vs. <50%	0.095	13.6 ns	23535820	999	135
<50%vs. >50%	0.077	16.2 ns	6435	999	161
0% vs. >50%	0.251	1.00	23535820	999	9

Taula 7. Resultats de l'anàlisi de similituds (ANOSIM) entre diferents cobriments de *P.oceanica*.

Com sigui, la presència important de *P. oceanica* es reflecteix en una davallada generalitzada en l'ocurrència de la majoria d'espècies, com ara *Diplodus puntazzo*, *D. sargus* i *Epinephelus marginatus*, entre d'altres, i en l'increment d'una minoria, com ara *Boops boops*, *Sarpa salpa*, *Diplodus annularis*, *Symphodus rostratus* i *Spondylisoma cantharus*, que semblen ser afavorides per una important cobertura de *P. oceanica* (taula 8).

Espècies	.Cobertura 0	Cobertura >50%	Dissim.	Dissim/SD	Contrib %	Contrib.acum.%
<i>B. boops</i>	0,30	1,00	2,34	1,48	7,23	7,23
<i>D. puntazzo</i>	0,59	0,25	1,82	1,07	5,62	12,85
<i>S. salpa</i>	0,44	0,88	1,81	1,06	5,60	18,45
<i>S. rostratus</i>	0,30	0,63	1,78	1,09	5,49	23,95
<i>D. sargus</i>	0,81	0,50	1,72	0,98	5,32	29,26
<i>S. roissali</i>	0,59	0,50	1,68	0,98	5,20	34,46
<i>E. marginatus</i>	0,52	0,25	1,66	1,00	5,13	39,59
<i>S. cantharus</i>	0,11	0,50	1,64	0,98	5,08	44,68
<i>S. melanocercus</i>	0,22	0,50	1,64	0,97	5,06	49,73
<i>O. melanura</i>	0,37	0,50	1,62	0,98	5,01	54,74
<i>M. surmuletus</i>	0,70	0,63	1,53	0,88	4,72	59,46
<i>S. mediterraneus</i>	0,78	0,63	1,52	0,86	4,69	64,15
<i>D. annularis</i>	0,59	0,88	1,48	0,85	4,56	68,71
<i>A. imberbis</i>	0,96	0,63	1,42	0,78	4,38	73,09
<i>S. doderleini</i>	0,15	0,38	1,33	0,82	4,10	77,19
<i>S. ocellatus</i>	0,74	0,88	1,11	0,67	3,44	80,63
<i>S. maderensis</i>	0,26	0,13	1,04	0,67	3,21	83,83
<i>S. cabrilla</i>	0,19	0,13	0,89	0,59	2,74	86,57
<i>S. umbra</i>	0,22	0,13	0,87	0,63	2,69	89,26
<i>T. delaisi</i>	0,15	0,13	0,72	0,55	2,23	91,49

Taula 8. Resum dels resultats de l'anàlisi del percentatge de similituds (SIMPER) entre les mostres amb un cobriment nul de *P. oceanica* i les que en presenten més d'un 50%.

Influència de les variables ambientals en els descriptors de la comunitat.

El nombre d'espècies per transsecte (taula 9) tendeix a disminuir significativament en incrementar-se la profunditat i a augmentar quan s'acreu la rugositat, segons els resultats de l'anàlisi de regressions múltiples. La mateixa pauta s'observa si es repeteix l'anàlisi sobre el nombre d'espècies de les categories espacials 3 i 5, que són les més diversificades, que disminueix en fondària i s'incrementa amb la rugositat. El nombre d'espècies de la categoria 1 també presenta una correlació negativa i significativa amb la profunditat i el pendís. L'única categoria que incrementa significativament el nombre d'espècies en fondària és la 6, que també es troba positivament relacionada amb el pendís del substrat, però, sorprenentment, no amb la rugositat ambiental (taula 10).

	Nº esp. C1	Sd	Nº ind. C1	Sd	Nº esp. C2	Sd	Nº ind C2	Sd
Els Calafats	1,83	0,75	1.099,50	1.925,14	1,00	-	135,00	70,46
C. Lladó	1,33	0,52	278,83	248,54	1,00	-	215,83	159,95
C. Cucó	1,17	0,75	74,50	131,15	1,00	-	540,50	771,07
Cap Llebeig	0,27	0,47	28,18	90,19	1,36	0,50	467,82	562,42
S. C. Indio	0,92	1,00	144,00	185,06	1,00	-	272,08	213,93
Na Popi	0,70	0,82	54,00	162,10	1,10	0,32	528,10	914,43

Tramuntana	0,64	0,81	193,91	632,20	1,00	-	1.222,18	1.428,00
TOTAL	0,87	0,86	216,58	691,43	1,08	0,27	523,94	833,20
	Nº esp C3	Sd	Nº ind. C3	Sd	Nº ind. C4	Sd	Nº esp. C5	Sd
Els Calafats	4,17	0,75	32,17	10,72	0,50	0,84	7,17	1,94
C. Lladó	4,50	1,38	54,00	23,55	5,17	4,62	8,83	2,79
C. Cucó	3,67	0,52	47,00	21,59	1,50	1,38	8,50	1,52
Cap Llebeig	3,09	1,51	21,27	20,69	2,64	5,33	4,91	1,97
S. C. Indio	3,08	1,44	24,33	13,93	5,58	4,80	7,17	1,85
Na Popi	2,50	1,90	15,40	14,14	1,60	1,84	6,30	1,89
Tramuntana	3,00	1,26	27,64	17,68	5,91	3,36	7,91	2,17
TOTAL	3,27	1,46	28,76	20,47	3,55	4,16	7,05	2,29
	Nº ind. C5	Sd	Nº esp. C6	Sd	Nº ind. C6	Sd		
Els Calafats	38,67	16,99	1,83	2,64	7,50	15,48		
C. Lladó	53,17	35,49	1,50	1,05	9,33	8,16		
C. Cucó	62,83	36,92	2,17	1,17	27,83	10,61		
Cap Llebeig	53,27	26,42	2,64	2,16	11,73	13,27		
S. C. Indio	55,75	32,16	2,25	1,29	16,50	19,34		
Na Popi	49,10	24,93	1,90	1,29	32,80	46,55		
Tramuntana	65,55	33,02	2,55	1,63	15,73	17,71		
TOTAL	54,76	29,48	2,19	1,63	17,68	23,95		
	Nº esp. Total	Sd	Nº ind. Total	Sd	N			
Els Calafats	16,33	4,97	1.313,33	1.979,62	6			
C. Lladó	18,00	5,02	616,33	347,22	6			
C. Cucó	17,33	1,63	754,17	710,96	6			
Cap Llebeig	12,64	3,14	584,91	533,18	11			
S. C. Indio	15,25	2,77	518,25	293,10	12			
Na Popi	13,20	4,34	681,00	948,99	10			
Tramuntana	16,09	3,18	1.530,91	1.655,03	11			
TOTAL	15,18	3,88	845,26	1.080,05	62			

Taula 9. Valors mitjans i de desviació estàndard (Sd) del nombre d'espècies i individus totals i de cadascuna de les categories espacials.

El nombre d'individus (taula 9) no presenta cap tendència clara en funció de les variables independents del cobriment; analitzant separatament les abundàncies de les diferents categories espacials es comprova que la categoria 1 es correlaciona negativament i significativa amb la fondària, el pendís i la rugositat ambiental. Això no fa altra cosa que reflectir la distribució de l'espècie dominant, *Boops boops*, que presenta les mateixes, exactes correlacions (taula 10). La categoria 2, integrada exclusivament per *Chromis chromis* i *Anthias anthias* només presenta una lleugera correlació positiva, no significativa, amb la fondària, que s'explica per la progressiva substitució d'una espècie per l'altra en incrementar-se la profunditat, amb unes densitats similars, i per què el màxim de *Chromis chromis* es produeix a una certa fondària.

	Prof.	Pend.	Rugositat	R ² (ajus.)
Nº Esp.	-0.501 ***	-	0.273 *	0.29
Nº Esp. C1	-0.418 ***	-0.136	-	0.19
Nº Esp. C3	-0.563 ***	-	0.216 *	0.33
Nº Esp. C5	-0.524 ***	-0.164	0.231 *	0.36

Nº Esp. C6	0.147	0.396 **	0.188	0.16
Nº Ind. (log)	-	-	-	0.02
Nº Ind. C1 (log)	-0.311 **	0.344 *	-0.282 *	0.26
<i>B. boops</i>	-0.235 *	-0.336 **	-0.333 **	0.22
Nº Ind. C2 (log)	0.167	-	-	0.02
<i>C. chromis</i> (log)	-0.315 **	-0.244 *	-	0.16
<i>A. anthias</i> (log)	0.613 ***	0.353 ***	-	0.56
Nº Ind. C3 (sqr)	-0.316 *	-0.225	0.129	0.16
<i>D. annularis</i> (sqr)	-0.324 **	-0.273 *	-	0.18
<i>D. puntazzo</i>	-0.172	-	0.203	0.04
<i>D. sargus</i> (sqr)	-	-	0.245	0.04
<i>D. vulgaris</i> (sqr)	0.195	-0.199	-	0.06
<i>S. salpa</i> (sqr)	-0.438 ***	-	0.119	0.18
Nº Ind. C4 (<i>M. surmuletus</i>)	-	-	-	0.01
Nº Ind. C5	-0.352 **	0.233	-	0.12
<i>C. julis</i> (sqr)	-	0.175	-	0.01
<i>S. cabrilla</i>	0.785 ***	-	-	0.81
<i>S. scriba</i>	-0.576 ***	0.271 *	0.170	0.32
<i>S. doderleini</i>	0.299 *	-	-	0.07
<i>S. mediterraneus</i>	0.176	-	-	0.02
<i>S. melanocercus</i>	0.170	-0.208	0.159	0.06
<i>S. ocellatus</i>	-0.312 *	-	-	0.08
<i>S. roissali</i>	-0.384 **	-	-	0.13
<i>S. rostratus</i>	-0.192	-0.198	-	0.04
<i>S. tinca</i>	-0.612 ***	0.164	0.340 **	0.41
<i>T. pavo</i>	-0.556 ***	0.268 *	-	0.31
Nº Ind. C6 (sqr)	-0.272 *	0.314	0.572 ***	0.34
<i>A. imberbis</i>	-0.283 *	0.161	0.466 ***	0.24

Taula 10. Resultats de les anàlisis de les regressions múltiples de les variables biològiques amb les variables ambientals independents de la cobertura (*: $p < 0.05$; **: 0.01; ***: $p < 0.001$; sqr: transformació arrel quadrada; log: transformació logarítmica).

La categoria 3 es relaciona negativament amb la fondària i positivament amb la rugositat ambiental, tot i que no de manera significativa; és a dir, els màxims d'aquesta categoria s'assoleixen en fons relativament rugosos, a fondàries no gaire acusades; les dues espècies més abundants d'aquesta categoria no presenten, però, la mateixa distribució: mentre que l'abundància de *Diplodus sargus* només es veu afavorida per la rugositat ambiental, d'una manera no estrictament significativa, l'abundància de *D. vulgaris* es correlaciona negativament amb el pendís i positivament amb la rugositat, si bé en cap cas de manera significativa. L'abundància de *D. annularis* es relaciona negativament i significativa amb la profunditat i el pendís, la qual cosa s'explica per l'afinitat que presenta aquesta espècie per la cobertura de *Posidonia oceanica*, i *D. puntazzo*, tendeix a ser més abundant en funció de la rugositat a poca fondària, tot i que no mostra cap relació estadísticament significativa. La relativa manca de correlacions clares demostra que els integrants d'aquesta categoria són peixos amb un home-range relativament ampli, per la qual cosa poden trobar-se en ambients força distints en un moment determinat (taula 10).

Més lligades al substrat són les espècies de la categoria 5, l'abundància de la qual es relaciona negativament i significativa amb la fondària i positivament amb la rugositat ambiental. Tot i així, les espècies que integren aquesta categoria són moltes i presenten requeriments força diversos. Dues de les més abundants, com són *Coris julis* i *Thalassoma pavo* en són bons exemples: mentre la primera es correlaciona positivament, però no significativa, amb el pendís, demostrant així la seva condició d'espècie d'àmplia repartició, la segona sembla més estricta pel què fa a l'hàbitat en relacionar-se negativament amb la fondària i positivament amb el pendís del substrat. La distribució batimètrica d'ambdues espècies de *Serranus*, ja ha estat esmentada i, per tant, les correlacions de llurs abundàncies són les que es poden esperar segons el que s'ha vist en l'anàlisi de components: mentre *S. cabrilla* es relaciona positivament amb la profunditat, *S. scriba* ho fa negativament, si bé aquesta darrera espècie també es veu, a més, afavorida per un cert pendís i una rugositat elevada, si bé en aquest cas no de manera estrictament significativa (taula 10).

Quantitativament, l'abundància de la categoria 6 es veu afavorida per la rugositat ambiental, amb la que presenta una alta correlació positiva i significativa, i també pel pendís. També es relaciona negativament i significativa amb la fondària. La raó d'aquestes relacions és el domini quantitatiu d'*Apogon imberbis*, que presenta les mateixes, exactes relacions amb les variables ambientals considerades, tot i que aquesta no és significativa amb el pendís del substrat (taula 10).

Espècies vulnerables i quasi amenaçades.

En general, les espècies vulnerables i quasi amenaçades poden considerar-se molt escadusseres i poc freqüents. Això explica que els valors del nombre mig d'espècies i d'individus per zona siguin tan baixos (taula 11), així com el nombre total d'espècies per zona, que només és relativament important a Cala Lladó, que presenta un total de 4 espècies (*Epinephelus marginatus*, *Labrus merula*, *Labrus viridis* i *Sciaena umbra*) (figura 6). Aquests números tan minvats fan gairebé impossible qualsevol tractament estadístic amb cara i ulls, la qual cosa no treu que es puguin fer alguns comentaris. Així, per exemple, cal destacar que l'espècie més freqüent, d'entre les quasi amenaçades i vulnerables, és l'anfós (*Epinephelus marginatus*), present a totes zones menys una (Cala Cucó), si bé amb exemplars força petits i no gaire abundants.

	Nº Esp. Q. A.	Sd	Nº Esp. Vul.	Sd	Nº Esp. Total	Sd	
Els Calafats	0,17	0,41	0,00	-	0,17	0,41	
C. Lladó	0,17	0,41	1,00	0,89	1,17	1,17	
C. Cucó	0,17	0,41	0,17	0,41	0,33	0,82	
Cap Llebeig	0,45	0,52	0,00	0,00	0,45	0,52	
S. C. Indio	0,42	0,51	0,08	0,29	0,50	0,67	
Na Popi	0,30	0,48	0,20	0,42	0,50	0,71	
Tramuntana	0,55	0,69	0,27	0,47	0,82	0,98	
TOTAL	0,35	0,52	0,21	0,48	0,56	0,78	

	Nº Ind. Q. A.	Sd	Nº Ind. Q. A.	Sd	Nº Ind. Total	Sd	N
Els Calafats	0,17	0,41	0,00	0,00	0,17	0,41	6
C. Lladó	0,17	0,41	1,17	1,17	1,33	1,37	6
C. Cucó	0,50	1,22	0,17	0,41	0,67	1,63	6
Cap Llebeig	0,45	0,52	0,00	0,00	0,45	0,52	11
S. C. Indio	0,67	0,89	0,25	0,87	0,92	1,51	12
Na Popi	0,70	1,16	1,00	2,11	1,70	2,54	10
Tramuntana	0,73	1,01	0,64	1,29	1,36	1,75	11
TOTAL	0,53	0,86	0,45	1,17	0,98	1,59	62

Taula 11. Nombre mitjà d'espècies i d'individus per zona (\pm Sd) de les espècies vulnerables (Vul.) i quasi amenaçades (Q. A.).

A l'extrem oposat, *Labrus viridis* i *Mycteroperca rubra*, només han estat observats en una de les zones (Cala Lladó i Illot del cap de Tramuntana, respectivament). Cal ressaltar, també que tant *Labrus viridis* com *L. merula* (present a Cala Lladó i Cala Cucó), només han estat observades al vessant est de l'illa, caracteritzada per fons mixtos amb un cert cobriment de *P. oceanica* (taula 12).

	<i>E. marginatus</i>		<i>M. rubra</i>		<i>S. scrofa</i>		<i>S. umbra</i>		<i>L. merula</i>		<i>L. viridis</i>		N
		Sd		Sd		Sd		sd		sd		sd	
Els Calafats	0,17	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6
C. Lladó	0,17	0,41	0,00	0,00	0,00	0,52	0,67	0,00	0,33	0,82	0,17	0,41	6
C. Cucó	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,22	0,17	0,41	0,00	0,00	6
C. Llebeig	0,27	0,47	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	11
S. C. Indio	0,42	0,79	0,00	0,00	0,25	0,87	0,25	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	12
Na Popi	0,70	1,16	0,00	0,00	0,00	2,11	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
Tramuntana	0,64	0,81	0,09	0,30	0,00	1,29	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11
TOTAL	0,39	0,73	0,02	0,13	0,13	1,11	0,39	0,50	0,05	0,28	0,02	0,13	62

Taula 12. Densitats mitjanes (\pm Sd) de les espècies vulnerables i quasi amenaçades observades en cadascuna de les zones de Sa Dragonera.

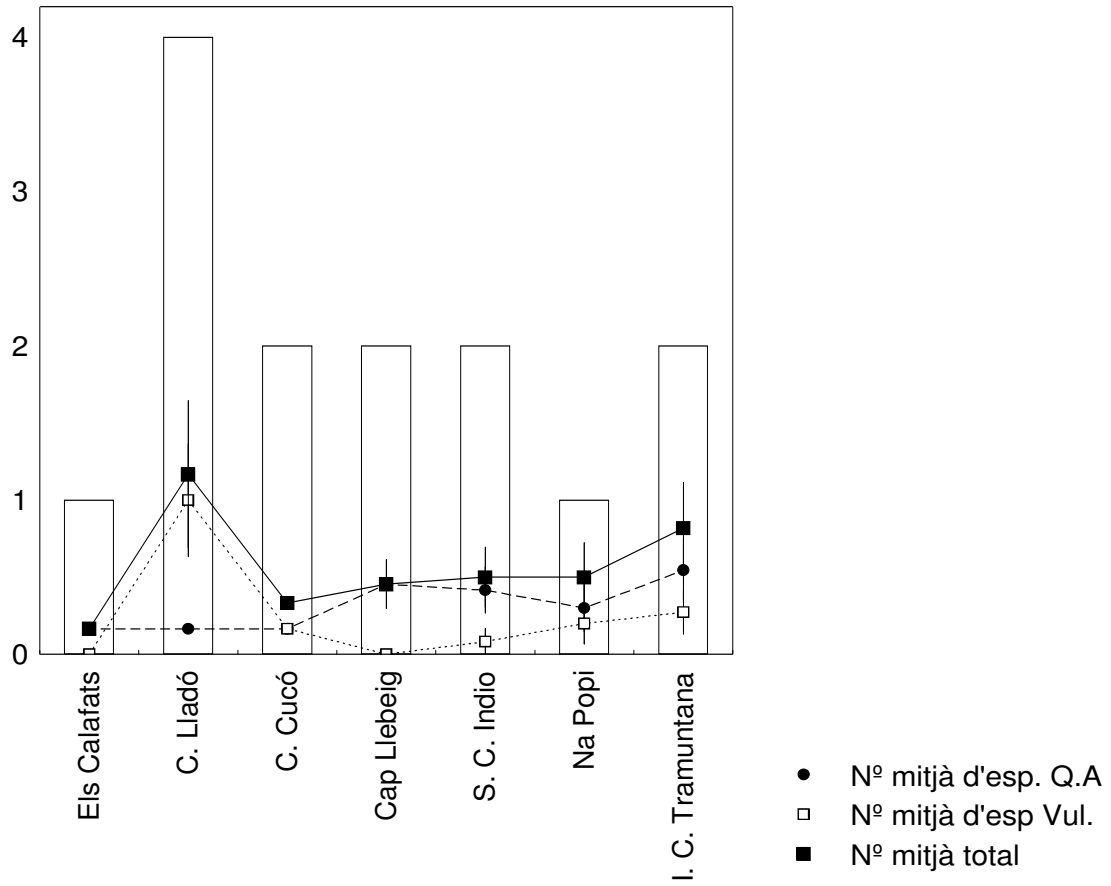


Figura 6.- Nombre total d'espècies vulnerables i quasi amenaçades (en columnes), i nombre mitjà de les unes i les altres (\pm Se) en cadascuna de les zones de Sa Dragonera.

DISCUSSIÓ

Pel que fa als tipus de fons, l'illa de sa Dragonera es pot dividir en dos vessants: el situat a l'est, que s'encara a Mallorca, i el que dona a mar oberta, encarat a l'oest. El primer es caracteritza per presentar un fons amb un pendís suau, a on s'assoleix poca fondària, amb hàbitats molt heterogenis amb un component de *Posidonia oceanica* i de roca homogènia importants. El vessant oest presenta una costa molt més espadada caracteritzada per penya-segats submergits, amb un fort pendís, que arriben a fondàries força acusades. En aquest vessant, i a poca fondària, hi dominen els fons de blocs que, a més profunditat, es transformen en roca homogènia constituïda per la comunitat del coral·ligen.

Aquesta disparitat d'hàbitats és determinant per explicar-se la relativament alta diversitat de peixos que s'ha trobat en aquest estudi. El nombre total d'espècies observat (59) en l'àmbit estricte dels transsectes (68) pot considerar-se força elevat respecte d'altres zones, si es té en compte el nombre de mostres; així, en la costa d'Artà es varen observar 65 espècies en un total de 114 transsectes i al Migjorn només 56, tot i que s'hi varen efectuar 121 transsectes (Ballesteros *et al.*, 2003). L'elevada diversitat d'hàbitats en un espai relativament reduït fa que l'àrea marina que envolta Sa Dragonera sigui un lloc molt interessant de cara a la protecció (Roberts *et al.*, 2003a i 2003b). Tot i això, les espècies més preuades, que coincideixen amb les que es consideren com a vulnerables i quasi amenaçades per Mayol *et al.* (2000), són molt escadusseres degut a l'elevada pressió pesquera al voltant de Sa Dragonera. En aquest sentit, val a dir que la prohibició de la pesca amb canya des del litoral no té cap mena d'efecte sobre aquestes espècies, molt vulnerables a la pesca professional i a la pesca submarina, molt practicada a la zona.

De tots els factors ambientals considerats en aquest estudi, ha estat la fondària el que més variabilitat provoca en la comunitat de peixos. En general, s'observa un progressiu enrariment d'una gran part de les espècies a mesura que s'incrementa la profunditat, tret d'algunes que són pròpies de fondària, com ara *Anthias anthias* i *Serranus cabrilla*, que substitueixen, respectivament, *Chromis chromis* i *Serranus scriba*, tal i com ja havia estat descrit en altres estudis (Garcia-Rubies, 1993; Garcia-Rubies, 1997). A grans trets, hom podria diferenciar una comunitat de peixos superficial, pròpia de fons infralitorals i una comunitat fonda, pròpia del coral·ligen, La

primera estaria caracteritzada per *Thalassoma pavo*, *Symphodus roissali*, *S. tinca*, *Serranus scriba*, *Sarpa salpa* i *Diplodus annularis*, entre d'altres, mentre que les dues espècies més paradigmàtiques de la segona serien *Anthias anthias* i *Serranus cabrilla*, a les que s'hi haurien d'afegir *Phycis phycis* i *Gobius vittatus*, així com *Muraena helena*, tot i que la distribució fonda d'aquesta espècie a Sa Dragonera pot obeir a un comportament "refugi" respecte de la pesca submarina. En qualsevol cas, el nombre mig d'espècies tendeix a disminuir en fondària i això és encara més acusat a Sa Dragonera degut a que una part important de les mostres fondes presenten una rugositat ambiental més baixa que no la que ha estat observada a menys profunditat.

El cobriment de *P. oceanica* és el segon factor a l'hora d'explicar la variació entre les zones de Sa Dragonera. En general, s'observa un empobriment de la ictiofauna respecte els fons de roca a mesura que s'incrementa la cobertura de *P. oceanica*. Són poques les espècies que presenten una afinitat gaire elevada per aquest tipus de substrat (*Boops boops*, *Sarpa salpa*, *Symphodus rostratus*, *Diplodus annularis*, *Spodyliosoma cantharus*, *Oblada melanura*). Tot i això, la importància d'aquest substrat és prou notable ja que, en conjunt, els transectes amb una elevada cobertura de *P. oceanica* (>50%) difereixen significativament dels que no en presenten en absolut, tot i tenir en compte que no hi ha, pràcticament, cap transecte amb un 100% de cobriment de *P. oceanica*. En gairebé tots els transectes hi ha, doncs, un component propi de fons de roca o blocs més o menys important. Com sigui, la disminució del nombre d'espècies en els transectes amb un elevat percentatge de *P. oceanica* és notable i això només obeeix, en part, a una possible subestima deguda al mètode de presa de dades (Harmelin-Vivien, 1982; Harmelin-Vivien & Francour, 1992).

En qualsevol cas, la marcada disparitat de profunditats màximes entre un vessant i l'altre de l'illa fa que, en conjunt, les aigües que envolten Sa Dragonera siguin gairebé ideals per a ser protegides ja que, a grans trets, representen una mena de compendi de les comunitats més emblemàtiques del sistema litoral mediterrani sobre substrat rocós. Així, d'una banda, els fons somers, molt heterogenis, del vessant est asseguren un bon lloc per a l'assentament i/o reclutament d'una bona part de les espècies típicament litorals (*Diplodus* spp, làbrids, etc; Garcia-Rubies i Macpherson, 1995; Vigliola *et al.*, 1998); a més a més, la poca fondària d'aquest vessant, en el freu entre Sa Dragonera i la costa d'Andratx, asseguraria un bon passadís d'intercanvi de peixos entre una i l'altra zona, la qual cosa podria afavorir l'enriquiment de les pesqueres veïnes (Russ i Alcalá, 1996; Roberts *et al.*, 2001).

D'altra banda, el fort desnivell batimètric del vessant oest, amb fons de blocs a certes zones i amb una elevada rugositat ambiental, asseguraria la presència d'exemplars de mida important de les espècies més vulnerables a la pesca, si es protegís aquest espai i es recuperés la demografia d'aquestes espècies (Reñones *et al.*, 1999) com a conseqüència de la desaparició o la disminució de la mortalitat per pesca (Mapherson *et al.*, 2000). De fet, l'observació de la reproducció o d'indicis de comportaments de fresa en espècies molt preuades com l'anfós (*Epinephelus marginatus*), l'anfós llis (*E. costae*) o l'anfós bord (*M. rubra*) s'ha efectuat a zones amb un tipus de fons molt semblant al dels caps i vessant oest de Sa Dragonera, casos de les Illes Medes (Zabala *et al.*, 1997a i 1997b) o de l'arxipèlag de Cabrera i de la Reserva del Nord de Menorca (obs. pers).

BIBLIOGRAFIA

Ballesteros, E; M. Zabala; M. J. Uriz; A. Garcia-Rubies & X. Turón, 1993. El bentos: les comunitats. In *Història Natural de l'illa de Cabrera*. J. Alcover *et al.* (eds.) Mon. Soc. Hist. Nat. Balears (2): 687-730.

Ballesteros, E., E. Cebriám, A. Garcia-Rubies i J. Coll, 2003. Estudi sobre la bionomia bentònica i les comunitats de peixos en el Parc de Llevant-Artà i la reserva de Migjorn. Informe tècnic del CEAB-CSIC. 90 pàg.

Bell, J., 1983. Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the North-Western Mediterranean. *J. Appl. Ecol.*, 20: 357-369.

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

Coll, J & I. Moreno, 1993. Contribución al conocimiento de la bionomía bentónica de la isla Dragonera (Mallorca, Mediterráneo Occidental). *Publ. Espec. Inst. esp. Oceanogr*; 11: 313-324.

Coll, J., A. García-Rubies, J. Moranta, S. Steffani & B. Morales-Nin, 1999. Efectes de la prohibició de la pesca esportiva sobre l'estructura poblacional de l'anfós (*Epinephelus marginatus* Lowe, 1834. Pisces, Serranidae) en el Parc Nacional de Cabrera. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 125-138.

Coll, J. , M. Linde, A. Garcia-Rubies, F. Riera & A. M. Grau, 2004. Spear fishing in the Balearic Islands (west central Mediterranean) : species affected and catch evolution during the period 1975-2001. *Fish. Res.*, 70 : 97-111.

Francour, P., 1994. Pluriannual analysis of the reserve effect on ichthyofauna in the Scandola natural reserve (Corsica, Northwestern Mediterranean). *Oceanol. Acta.*, 17(3): 309-317.

García-Charton, J. A. i A. Pérez-Ruzafa, 1999. Ecological heterogeneity and the evaluation of the effects of marine reserves. *Fish. Res.*, 42: 1-20.

Garcia-Rubies, A., 1993. Distribució batimètrica dels peixos litorals de substrat rocós a l'illa de Cabrera. In *Història Natural de l'illa de Cabrera*. J. ALCOVER *et al.* (eds.) Mon. Soc. Hist. Nat. Balears (2): 645-661.

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.

Garcia-Rubies, A., 1999. Effects of fishing on community structure and on selected populations of Mediterranean coastal reef fish. *Nat. Sicil.*, vol. XXIII (Suppl.): 59-81.

- Garcia-Rubies, A. & M. Zabala, 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Sci. Mar.*, 54(4): 317-328.
- Garcia-Rubies, A. & E. Macpherson, 1995. Substrate use and temporal pattern of recruitment by juveniles in Mediterranean littoral fishes. *Mar. Biol.*, 124: 35-42.
- Harmelin, J. G., 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de Port-Cros, France). *P. S. Z. N. I.: Marine Ecology*, 8(3): 263-284.
- Harmelin, J. G., F. Bachet & F. Garcia, 1995. Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *P. S. Z. N. I.: Marine Ecology*, 16 (3): 233 - 250.
- Harmelin-Vivien, M. L., 1982. Ichtyofaune des herbiers de Posidonies du Parc National de Port-Cros: I. Composition et variations spatio-temporelles. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros, Fr.*, 8: 69-92.
- 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: methodes et problemes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 40: 467-539.
- Harmelin-Vivien, M. L. i P. Francour, 1992. Trawling or visual censuses? Methodological bias in the assessment of fish populations in seagrass beds. *Mar. Ecol. (P. S. Z. N. I.)*, 13: 41-51
- Legendre, L. & P. Legendre, 1984 – *Écologie numérique. 1. Le traitement multiple de données écologiques*. Collection d'Écologie 12. Presses de l'Université du Québec. Ed. Masson: 260pp.
- Luckhurst, B. & K. Luckhurst, 1978. Analysis of the influence of the substrate variables on coral reef fish communities. *Mar. Biol.*, 49: 317- 323.
- Macpherson, E., 1985. Dynamics and organization of fish communities. *Nova Thalassia*, 7 (3): 43-62.
- Macpherson, E., A. Garcia-Rubies & A. Gordoia, 2000. Direct estimation of natural mortality rates for littoral marine fishes using populational data from a marine reserve. *Mar. Biol.*, 137: 27-32.
- Mayol, J., A. Grau, F. Riera & J. Oliver, 2000. *Llista vermella dels peixos de les Balears*. Quaderns de Pesca, 4, 126pp.
- Reñones, O., R. Goñi, M. Pozo, S. Deudero & J. Moranta, 1999. Effects of protection on the demographic structure and abundance of *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). Evidence from Cabrera Archipelago National Park (West-central Mediterranean). *Mar. Life*, 9 (2) : 45-53.

Roberts, C. M., J. A. Bohnsack, F. Gell, J. P. Hawkins & R. Goodridge, 2001. Effects of Marine Reserves on Adjacent Fisheries. *Science*, 294 : 1920-1923.

Roberts, C. M., S. Adelman, G. Branch, R. H. Bustamante, J. C. Castilla, J. Dugan, B. S. Halpern, K. D. Laferty, H. Leslie, J. Lubchenco, D. McArdle, H. P. Possingham, M. Ruckelhaus & R. P. Warner, 2003a. Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves. *Ecological Applications*, 13(1) Suppl. : 199-214.

Roberts, C. M., S. Adelman, G. Branch, R. H. Bustamante, J. C. Castilla, J. Dugan, B. S. Halpern, K. D. Laferty, H. Leslie, J. Lubchenco, D. McArdle, H. P. Possingham, M. Ruckelhaus & R. P. Warner, 2003b. Application of ecological criteria in selecting marine reserves and developing reserve networks. *Ecological Applications*, 13(1) Suppl. : 215-228.

Russ, G. R. & A. C. Alcala, 1996. Do marine reserves export adult fish biomass? Evidence from Apo Island, central Philippines. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 132: 1-9.

Sala, E., 1997. Fish predation and scavengers of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in protected areas of the north western Mediterranean. *Mar. Biol.*, 129: 531-539.

Smith, C. J., K. N. Papadopoulou & S. Diliberto, 2000. Impact of otter trawling on an eastern Mediterranean commercial trawl fishery ground. *ICES Journal of Marine Science*, 57(5): 1340-1351.

Sokal, R. R. & F. J. Rohlf, 1979. *Biometry*. Ed. W. H. Freeman, New York.

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

Vigliola L., M. L. Harmelin-Vivien, F. Biagi, R. Galzin, A. Garcias-Rubies, J. G. Harmelin, J. Y. Jouvenel, L. L'Direach-Boursier, E. Macpherson & L. Tunesi, 1998. Spatial and temporal patterns of settlement among *Diplodus* sparid fishes in the northwestern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 168 : 45-56.

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.