

XLII. DISTRIBUCIÓ BATIMÈTRICA DELS PEIXOS LITORALS DE SUBSTRAT ROCÓS A L'ILLA DE CABRERA

A. GARCIA-RUBIES

GARCIA-RUBIES, A. 1993. "Distribució batimètrica dels peixos litorals de substrat rocós a l'illa de Cabrera". In ALCOVER, J.A., BALLESTEROS, E. & FORNÓS, J.J. (Eds.), *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*, CSIC-Edit. Moll, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears 2: 645-661. La ictiofauna que es troba sobre fons rocosos litorals de l'illa de Cabrera ha estat estudiada, mitjançant la tècnica de comptatges visuals, en transectes fixos de 50 x 5 m, situats a -6, -30 i -45 m de fondària. En total han estat observades 46 espècies, pertanyents a 19 famílies, entre les quals dominen clarament els làbrids i els espàrids. La fondària és el principal factor que determina les diferències qualitatives i quantitatives observades al llarg de l'estudi. El segon factor sembla ser degut a la diferència en l'heterogeneïtat del substrat, i a l'existència o absència d'algues frondoses. En fondària hom observa una certa disminució del nombre d'espècies de làbrids i espàrids. L'ampli marge de fondàries estudiades i l'extrema polarització de les mostres en les comunitats bentòniques de Cabrera permet definir dues associacions de peixos litorals: una de superficial, caracteritzada sobretot per *Symphodus roissali*, *Symphodus ocellatus*, *Thalassoma pavo*, i *Parablennius rouxi*; i una de fonda, caracteritzada, entre d'altres per *Anthias anthias*, *Labrus bimaculatus*, *Symphodus melanocercus* i *Gobius vittatus*. Amb tot, més que una zonació en sentit estricte, hom postula l'existència d'un *continuum*, on les diferències quantitatives són gairebé tan importants com les qualitatives, i on unes espècies succeeixen les altres de forma gradual. En un treball subsidiari, hom estudia amb més detall la distribució en fondària de dues espècies simpàtriques, *Serranus cabrilla* i *Serranus scriba*, entre les quals es produeix, més que una competència per l'espai, un cas de compartimentació espacial. Les pautes de distribució en fondària d'aquestes dues espècies poden ser paradigmàtiques del que ocorre en molts altres casos.

BATHYMETRIC DISTRIBUTION OF LITTORAL ROCKY FISHES IN THE CABRERA ARCHIPELAGO. The coastal fish fauna from Cabrera island rocky bottoms has been studied by visual censuses along 50 x 5 m strip transects sitted at -6, -30 and -45 m depth. 46 fish species have been recorded, belonging to 19 families dominated by Labridae (11 species) and Sparidae (9 species). Depth is the main environmental factor affecting qualitative and quantitative fish distribution, being bottom heterogeneity (hole size and presence or absence of frondose algae) the second one. A decrease of Labridae and Sparidae species has been found with depth. Two rocky fish assemblages have been distinguished attending to their depth distribution ranks: a shallow one, characterized by *Symphodus roissali*, *Symphodus ocellatus*, *Thalassoma pavo* and *Parablennius rouxi*; and a deep one, characterized mainly by *Anthias anthias*, *Labrus bimaculatus*, *Symphodus melanocercus* and *Gobius vittatus*. However, there is a *continuum* change of species with depth instead of critical discontinuities between the two fish assemblages. Depth patterns of two sympatric species (*Serranus cabrilla* and *Serranus scriba*) has been studied as an example of this continuous depth fish distribution.

INTRODUCCIÓ

Com tothom sap, els peixos mediterranis es troben molt ben coneguts des d'un punt de vista qualitatiu; la prova n'és l'existència de tota una munió de llibres, guies i monografies sobre el tema. No deixa de ser curiós, però, que malgrat aquesta bibliografia relativament àmplia, els estudis de caire ecològic, siguin més aviat escadussers. Així, hom es troba davant la paradoxa que molts d'altres grups animals, menys conspicus que els peixos, es troben molt més ben estudiats sota aquest punt de vista. La bionomia, és a dir, la distribució de les comunitats que formen els organismes bentònics sobre els fons marins, es troba coneguda i tipificada quasi a la perfecció a la Mediterrània. Sota aquest punt de vista els peixos litorals semblen ser, incomprendiblement, els parents pobres d'entre tots els organismes bentònics.

Aquest oblit relatiu ha estat degut, sobretot, al fet que els peixos litorals no s'han vist inclosos, fins fa ben poc, entre els subjectes que s'han beneficiat dels mètodes de mostratge directe amb escafandre autònom. La ictiofauna litoral ha estat estudiada gairebé sempre a partir de la pesca dels exemplars amb mitjans diferents, que anaven des de les xarxes o d'altres ormeigs, fins arribar als explosius, passant pels verins. Evidentment aquesta metodologia provocava la destrucció total o parcial de les poblacions estudiades i implicava una feixuga tasca de recollida de dades, sovint molt esbiaixades segons els sistemes de pesca emprats. A més, es tractava de mètodes eminentment indirectes, en els quals els peixos es veien ineluctablement extrets del seu ambient, el qual sovint quedava poc tipificat. Aquest tipus d'estudis indirectes, en l'actualitat, només es poden justificar en treballs referits a espècies d'interès pesquer, tot aprofitant les captures comercials, o bé en estudis molt centrats en aspectes biològics concrets que afectin una o poques espècies. Per a estudis de distribució litoral a una escala més aviat petita, o bé per a estudis comparatius entre unes zones i les altres, o, i sobretot, en estudis en zones protegides aquestes metodologies destructives són totalment desaconsellables.

Varen ser alguns autors anglosaxons els que iniciaren l'estudi dels peixos seguint una metodologia nova, tot aprofitant l'escafandre autònom, adaptant mètodes directes de quantificació visual importats del medi terrestre (quantificació d'aus o mamífers). Així proliferaren estudis d'aquest tipus en mars tropicals (THOMPSON & SCHMIDT, 1977; GBRMPA, 1978, 1979; SALE & DOUGLAS, 1984; KIMMEL, 1985; GALZIN, 1986; DOHERTY, 1987; entre d'altres). Aquesta nova tècnica va ser importada a la Mediterrània per BELL (1983), tot i que ja s'havia previst anteriorment la seva utilitat (HARMELIN & HARMELIN-VIVIEN, 1975). BORI (1984) utilitzà també l'escafandre autònom per a elaborar, en part, el catàleg de la ictiofauna litoral de les illes Medes. Com s'ha dit, fou BELL (1983) el primer que aplicà plenament aquesta tècnica de mostratge visual quantitatiu en un estudi comparatiu entre una zona protegida i una zona no protegida a la zona de Banyuls de la Marenda. Els resultats foren prou evidents i aquest estudi va marcar la pauta dels que s'han anat desenvolupant a la Mediterrània de llavors ençà (HARMELIN, 1987, 1990; GARCIA-RUBIES & ZABALA, 1990; FRANCOUR, 1991). Un excel·lent recull crític de totes aquestes tècniques de mostratge visual es troba a HARMELIN-VIVIEN et al. (1985).

Hom ha de dir, a més, que la Mediterrània és una mar que s'adequa moltíssim a aquest tipus de mètodes. El clima permet el treball de camp la majoria de dies de l'any; l'aigua és també prou calenta i neta per a desenvolupar-hi un treball efectiu, fins i tot a l'hivern. Faunísticament parlant, la Mediterrània presenta una diversitat d'espècies prou enraonada com per a donar joc en aquests treballs, sense caure, però, en l'esfereïdora riquesa dels mars tropicals. Aquest fet, i la multiplicitat de guies i llibres existents, fan possible una ràpida familiarització de l'observador amb els peixos que normalment es trobarà a sota l'aigua. Tots els factors apunten, doncs, que aquestes noves tècniques de mostreig s'imposin ràpidament en el medi mediterrani i que en els anys venidors es produeixi un cert esclat en els estudis dels peixos *in situ*, mitjançant inventaris visuals.

Aquesta contribució al coneixement de la distribució de la ictiofauna litoral de Cabrera s'inscriu plenament en aquesta filosofia. Es tracta doncs, més d'un treball intensiu que no pas extensiu. L'avantatge principal és que mitjançant aquesta metodologia s'obté un nivell d'informació bastant més elevat que la simple notificació de la presència d'una espècie en un o altre lloc determinat. Es tracta, doncs, d'un treball molt similar als estudis bionòmics clàssics, que marquen la diferència que hi ha entre un catàleg faunístic i un estudi bàsicament quantitatiu, amb unes mínimes ínfules ecològiques.

MATERIAL I MÈTODES

Estacions de mostreig

Les estacions escollides per al mostreig varen ser el Cap de Llebeig i l'Estell des Coll, estacions on s'ha dut a terme un estudi detallat dels paràmetres ambientals (vegeu capítol 43: El bentós: el marc físic). En ambdues zones es varen establir un transsecte profund, situat entre -45 i -47 m de fondària en el Cap de Llebeig, i a -30 m a l'Estell des Coll, i un de superficial a -6 m, en totes dues estacions.

Cal afegir que les estacions superficials no eren, potser, tan adients com ho han estat les pregones. Així, es tractava de parets gairebé verticals, amb una certa pobresa d'esclatxes i anfractuositats respecte d'altres tipus de fons. La comunitat bentònica dominant al Cap de Llebeig era la denominada la d'algues fotòfiles mitjanament pasturades (veure capítol 44: El bentós: les comunitats), mentre que la de l'Estell des Coll era la d'algues fotòfiles, dominada per *Cystoseira balearica*. Com sigui que la topografia o rugositat determina en un cert grau la riquesa específica (LUCKHURST & LUCKHURST, 1977), aquests transsectes superficials estan penalitzats pel que fa a aquest paràmetre. Contràriament, els fons de les estacions més fondes presentaren un grau de complexitat estructural –o rugositat– força més elevat. A -30 m el fons era rocós, dominat per la comunitat d'algues esciòfiles de zones inclinades (vegeu capítol 44: El bentós: les comunitats) amb dominància de *Dictyopteris membranacea* i amb uns quants blocs grossos, mentre que a -45 m, el fons es podia considerar com a plenament dominat per la comunitat coral·lígena de dominància algal –rica en anfractuositats i esclatxes– junt amb un parell de blocs rocosos aïllats i de grans dimensions.

Recollida de dades

A cadascuna de les estacions es va establir un transsecte fix de 50 x 5 m, a una fondària constant, seguint la metodologia ja emprada en d'altres estudis (HARMELIN, 1987, 1990; GARCIA-RUBIES & ZABALA, 1990). Sobre aquests transsectes es desplaçava l'observador tot enregistrant les espècies que anava veient i el nombre d'individus de cadascuna. Pel que fa al reconeixement de les espècies la identificació *de visu* no ofereix gaires problemes llevat del cas d'algunes espècies molt similars (els tripterígids o alguns gòbids, per exemple). En aquest cas hom ha optat, com en d'altres ocasions (HARMELIN, 1987, 1991; GARCIA-RUBIES & ZABALA, 1990), per les determinacions a nivell de gènere. Pel que fa a les abundàncies, el nombre d'individus es comptava exactament, sempre que això era possible; en cas d'estols formats per molts individus, els grups eren assimilats a una sèrie de classes d'abundància pre-establertes, que seguien la progressió següent: 1, 2-4, 5-10, 11-30, 31-50, 51-100, >101 (HARMELIN-VIVIEN et al., 1985). A l'hora del tractament de les dades s'escollia el valor mitjà entre els extrems de cada classe.

Tractament de dades

Les dades han estat tractades sota dos punts de vista: el qualitatiu i el quantitatiu. El primer es basa, només, en la presència o l'absència de les espècies en cadascun dels inventaris; hom obté així tant la riquesa específica instantània és a dir, el nombre d'espècies per comptatge o transsecte, com el nombre total d'espècies observades per estació. El primer paràmetre permet comparar, mitjançant una anàlisi de la variància d'un factor (SOKAL & ROHLF, 1979), les diferències que en aquest paràmetre puguin presentar les estacions. Sobre la base d'aquestes dades hom ha efectuat, a més, una anàlisi de classificació jeràrquica (*cluster*) (LEGENDRE & LEGENDRE, 1982), tant entre tots els inventaris, com entre les 30 espècies més freqüents (amb més de 10 presències). L'índex d'afinitat emprat ha estat el de Jaccard i el mètode d'aglomeració jeràrquica ha estat el del veí més llunyà (MARGALEF, 1974; LEGENDRE & LEGENDRE, 1982). El nombre total d'espècies ha permès d'establir les afinitats entre estacions; en aquest cas hom ha emprat l'índex d'afinitat de Sorensen (MARGALEF, 1974; LEGENDRE & LEGENDRE, 1982).

Les dades quantitatives han estat tractades mitjançant una anàlisi multifactorial de components principals (LEGENDRE & LEGENDRE, 1982), a partir de les abundàncies transformades [$\log(x+1)$] de les 25 espècies més freqüents.

Finalment, en l'estudi sobre la distribució batimètrica de *Serranus cabrilla* i *Serranus scriba*, s'han calculat els coeficients de correlació entre les abundàncies d'ambdues espècies, i s'han establert les rectes de regressió entre les fondàries –com a variable independent– i la densitat –com a variable dependent–. Els coeficients de regressió han estat comparats mitjançant el mètode proposat per SOKAL & ROHLF (1979).

Taula 1. Llista d'espècies observades a Cabrera, amb les presències (+) o absències (-) en cadascuna de les estacions mostrejades (PLL= Cap de Llebeig; EDF= Estell des Coll).

	PLL6	EDF6	EDF30	PLL45
<i>Muraena helena</i>	+	-	+	+
<i>Conger conger</i>	-	-	-	+
<i>Phycis phycis</i>	-	-	+	+
<i>Atherina</i> sp.	+	-	-	-
<i>Scorpaena porcus</i>	+	-	+	+
<i>S. notata</i>	-	+	-	-
<i>S. scrofa</i>	-	-	-	+
<i>Anthias anthias</i>	-	-	+	+
<i>Epinephelus guaza</i>	+	+	+	-
<i>Serranus cabrilla</i>	+	+	+	+
<i>S. scribea</i>	+	+	+	+
<i>Apogon imberbis</i>	+	+	+	+
<i>Seriola dumerilii</i>	+	+	+	+
<i>Mullus surmuletus</i>	+	-	+	+
<i>Dentex dentex</i>	-	-	+	-
<i>Sarpa salpa</i>	+	+	+	-
<i>Boops boops</i>	+	+	+	+
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	-	+	+	+
<i>Oblada melanura</i>	+	+	-	-
<i>Diplodus annularis</i>	+	+	+	+
<i>D. puntazzo</i>	-	-	+	+
<i>D. sargus</i>	+	+	-	-
<i>D. vulgaris</i>	+	+	+	+
<i>Spicara maena</i>	+	-	+	+
<i>S. smaris</i>	+	-	+	+
<i>Chromis chromis</i>	+	+	+	+
<i>Chelon labrosus</i>	+	-	-	-
<i>Sphyraena sphyraena</i>	+	+	+	-
<i>Belone belone</i>	-	+	-	-
<i>Labrus bimaculatus</i>	-	-	+	+
<i>L. merula</i>	-	+	-	-
<i>Symphodus doderleini</i>	+	-	+	+
<i>S. mediterraneus</i>	+	+	+	+
<i>S. melanocercus</i>	-	-	+	+
<i>S. ocellatus</i>	+	+	+	-
<i>S. roissali</i>	+	+	-	-
<i>S. rostratus</i>	+	-	+	+
<i>S. tinca</i>	+	+	+	+
<i>Coris julis</i>	+	+	+	+
<i>Thalassoma pavo</i>	+	+	+	-
<i>Tripterygion</i> spp.	+	-	+	+
<i>Parablennius incognitus</i>	+	-	-	-
<i>P. rouxi</i>	+	-	-	-
<i>Gobius cruentatus</i>	-	-	+	+
<i>G. vittatus</i>	-	-	+	+
<i>Gobius</i> sp.	-	-	-	+

Composició per famílies
a totes les estacions (en %)

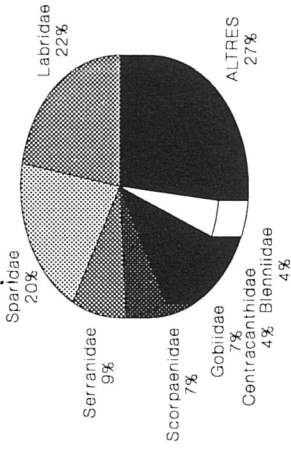


Figura 1a

Estell des Coll 30m

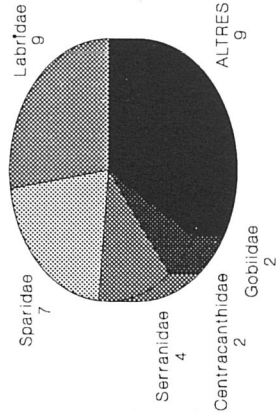


Figura 1c

Cap de Llebeig i Estell des Coll 6m

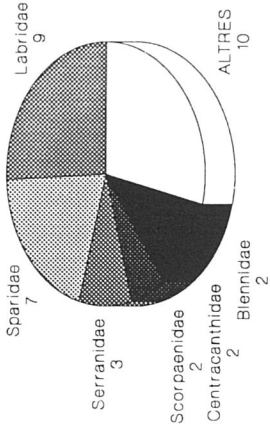


Figura 1b

Cap de Llebeig 45m

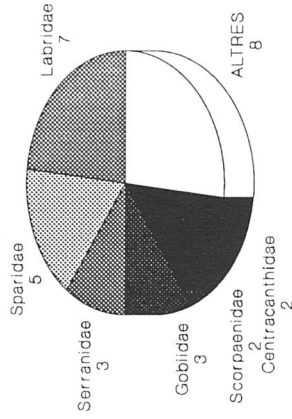


Figura 1d

Fig. 1. Composició per famílies total (A) i a les diferents estacions (B, C, D) mostrejades.

RESULTATS

Aspectes qualitius

En aquest estudi s'han observat un total de 43 espècies, més 3 (Taula 1), que han estat identificades només a nivell de gènere –*Atherina* sp., *Gobius* sp. i *Tripterygion* spp.–. Les 46 espècies pertanyen a 19 famílies, entre les quals dominen clarament els làbrids –amb 11 espècies–, i els espàrids –amb 9– (Fig. 1). El total d'espècies observades a les diferents fondàries considerades ha estat de 35 a -6 m (31 a Punta Llebeig i 23 a l'Estell des Coll); 33 a -30 m; i 30 a -45 m. Les afinitats qualitatives entre les estacions han estat de 0.73 entre les dues superficials; 0.83 entre les dues fondes; 0.76 entre l'estació superficial del Cap de Llebeig i la fonda de l'Estell des Coll; 0.62 entre les estacions superficial i fonda del Cap de Llebeig; 0.63 entre ambdues estacions de l'Estell des Coll; i 0.46 entre l'estació superficial de l'Estell des Coll i la fonda del Cap de Llebeig. Els valors es poden considerar normals, llevat del cas de l'afinitat entre l'estació superficial del Cap de Llebeig i la fonda de l'Estell des Coll, que es pot considerar com a molt alt. Pel que fa a les famílies representades, els làbrids, tot i que disminueixen en augmentar la profunditat, dominen a totes les fondàries, amb 9 espècies a -6m; 9 a -30 m; i 7 a -45 m. Els espàrids també presenten una certa davallada en fondària, passant de 7 espècies a -6 i -30 m, a només 5 a -45 m (Fig 1). També es pot veure una substitució entre blènnids i gòbids a mesura que augmenta la fondària.

Pel que fa a la riquesa específica instantània, és a dir, el nombre d'espècies per transecte, aquesta presenta uns valors mitjans d'entre 12 i 13 espècies per comptatge a les zones superficials. No hi ha diferències significatives entre l'Estell i el Cap de Llebeig, la qual cosa contrasta amb la riquesa específica total que presenten una i altra estació. A -30 m hom troba que el valor augmenta, fins arribar al voltant de les 18 espècies. La diferència amb els transectes superficials és estadísticament significativa. A -45 m, hom observa una disminució significativa del nombre d'espècies, que se situa sobre les 15 (Taula 2). Possiblement

Taula 2. Comparació, mitjançant anàlisi de la variància, entre el nombre mitjà d'espècies per estació.

Estació	Nº rèpliques	Mitjana	Des. Estàndard	Minim-Màxim
PLL6	22	13.14	2.90	9-20
EDF6	15	12.47	2.42	8-17
EDF30	12	18.17	2.73	13-22
PLL45	22	15.14	2.25	10-19
ANOVA :	F	p		
PLL6-EDC6	0.54	0.467 (ns)		
EDC6-EDC30	33.14	<0.001		
PLL6-PLL45	6.53	0.014		
EDC30-PLL45	12.12	<0.001		

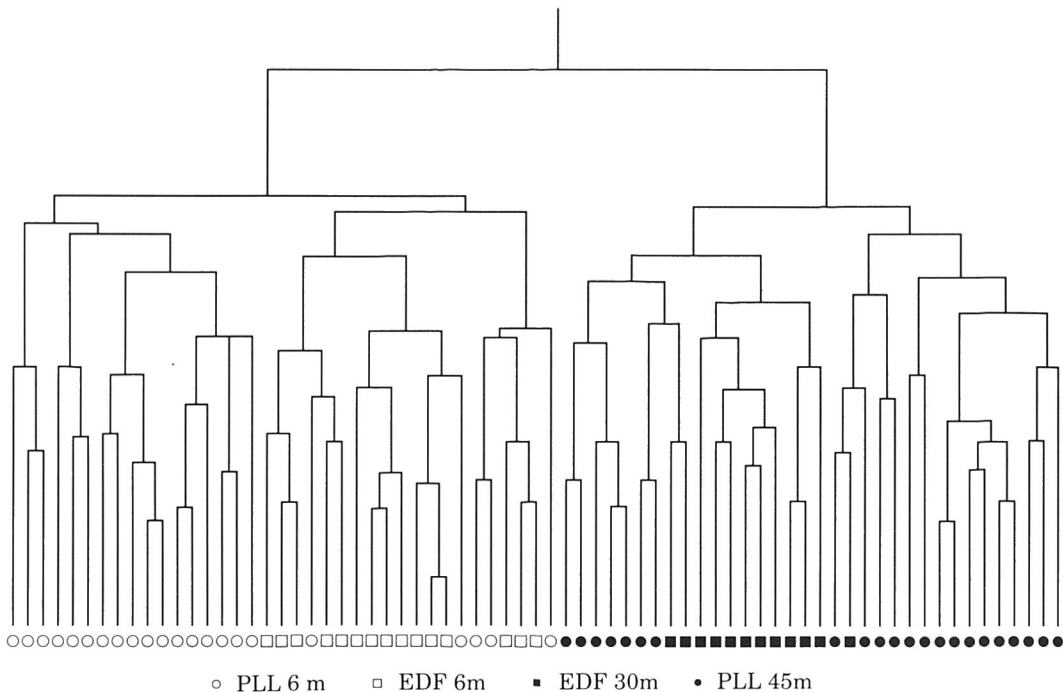


Fig. 2. Diagrama d'afinitats qualitatives entre les mostres.

els valors mínims trobats a les estacions superficials –que contrasten amb els obtinguts per HARMELIN (1987)– estiguin causats per la manca de rugositat (*sensu* LUCKHURST & LUCKHURST, 1977) i per l'intens hidrodinamisme, sobretot en el cas de l'Estell des Coll.

Hi ha diferències en fondària pel que fa a la distribució qualitativa dels peixos. Aquest fet es fa evident en el *cluster* (Fig. 2). Així, hom pot distingir, molt clarament, dos grans grups que es corresponen als transsectes profunds i als transsectes superficials. Cadascun d'aquests grups se subdivideix en dos grups més, que representen les estacions. En les afinitats entre espècies (Fig 3), hom comprova que es poden distingir 3 grans grups: el primer, format per peixos de distribució pregona, com són: *Anthias anthias*, *Labrus bimaculatus*, *Gobius vittatus*, *Mullus surmuletus*, *Spicara smaris*, *Symphodus doderleini*, *Symphodus melanocercus*, *Spondyliosoma cantharus*, *Spicara maena*, *Apogon imberbis*, *Diplodus puntazzo* i *Diplodus annularis*. El segon grup, l'integren espècies d'àmplia distribució batimètrica com *Symphodus tinca*, *Serranus scriba*, *Symphodus mediterraneus*, *Serranus cabrilla*, *Coris julis* i *Chromis chromis*. Finalment, el tercer grup està integrat per les espècies més superficials: *Scorpaena porcus*, *Symphodus ocellatus*, *Boops boops*, *Symphodus roissali*, *Thalassoma pavo*, *Oblada melanura*, *Sarpa salpa*, *Diplodus sargus*, *Parablennius rouxi* i *Tripterygion* spp.

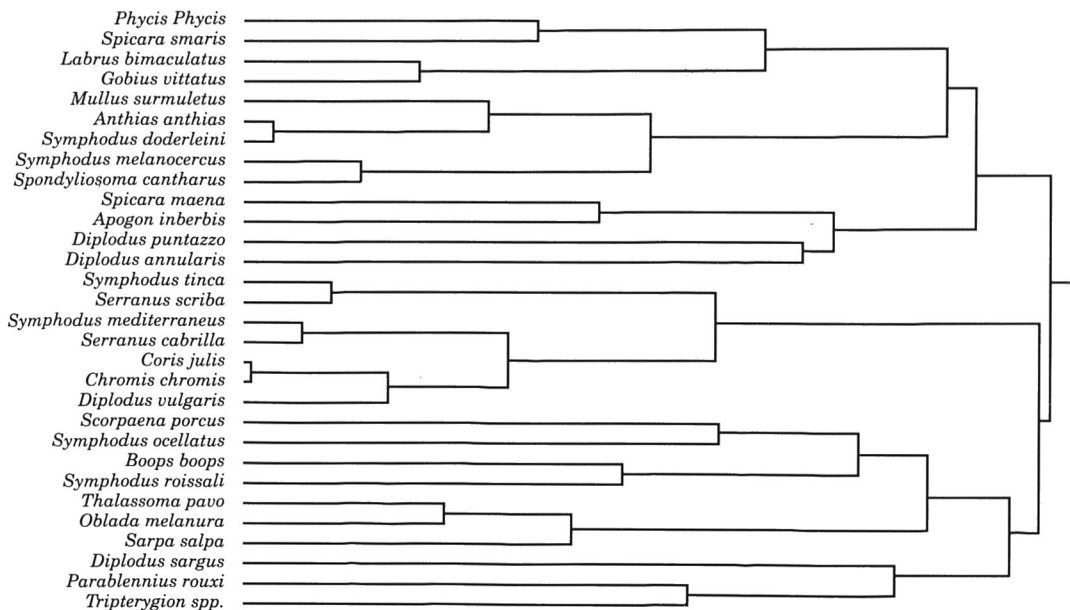


Fig. 3. Diagrama d'afinitats entre les espècies.

Aspectes quantitius

L'anàlisi de components principals, feta a partir dels inventaris de les 25 espècies més freqüents, mostra que el factor més important a l'hora de separar les mostres és la fondària (Fig. 4). Aquest primer eix, que explica més d'un 39% de la variància observada, separa clarament les mostres superficials (-6 m), molt homogènies, de les mostres fondes (-30 i -45 m). El segon factor, menys evident i que explica un 11% de la variància, ens separa sobretot les mostres de -30 m de les de -45 m, i menys acusadament les mostres superficials. Aquest fet, respon, segurament a diferències del substrat en una i l'altra estació. A -30 m el fons tenia una densa cobertura de l'alga *Dictyopterus membranacea*, i els forats i esquerdes eren relativament grans. Contràriament, a -45 m, els forats eren més petits i *Dictyopterus* era rar. A -6 m, les diferències, molt menys marcades, poden ser provocades per l'existència al transsecte de l'Estell des Coll d'una cobertura algal (*Cystoseira balearica*) que ocupava una gran part de la zona estudiada, així com una falta relativament acusada d'esclètexs i anfractuositats, mentre que a Punta Llebeig, la cobertura algal era més aviat poc frondosa i presentava una heterogeneïtat espacial més acusada.

Pel que fa a la distribució de les espècies, les que presenten una correlació positiva amb el primer eix són les més abundants en fondària; si, pel contrari, la correlació és marcadament negativa, les espècies tendeixen a ser més abundants en les zones superficials. Si les correlacions, d'un o altre signe són poc acusades, les espècies presenten una àmplia distribució batimètrica. Entre les primeres, les de distribució fonda, hom hi troba: *Anthias anthias*, *Serranus cabrilla*, *Mullus surmuletus*, *Spondyliosoma cantharus*, *Diplodus puntazzo*, *Diplodus*

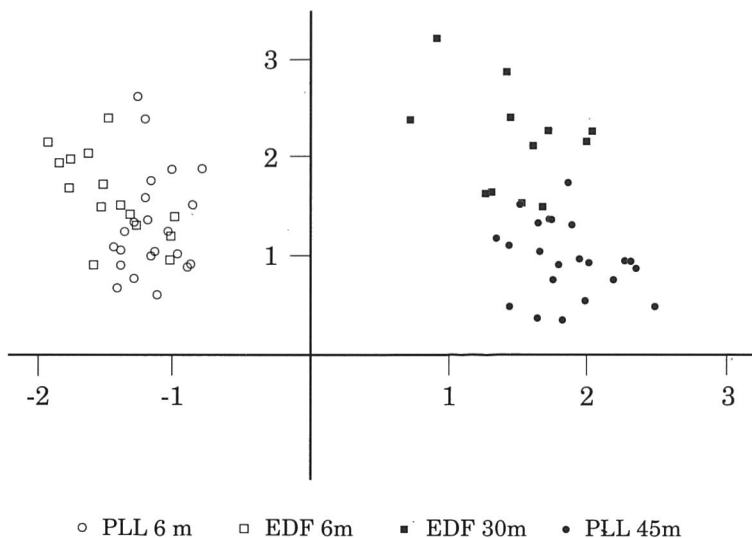


Fig. 4. Representació gràfica dels dos primers eixos de l'anàlisi de components principals.

vulgaris, *Spicara smaris*, *Labrus bimaculatus*, *Symphodus doderleini*, *Symphodus melanocercus* i *Gobius vittatus*. Les espècies superficials són: *Serranus scriba*, *Sarpa salpa*, *Oblada melanura*, *Symphodus roissali* i *Thalassoma pavo*. La resta presenta una àmplia distribució batimètrica. *Apogon imberbis*, *Coris julis*, *Symphodus mediterraneus* i *Symphodus ocellatus*, són les úniques espècies que presenten marcades correlacions amb el segon factor, i per tant, són les que provoquen les diferències observades en l'anàlisi. El fet que tres espècies de làbrids tinguin una marcada afinitat per les estacions situades a l'Estell des Coll, sembla confirmar que la frondositat algal té alguna cosa a veure en aquest segon factor; *Apogon imberbis* es veuria en aquest cas afavorit per la mida superior dels forats en l'Estell, mentre que *Gobius vittatus* era més abundant en el fons típicament coral·ligen del Cap de Llebeig.

Com es pot veure, la distribució qualitativa no es correspon exactament amb la quantitativa. Un cas força evident d'aquest fet és el de *Serranus cabrilla* i de *Serranus scriba*, ambdues espècies d'àmplia distribució batimètrica des d'un punt de vista qualitatiu, però amb preferències quantitatives molt marcades. La distribució polaritzada que varen presentar aquestes dues espècies tan similars va justificar un estudi més aprofundit, a fi d'esbrinar si entre ambdues es produïa alguna forma d'interacció interespecífica, com podria ser la competència per l'espai. En ambdós casos la densitat es correlacionava significativament amb la fondària. La correlació era positiva en el cas de *Serranus cabrilla*, i negativa en el cas de *Serranus scriba*. Una sèrie de comptatges realitzats a fondàries intermèdies, mitjançant punts fixos, recolzaren aquests resultats. Com era d'esperar, la correlació entre les densitats d'ambdues espècies era marcadament negativa (Fig. 5).

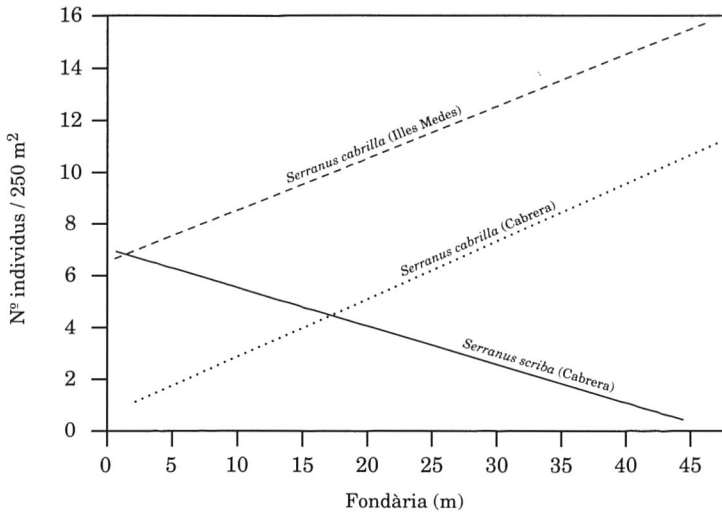


Fig. 5. Rectes de regressió entre la fondària i les densitats de *Serranus cabrilla* a Cabrera ($y = 0.6665 + 0.2205 x$); *Serranus cabrilla* a les illes Medes i costa veïna ($y = 6.5292 + 0.1983 x$); i *Serranus scriba* a Cabrera ($y = 7.0535 - 0.1487 x$); essent x la fondària i y la densitat de peixos en 250 m².

DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

De forma similar a com ho fan d'altres organismes bentònics, els peixos litorals que es troben sobre els fons rocosos de Cabrera presenten una distribució vertical característica, malgrat que l'elevat grau de vagilitat dels peixos determini una zonació molt més laxa que en el cas d'altres organismes bentònics sèssils o menys mòbils. En el cas dels peixos, doncs, sembla que més que emprar el mot "zonació" hom hauria de parlar d'un veritable *continuum*, on les espècies se succeeixen unes a altres sense fronteres massa sobtades, i on les que varien són sobretot, les relacions d'abundància. L'exemple d'aquesta distribució vertical en *continuum*, podria estar caracteritzada pel que passa en el cas de *Serranus cabrilla* i *Serranus scriba*, que no deu ser sinó un exemple que es pot fer extensiu a moltes altres espècies. Tot i la clara segregació espacial entre ambdues espècies no es pot demostrar a les clares que existeixi competència per l'espai entre ambdues espècies, ja que el que es pot produir, com a alternativa, és una segregació batimètrica que no impliqui —o ho faci en un grau mínim— qualsevol tipus de competència. Una forma indirecta d'esbrinar-ho ha estat comparar la distribució de *Serranus cabrilla* a Cabrera, on l'espècie és simpàtrica amb *Serranus scriba*, amb la distribució que presentava a les illes Medes i a la costa veïna, on *Serranus scriba* és molt escadusser. Evidentment, la hipòtesi de treball era que en el cas que es produís algun tipus de competència, *Serranus cabrilla* presentaria, a la costa empordanesa, una distribució uniforme a totes les fondàries, és a dir, que la recta de regressió entre la densitat (com a variable independent) i la fondària seria més plana que no a Cabrera (Fig. 5). Els resultats han estat concluints: a la costa catalana, les densitats de *Serranus cabrilla*, també

es veuen positivament afectades per la fondària, i, malgrat que el pendent de la recta de regressió és superior a Cabrera, les diferències no són significatives. Aquests resultats semblen demostrar que més que competència, el que es produeix entre ambdues espècies és una partició batimètrica de l'hàbitat, que tendiria a evitar, precisament, una situació continuada de competència per l'espai. Amb tot, a Cabrera, on ambdues espècies són simpàtriques, l'hàbitat de *Serranus cabrilla* sembla més restringit que no en el cas de la costa empordanesa on aquesta espècie es presenta gairebé sola. Així, *Serranus scriba* ocupa a Cabrera un sector marginal, el més superficial, de l'hàbitat de *Serranus cabrilla*. Un cas similar, amb espècies de serrànids molt properes a les esmentades (gènere *Cephalopholis*) ha estat documentat per SHPIGEL i FISHELSON (1989) en esculls coral·lins del mar Roig. Aquest fet es repeteix, probablement entre moltes altres espècies, com per exemple entre *Parablennius rouxi* (Foto 1) i *Gobius vittatus* (Foto 2), dues espècies mimetes que, malgrat pertànyer a famílies diferents presenten una coloració tan semblant que, si hom no s'hi fixa amb una certa atenció, es poden confondre molt fàcilment.

Fent un recull dels resultats obtinguts, hom pot dir que es poden tipificar dues grans associacions de peixos més o menys lligades a la fondària; es pot distingir doncs una associació, o comunitat superficial, formada per espècies nectobentòniques típiques com els làbrids *Thalassoma pavo*, *Symphodus roissali*, *Symphodus ocellatus*, els espàrids *Boops boops* i *Sarpa salpa* i el blènnid *Parablennius rouxi*, així com per les densitats més elevades d'espècies d'una distribució qualitativa més àmplia com són *Serranus scriba* i *Symphodus tinca*. A totes aquestes podria afegir-s'hi el sard comú, *Diplodus sargus*, present, però extraordinàriament escadusser, a poca fondària. La raresa d'aquesta espècie, força comuna en d'altres llocs, fins i tot a Cabrera, es pot atribuir a la falta de recer (grans caus o forats, normalment determinats per l'existència de blocs rocosos) dels fons soms estudiats. A la costa empordanesa, però, l'espècie és molt més abundant, fins i tot, en ambients similars. L'explicació podria ser tròfica, ja que en els penya-segats de la costa empordanesa hi ha riques muscleres que són altament cobejades pels sards. La inexistència de muscleres i de recer adequat a una fondària raonablement adient per l'espècie de ben segur que limiten severament l'abundància de sards en la zona superficial dels penya-segats cabrerencs. Una espècie molt similar, *Diplodus vulgaris*, presenta una distribució, que si bé és qualitativament àmplia, quantitativament és marcadament pregona; això és degut al fet que els caus que aprofita, i on es troba agregat en estols més o menys densos, estan determinats pels grans blocs rocosos que es troben en les estacions fondes. Aquesta espècie presenta, fins i tot a la costa catalana, una distribució més profunda que *Diplodus sargus*, i pot utilitzar, per tant, recers que es trobin a més fondària.

La comunitat íctica de fondària la caracteritzen espècies com *Anthias anthias* (l'única característica real del coral·ligen, segons HARMELIN, 1990), *Phycis phycis*, *Spicara smaris*, *Labrus bimaculatus*, *Symphodus doderleini*, *Symphodus melanocercus*, *Spondyliosoma cantharus*, i *Gobius vittatus*; així com per la major abundància de *Serranus cabrilla* i de *Diplodus vulgaris*.

El fet que el segon factor de l'anàlisi de components principals hagi separat les mostres d'una estació de l'altra, en principi de forma independent de la



Foto 1. *Parablennius rouxii* és un petit blènnid (bavosa) propi de les zones més superficials de l'Arxipèlag. (Fotografia d'Antoni Garcia-Rubies).

fondària, es pot atribuir a diferències del substrat, com poden ser la mida dels forats i a l'existència o no d'algues frondoses, que afavoririen les densitats d'algunes espècies en detriment d'altres. La frondositat algal, que hom podria denominar com a "rugositat secundària", podria tenir una certa importància, tant des d'un punt de vista tròfic, com pel que fa al recer o amagatall. En tot cas, aquesta només és una hipòtesi que hauria de ser sotmesa a un estudi més acurat. L'existència d'algues frondoses és, en el cas del reclutament d'alguns làbrids, un factor molt important, tal i com ho demostra LEVIN (1991) i com s'ha pogut veure a la costa empordanesa (obs. pers.).

La distribució batimètrica dels peixos de Cabrera sembla en un primer cop d'ull, més accentuada que no la observada a la costa empordanesa (GARCIA-RUBIES & ZABALA, 1990), on a poca fondària, hom troba una barreja d'espècies de distribució superficial i fonda. Aquest fet pot atribuir-se a dues causes. La primera és la inexistència, o a l'extrema raresa de caus o anfractuositats d'una certa entitat, és a dir, una rugositat molt baixa; aquest fet pot tenir molta importància ja que els peixos de distribució pregona podrien aprofitar aquests caus per a presentar-se a poca fondària, tal i com ho fan determinats organismes bentònics en els denominats "enclaus" d'unes comunitats en unes altres de més superficials (PÈRES & PICARD, 1964). La segona, poc treballada encara, respondria a una distribució batimètrica efectivament diferent en una zona o l'altra. Aquesta darrera possibilitat sembla confirmar-se, almenys en un cas, el qual té unes interessants repercussions eto-ecològiques. Es tracta del làbrid netejador *Symphodus*



Foto 2. *Gobius vittatus* és un petit gòbid (burret), extraordinàriament semblant a *Parablennius rouxii*, molt comú en els fons coral·lígens de tot l'Arxipèlag. (Fotografia d'Antoni Garcia-Rubies).

melanocercus. Aquesta espècie presenta una distribució profunda a Cabrera, i és rar de veure'l per sobre dels 25 - 30 m. Contràriament, a la costa empordanesa, es tracta d'una espècie bastant comuna a partir dels -5 m. Aquesta falta del peix netejador en un marge tan ampli de fondàries podria obligar a la resta d'espècies a efectuar peregrinacions periòdiques cap a cotes més fondes per ésser netejats. Això no obstant, les espècies són perfectament netejades a la fondària on es troben. *Thalassoma pavo*, especialment els exemplars joves, és el peix netejador a les aigües somes de Cabrera. Com sigui que aquesta espècie és molt escadussera a partir dels -15 a -20 m, i *Symphodus melanocercus* encara no hi és present, hom assisteix a una segona substitució, i en aquest cas és *Coris julis* el que agafa el relleu, fins a ser, ja definitivament substituït pel netejador per antonomàsia. A poca fondària, entre -5 i -10 m a l'Estell des Coll, també s'ha vist una tercera espècie, *Symphodus ocellatus*, exercir de netejador, com ja és normal que ho faci en ambients posidonícoles. Aquesta activitat netejadora desplaçada per un mínim de tres espècies en un marge de 45 metres, sembla voler dir que les pautes de distribució de *Symphodus melanocercus* a Cabrera i, possiblement a tot l'arxipèlag balear, són prou consistents i independents del tipus de substrat. Pel que fa als peixos que són netejats, per qualsevol de les tres espècies, no semblen fer cap tipus de distinció i segueixen les mateixes pautes de conducta sigui quin sigui el peix que els desparasiti.

Una altra qüestió que pot tenir importància, i més ara, després que Cabrera ha estat declarada Parc Nacional, és el grau d'explotació pesquera que pateixen les seves aigües. Malgrat que no s'ha fet encara cap estudi destinat a avaluar-ne els efectes, indirectament hom pot apreciar els efectes de l'activitat pesquera (comercial, esportiva de superfície o submarina). D'una banda cal ressaltar l'astoradora quantitat d'arts i ormeigs que es troben, sobretot als caps, tapissant els fons de l'arxipèlag. D'altra banda, hom nota l'escassetesa d'algunes espècies molt preuades, especialment dels exemplars de gran talla. L'exemple paradigmàtic pot ser l'anfós, *Epinephelus guaza* (Foto 3), dels qual se'n veuen molts exemplars, si



Foto 3. Els grans exemplars d'*Epinephelus guaza* (anfòs) són actualment (1992) rars a l'Arxipèlag de Cabrera. L'elevat nombre de juvenils observats a poca fondària arreu de l'Arxipèlag fa suposar una ràpida recuperació de l'espècie si es prenen mesures de protecció. (Fotografia d'Antoni Garcia-Rubies).

bé de petita talla, que a més es troben normalment a poca fondària; els grossos, contràriament, són escassos i es troben a profunditats importants. Aquest fet implica que, a diferència d'una gran part de la costa catalana, els meros, a les Balears, presenten un reclutament anual regular. La manca acusada d'exemplars grossos i mitjans implica que l'espècie està subjecta a una explotació continuada i intensa. Hom suposa que el nou *status* de protecció, junt amb el reclutament regular, de ben segur que permetran, en un futur pròxim, la ràpida recuperació de l'espècie, tal i com ha passat, per exemple, a les illes Medes, malgrat la manca de reclutament regular de l'espècie a la zona nord de la costa catalana. Quelcom similar passa amb d'altres espècies molt vulnerables, com el corball (*Sciaena umbra*), o l'escòrpora (*Scorpaena scrofa*). Si, com es preveu, les mesures de protecció són efectives, els resultats no tenen perquè ser diferents als obtinguts en d'altres reserves marines (BELL, 1983; GARCIA-RUBIES & ZABALA, 1990; FRANCOUR, 1991; CALLUM & POLUNIN, 1991), on s'ha apreciat un augment notable en la freqüència, l'abundància i la talla mitjana de la majoria de les espècies vulnerables a la pesca. En tot cas, es justifica plenament la realització d'estudis d'aquest tipus a fondàries intermitjtes (entre -10 i -25 m) i en fons més heterogenis. Un estudi seriós, complementant el present, ajudaria a determinar el punt 0, a partir del qual seria possible el control de l'evolució del poblament de peixos sota el nou règim de protecció endegat.

AGRAÏMENTS

Aquest estudi ha estat subvencionat pel projecte CAICYT PPB86-0641. La col·laboració d'Enric Ballesteros, Mikel Zabala i Xavier Turon en les campanyes de mostreig ha estat indispensable, així com l'ajuda logística proporcionada pel Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC) i el Govern Militar de Balears (destacament militar de Cabrera). En Jordi Corbera ha realitzat la confecció definitiva de les figures presentades.

BIBLIOGRAFIA

- BAUCHOT, M. L. & PRAS, M. 1982. *Guía de los peces de mar de España y Europa*. 432 pp. Omega. Barcelona.
- BELL, J. D. 1983. "Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the north-western Mediterranean sea". *J. Appl. Ecol.*, 20: 357-369.
- BOHNSACK, J.A. & BANNEROT, S.P. 1986. "A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes". *NOAA Technical Report NMFS*, 41: 1-15.
- BORI, C. 1984. "Ictiofauna bentònica i litoral de les illes Medes". In: Ros, J., Olivella, I. & Gili, J.M. (eds.) *Els sistemes naturals de les Illes Medes*. *Arx. Secc. Ciències*, 73: 601-617. IEC. Barcelona.
- CALLUM, M.R. & POLUNIN, N.V.C. 1991. "Are marine reserves effective in management of reef fisheries?" *Rev. Fish. Biol. and Fisheries*, 1: 65-91.
- DOHERTY, P. J. 1987. "The replenishment of populations of coral reef fishes, recruitment surveys and the problems of variability manifest on multiple scales". *Bull. Mar. Sci.*, 4(2): 411-422.
- FRANCOUR, P. 1991. "The effect of protection level on a coastal fish community at Scandola, Corsica". *Rev. Ecol (Terre Vie)*, 46: 65-81.
- GALZIN, R. 1986. "Structure of fish communities of French Polynesian coral reefs. I Spatial scales". *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 41: 129-136.
- GARCIA-RUBIES, A. (en preparació). *Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània Occidental: distribució, estacionalitat i efecte de les reserves en aquestes poblacions*. Tesi de Doctorat. Universitat de Barcelona.
- GARCIA-RUBIES, A. & ZABALA, M. 1990. "Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean)". *Sci. Mar.*, 54(4): 317-328.
- GARCIA-RUBIES, A. & GARRABOU, J. 1991. *Estudi quantitatiu i qualitatiu de la ictiofauna dels Ullastres*. Informe tècnic. Ajuntament de Palafrugell.
- GBRMPA 1978. *Great Barrier Reef Marine Park Authority Workshop on reef fish assessment and monitoring*, Workshop Series 1, Heron Island, Australia, 64 pp.
- GBRMPA 1979. *Great Barrier Reef Marine Park Authority Workshop on reef fish assessment and monitoring*, Workshop Series 2, Townsville, Australia, 60 pp.
- GALDFELTER, W.B., OGDEN, J.C. & GALDFELTER, E.H. 1980. "Similarity and diversity among patch reef fish communities: a comparison between tropical Western Atlantic (Virgin Islands) and tropical Central Pacific (Marshall Islands) patch reefs". *Ecology*, 61: 1.156-1.168.
- HARMELIN, J.G. 1987. "Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de Port-Cros, France)". *P.Z.N.I.: Marine Ecology*, 8(3): 263-284.

- HARMELIN, J. G. 1990. "Ichtyofaune des fonds rocheux de Méditerranée: Structure du peuplement du coralligène de l'île de Port-Cros (Parc national, France)". *Mesogée*, 50: 23-30.
- HARMELIN-VIVIEN, M. & HARMELIN, J.G. 1975. "Présentation d'une méthode d'évaluation visuelle *in situ* de la faune ichthyologique". *Trav. sci. Parc. nation. Port-Cros*, 1: 47-52.
- HARMELIN-VIVIEN, M., HARMELIN, J.G., CHAUVET, C., DUVAL, C., GALZIN, R., LEJEUNE, P., BARNABÉ, G., BLANC, F., CHEVALIER, R., DUCLERC, J. & LASERRE, G. 1985. "Evaluation des peuplements et populations des poissons. Méthodes et problèmes". *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 40: 467-539.
- KIMMEL, J.J. 1985. "A new species-time method for visual assessment of fishes and its comparison with established methods". *Env. Biol. Fish.*, 12(1): 23-32.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1982. *Ecologie numérique. I. Le traitement multiple des données écologiques*. 260 pp. Masson, Paris.
- LEVIN, P.S. 1991. "Effects of microhabitat on recruitment variation in a Gulf of Maine reef fish". *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 75: 183-189.
- LUCKHURST, B. & LUCKHURST, K. 1977. "Analysis of the influence of the substrate variables on coral reef fish communities". *Mar Biol.*, 49: 317-323.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. 971 pp. Ed. Omega, Barcelona.
- PÉRÈS, J.M. & PICARD, J. 1964. "Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée". *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 47(31): 5-137.
- SALE, P.F. & DOUGLAS, W.A. 1984. "Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reef and the relation of community structure to reef structure". *Ecology*, 65(2): 409-422.
- SHPIGEL, M. & FISHELSON, L. 1989. "Habitat partitioning between species of the genus *Cephalopholis* (Pisces: Serranidae) across the fringing reef of the gulf of Aqaba (Red Sea)". *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 58: 17-22.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1979. *Biometria*. 832 pp. Blume. Madrid.
- THOMPSON, M.J. & SCHMIDT, T.W. 1977. "Validation of the species/time random count technique sampling fish assemblages at Dry Tortugas". *Proceedings third International Coral Reef Symposium*: 283-288.