

Estat actual de les poblacions de peixos vulnerables a la pesca en  
els fons rocosos de la Reserva Marina del Migjorn (Sud de  
Mallorca). Juliol de 2003.



CENTRE D'ESTUDIS AVANÇATS DE BLANES

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

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

\*\* : Centre d'Estudis Avançats de Blanes – CSIC

## 1. INTRODUCCIÓ

El projecte “Life *Posidonia* 2000-2005” inclou entre els seus objectius el seguiment dels efectes de la protecció sobre les comunitats de peixos a la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca. Aquesta reserva, que va ser declarada per Ordre del conseller d’Agricultura i Pesca de 3 de maig de 2002 entre el cap Blanc i cala Figuera, fou posteriorment ampliada en el seu sector occidental, abastant aigües més profundes, en l’Ordre de 21 de maig de 2003. L’especificació de les modalitats i els períodes d’utilització dels ormeigs de pesca professional, recreativa i esportiva dins l’àmbit de la reserva marina, no s’establí fins la Resolució de 24 de maig de 2003.

El setembre de 2002 es realitzà la primera campanya del projecte, centrada en l’estudi de tota la comunitat de peixos i en la descripció dels llocs més adients per establir-hi una futura reserva integral (Garcia-Rubies i Coll, 2002). En aquest estudi es va fer palesa la forta localització dels hàbitats més adients per als peixos de roca així com la forta pressió pesquera exercida sobre les espècies més vulnerables a tota l’àrea.

En la segona campanya de camp, realitzada el juliol de 2003, s’estudià d’una forma més acurada l’estructura de les poblacions de peixos de roca amb interès pesquer. Donat el cas de la gran extensió de la reserva marina, amb 22332 Ha, i de la necessitat de censar els peixos a diferents escales espacials, l’estudi es centrà tan sols en la zona infralitoral superior, a on aquestes espècies són objecte principal de la pesca submarina i de la pesca recreativa, que es practica amb canya des de terra. Les regulacions que afecten aquestes modalitats de pesca són, per tant, les que més poden influir en l’estat de les poblacions de peixos en l’estrat estudiat.

Eliminado: ,

En aquest context, cal ressaltar també que l’estudi endegat tracta dels efectes de canvis en l’esforç i la selectivitat de pesca, i se separa, així, dels estudis més tradicionals, que normalment es realitzen sobre l’efecte de la prohibició total d’alguna o de totes les modalitats pesqueres possibles en una reserva marina. La precisió i l’esforç requerits en la presa de dades és, per tant, important, pensant *a priori* que els canvis que es produiran a la Reserva de Migjorn seran d’una magnitud inferior als observats fins ara a altres reserves amb una normativa molt més restrictiva.

A més, les dates en què es realitzà l’estudi (segona quinzena de juliol de 2003), tan sols dos mesos després de la Resolució sobre les modalitats i períodes de pesca, permeten considerar aquest estudi com una descripció de l’estat “zero” de les poblacions tractades, la qual cosa és necessària en qualsevol seguiment ecològic previ a un canvi de gestió.

Els canvis en l’estructura de les poblacions de moltes espècies considerades com a vulnerables han estat demostrats en nombroses ocasions quan s’han aplicat mesures de conservació efectives en diferents àrees marines protegides a la Mediterrània (Bell, 1983; Garcia-Rubies i Zabala, 1990; Francour, 1991; Harmelin *et al.*, 1995; Coll *et al.*, 1999; Jouvenel

i Pollard, 2001; Ballesteros *et al.*, 2003). Aquests canvis afecten a tota la comunitat de peixos i, per tant, a la biodiversitat de les zones protegides. En l'origen d'aquesta dinàmica hi ha bàsicament la reducció substancial –o absoluta– de la mortalitat deguda a la pesca. Tot i això, l'evolució de les poblacions protegides depèn de la interacció entre els efectes de la protecció i una sèrie de variables ambientals pròpies de cada zona. Aquesta resposta diferencial dels peixos en funció de l'hàbitat s'ha demostrat recentment en el seguiment de les reserves marines de Balears creades l'any 1999 (Ballesteros *et al.*, 2003; Garcia-Rubies i Coll, 2004 a,b); d'aquí prové la importància de descriure l'estat previ a la protecció; és a dir, no importa tant detectar la influència de les diferències ambientals entre zones, com la desigual evolució temporal de les poblacions sotmeses a una gestió diferent.

Les dades de base que es forneixen en el present estudi permetran descriure aquestes pautes de variació temporal i establir relacions causa-efecte adients per millorar la gestió de la reserva.

## 2. METODOLOGIA

### Presa de dades

La presa de dades s'ha basat en inventaris visuals fets en immersió amb escafandre autònom, sobre una sèrie de 162 transsectes de 50 x 5 m (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) distribuïts entre dues localitats a la Reserva Marina del Migjorn (Lluchmajor i Santanyí) i una localitat control situada a la costa d'Andratx (figura 1). El mètode de presa de dades, basat en els inventaris visuals, permet una avaluació qualitativa i quantitativa relativament ràpida de la ictiofauna d'una zona determinada, i la seva eficàcia en la caracterització i comparació de la ictiofauna litoral sobre substrat rocós a la Mediterrània, ha estat abastament comprovada (Bell, 1983; Harmelin, 1987; Garcia-Rubies i Zabala, 1990; Francour, 1991; entre molts d'altres). A més, l'exactitud dels censos millora considerablement quan el nombre d'espècies és reduït respecte tota la comunitat íctica (l'anomenat Discret Group Censusing segons Greene i Alevizon, 1989), tal com s'ha dut a terme aquí, només amb les espècies típiques dels fons rocosos que són més vulnerables a la pesca professional, a la pesca submarina i, parcialment, a la pesca recreativa amb diferents ormeigs. Així mateix, en no tractar-se d'un mètode de presa de dades destructiu, la seva aplicació és especialment adient en estudis relacionats amb les àrees marines protegides.

Sobre cadascun dels transsectes s'identificaren les espècies objectiu i se'n va estimar el nombre d'individus i llur talla. Es va procurar, en tot cas, que l'estima del nombre d'exemplars fos el més acurada possible. Si els peixos formaven bàndols densos es va atribuir 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 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 20 cm 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, ha estat demostrat que a partir d'inventaris visuals es podia obtenir una distribució de talles que no diferia significativament de la real, en peixos amb mides variables de fins a 38cm de longitud total (Macpherson *et al.*, 2000).

Les espècies vulnerables observades en els transsectes es varen poder agrupar dins les categories espacials 1, 3, 5 i 6 de les sis que varen ser definides per Harmelin (1987) i que, breument descrites, són les següents:

Categoria 1: peixos que es mouen en aigües lliures, generalment molt mòbils i de caràcter erràtic. Poden formar bancs i són d'activitat generalment diürna. Entre elles trobam: *Seriola dumerili* i *Sphyraena* spp.

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

Categoria 5: Peixos necto-bentònics mesòfags i carnívors, marcadament sedentaris, amb desplaçaments verticals i horitzontals poc importants. Els làbrids (*Labrus* spp.) i els serrànids (*Epinephelus* spp. i *Myxteroperca rubra*) en serien els representants més típics.

Categoria 6: Peixos necto-bentònics molt sedentaris amb desplaçaments verticals 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 o nocturna; en aquesta categoria hi entren espècies com el congre (*Conger conger*), la morena (*Muraena helena*), l'escorball (*Sciaena umbra*), els escorpènids o la mòllera de roca (*Phycis phycis*).

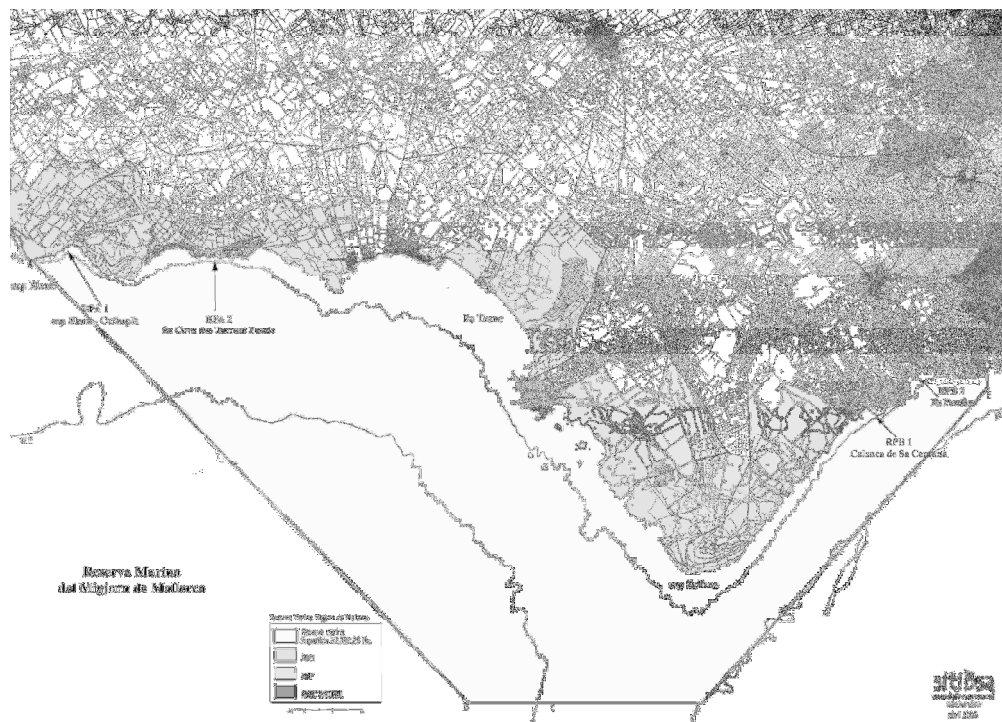
A més de les dades referents al poblament de peixos, sobre cada transsecte s'ha realitzat una caracterització de l'hàbitat en base als trets més rellevants del fons. Així s'ha registrat sempre la profunditat inicial, final i mitjana, i s'ha tipificat la natura física del substrat en base al tipus de recobriment. Aquest ha estat diferenciat en: roca homogènia; grans blocs ( $\emptyset > 2\text{m}$ ), blocs mitjans ( $1\text{m} < \emptyset < 2\text{m}$ ) i blocs petits ( $\emptyset < 1\text{m}$ ); el recobriment de sorra o grava, i el de *Posidonia oceanica*. Els recobriments de cada tipus de substrat s'han estimat en base als percentatges ocupats sobre la llargada total del transsecte, 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 escletxes ni anfractuositats aparents, ni importants variacions verticals; 2: relació entre ambdues longituds clarament superior a 1, amb variacions verticals poc importants (menors de 2m) i poques escletxes i anfractuositats; 3: relació entre longitud real i lineal clarament superior a 1,5, amb escletxes i anfractuositats d'una certa entitat, ocupant, al menys un 25% de la longitud total del transsecte i/o variacions verticals de més de 2m; 4: presència d'escletxes importants, ocupant més del 25% de la longitud del transsecte i/o pregoneres variacions verticals amb una relació entre la longitud real i la lineal propera o superant el 2. Finalment, a cada transsecte ha estat estimat el pendís del substrat en base a una escala establerta de l'1 al 4, essent: 1, un pendís 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.

Donat el cas que la fondària i la proximitat d'hàbitats adients per als peixos objecte d'estudi són factors importants que superen l'àmbit estricte dels transsectes, la descripció

d'aquests s'ha completat calculant el valor d'una nova variable, el gradient batimètric entre la fondària mitjana del transecte i la fondària assolida a 200 metres de la costa, en direcció perpendicular a ella. Aquest gradient s'ha expressat de forma senzilla com la diferència entre ambdós valors de fondària.

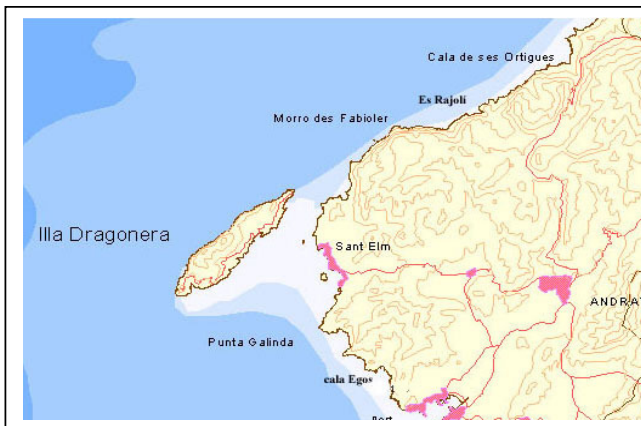
### Disseny del mostreig

El mostreig s'ha realitzat tenint en compte, d'una banda, l'estatus de protecció de la Reserva del Migjorn, i, de l'altra, una àrea comparable amb cap mesura especial de protecció, situada a la costa d'Andratx. A més a més, les grans dimensions de la Reserva del Migjorn obligaven a realitzar un mostreig més ampli que el que normalment s'ha realitzat a altres reserves. En aquest sentit, es va dividir la reserva marina en dues grans localitats: la costa de Lluchmajor i la costa de Santanyi. En cadascuna d'aquestes localitats (Andratx, Lluchmajor i Santanyi), separades per més de 30 Km, s'han estudiat dues zones que disten, com a mínim, 1000 metres una de l'altra, la qual cosa permet analitzar les variacions a una escala espacial de tipus mitjà (figures 1 i 2). Així mateix, en cada zona s'han establert tres llocs a l'atzar separats per una distància mínima de 100 metres, per tal de tenir una idea de les variacions espacials a petita escala. Finalment, en cadascun d'aquest llocs s'han realitzat tres transectes de 50 x5 m, situats a l'atzar i separats com a mínim 10 metres un de l'altre.



**Figura 1.** Mapa de la Reserva marina del Migjorn amb les zones de mostreig (RPA 1, RPA 2, RPB 1 i RPB 2).

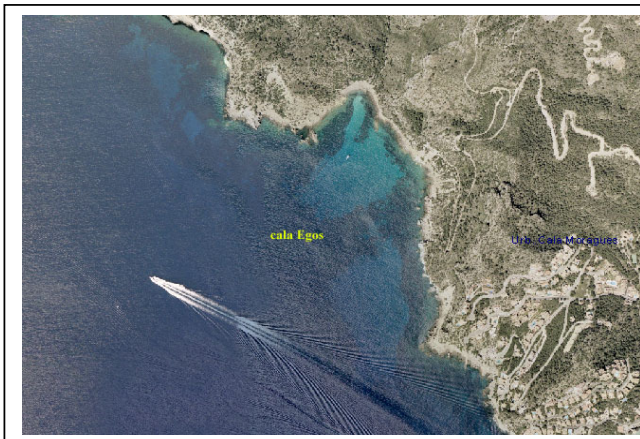
## Costa sud-oest de Mallorca



## Es Rajolí



## Cala Egos



**Figura 2.** Zones de mostreig a la costa d'Andratx (zona control): Es Rajolí i cala Egos.

Juntament amb la replicació espacial dels transectes s'han tingut en compte les petites variacions temporals que es puguin donar en la densitat de les espècies objecte d'estudi, que poden dependre de canvis en les condicions meteorològiques, l'estat de la mar, l'hora del dia, la presència de depredadors, etc. Aquest control de les variacions diàries ha estat suggerit en els manuals més tradicionals de censos visuals (Harmelin-Vivien et al., 1985) i és necessari per poder analitzar canvis en períodes de temps superiors (anys) (Underwood, 1997). Així, aquest factor s'ha incorporat al disseny de mostreig i cada zona ha estat censada en tres dies diferents entre el 18 i el 23 de juliol de 2003, en un rang horari que va de les 12:00 a les 16:00 hores. El nombre total de transectes realitzats és per tant de: 3 localitats (àrea protegida o reserva (R) i àrea no protegida o no reserva (NR) x 2 zones x 3 llocs x 3 transectes x 3 dies= 162 transectes.

Les diferències ambientals inherents a cada lloc es varen intentar bloquejar en la mesura que fou possible, és a dir, tots els transectes es varen realitzar a l'atzar, però en un rang de fondàries estret, d'entre 3 i 15 metres, i en fons predominantment rocós i amb un pendís suau. Com ja ha estat explicat, totes les variables ambientals associades als transectes varen ser anotades per ser tingudes en compte en el tractament posterior de les dades.

### **Tractament de les dades**

En primer lloc s'han caracteritzat les zones en base a l'estadística descriptiva de les variables ambientals. Pel que fa als peixos, s'ha calculat la freqüència d'aparició o ocurrència de cada espècie tant globalment com a cada zona. A més, s'ha calculat el nombre d'espècies vulnerables, la biomassa total i la densitat i biomassa per a cada espècie (Morey *et al.*, 2003).

Les possibles diferències entre la Reserva del Migjorn i la costa d'Andratx han estat comprovades mitjançant una anàlisi de la variància replicat a dues escales espacials; és a dir, un factor fix, anomenat "Protecció" (Ah), que recull les diferències entre localitats i es replica, espacialment, en "zones" i "llocs" (Bi i Cj), aleatoris i encaixats un en l'altre. Així cada rèplica o transecte ( $X_{hijk}$ ) es pot definir com la suma de la mitjana global ( $\mu$ ) de totes les rèpliques efectuades, més la variació creada per l'efecte protecció (Ah), la variació deguda a la zona  $i$  en la localitat  $h$   $Bi(h)$ , i la variació deguda al lloc  $j$  dins la zona  $i$ , inclosa en la localitat  $h$   $Cj(i(h))$ , més la variació entre  $k$  rèpliques dins un mateix lloc ( $\epsilon_{hijk}$ ). El model lineal queda, doncs:  $X_{hijk} = \mu + Ah + Bi(h) + Cj(i(h)) + \epsilon_{hijk}$ . Prèviament a l'anàlisi s'ha comprovat l'homogeneïtat de les variàncies (mitjançant el test de Cochran, Zar, 1984), l'absència de correlació entre mitjanes i desviacions típiques, i la normalitat de les dades. En el cas, freqüent, que no s'acomplissin aquests requeriments, les dades han estat transformades mitjançant l'arrel quadrada ( $x' = \sqrt{x}$ ) o logarítmicament ( $x' = \log(x+1)$ ). En qualsevol cas, les dades han estat



analitzades malgrat que no s'acomplissin totes aquestes condicions; si no s'ha pogut assolir l'homogeneïtat de les variàncies, l'anàlisi ha estat feta amb les dades originals, prenent-se la precaució d'elevat el nivell de significació fins a 0.01 (en lloc de l'habitual  $p < 0.05$ ) per tal d'evitar el risc de cometre un error de tipus I, és dir, de rebutjar com a falsa una hipòtesi nul·la vertadera (Underwood, 1997).

També s'ha analitzat l'estructura de talles de les espècies més freqüents i abundants (*Diplodus puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris*, *S. umbra* i *Epinephelus marginatus*). La talla és un bon indicador de fenòmens com el reclutament o el nivell d'explotació en el que es troba sotmesa una població. La comparació, a fi de tenir prou exemplars, s'ha fet entre les diferents localitats, elevat l'interval de classe de 2 a 4 cm quan apareixien individus amb una LT superior als 38 cm. Les diferències entre les freqüències per classe de talla s'han estudiat mitjançant el test de Kolmogorov-Smirnov (Sokal i Rohlf, 1979).

Finalment, s'ha estudiat la relació de les diferents variables ambientals amb una variable dependent que resumís l'estat del conjunt d'espècies vulnerables considerades com a més territorials (categories 3, 5 i 6). S'ha pres la distribució de la biomassa total d'aquestes espècies com a un indicador de l'estat dels recursos i de la potencialitat de cada zona, ja que aquesta variable integra els valors de densitat amb els pes particular de cada individu, exponencialment relacionat amb la seva talla. 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, 1979), fins arribar al punt en que 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, es 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 paramètrics per a l'aplicació de l'anàlisi. Totes les anàlisis han estat realitzades amb el programa estadístic Statistica 6.0.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Les zones de mostreig. Característiques ambientals

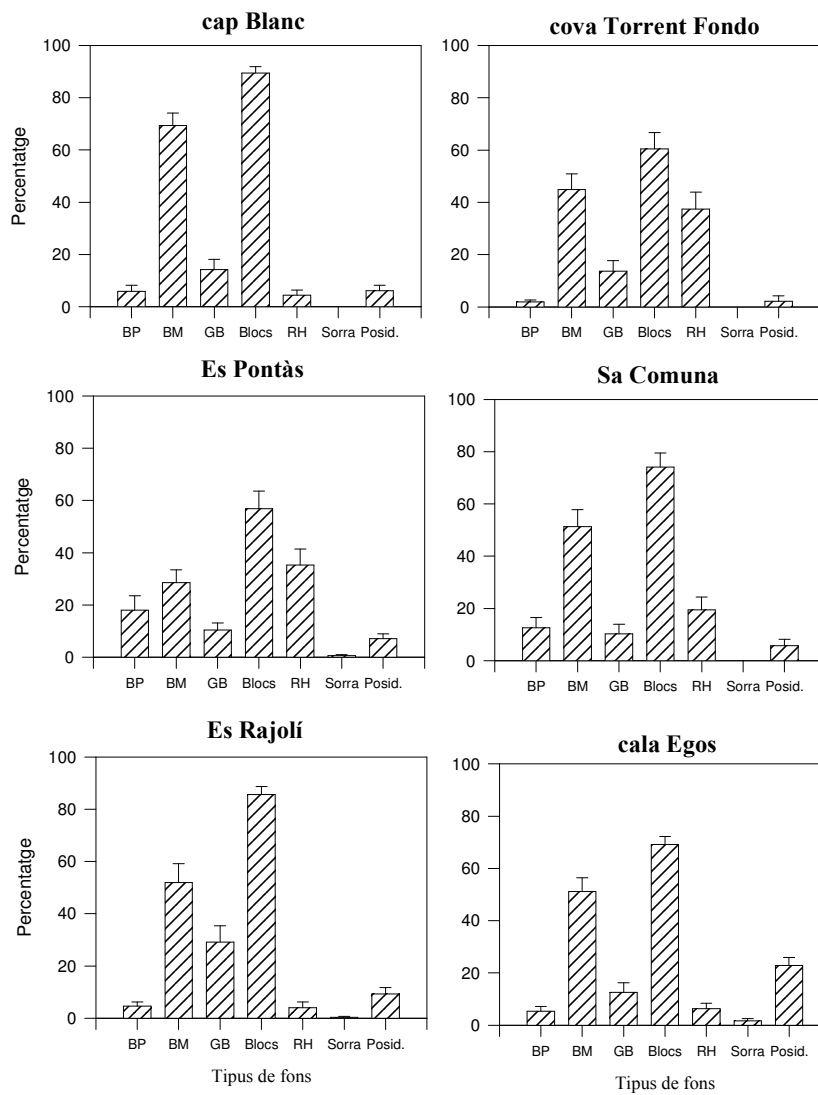
Malgrat les zones de mostreig es trien a l'atzar en cada gran localitat, la presa de dades es realitza sempre en uns marges de fondàries i tipus de fons rocós que restringeixen molt les possibles variacions d'hàbitat. Les dades obtingudes al Migjorn i a la costa d'Andratx reflecteixen aquesta homogeneïtat general entre les diferents zones.

Les variables independents del recobriment del transsecte presenten mitjanes força semblants. Les diferències de fondària se situen entre 1 i 2 m entre la majoria de zones, i en cap cas superen els 3 m. La rugositat presenta valors d'entre 2,5 i 3,1, que pot considerar-se una complexitat del fons com a mitjana-alta per a totes les zones. El pendís és molt homogeni, mentre que el gradient de profunditat és l'única variable que presenta certa diferenciació, concretament a la zona del cap Blanc, amb desnivells mitjans de 15 m entre el propi transsecte i la fondària a 200 metres de la costa (taula 1).

Taula 1. Valors mitjans i error estàndard per a diferents variables ambientals mesurades als transsectes de les quatre zones estudiades. Profunditat, Increment de profunditat, índexs de rugositat i de pendent.

	Cap Blanc	Torrent Fondo	Es Pontàs	Sa Comuna	Es Rajolí	Cala Egos
<b>Profunditat Mitjana</b>	9,9±0,3	9,7±0,5	7,9±0,2	8,8±0,3	10,7±0,5	7,8±0,5
<b>Increment de Profunditat</b>	15,1±0,3	8,3±0,5	7,1±0,2	11,2±0,3	7,3±0,5	7,2±0,5
<b>Rugositat</b>	3,1±0,1	2,5±0,1	2,7±0,1	2,7±0,1	3,1±0,5	2,7±0,1
<b>Pendís</b>	1,2±0,1	1,1±0,1	1,2±0,1	1,2±0,1	1,2±0,5	1,3±0,1

Pel que fa al tipus de fons, les dades de cobriment són també força homogènies. Els blocs rocósos són el substrat dominant a totes les zones, sempre amb percentatges superiors al 50% del transsecte (figura 3). El cap Blanc, Sa Calanca de Sa Comuna i Es Rajolí són les zones que presenten una major proporció de blocs, majoritàriament mitjans ( $1 < \varnothing < 2$ m). En aquest marc ambiental homogeni cal destacar el major recobriment de *P. oceanica* a Cala Egos (23%) i els majors percentatges de roca homogènia a Es Pontàs i a la Cova des Torrent Fondo (en torn al 35% en ambdós casos). El valor de rugositat mitjà-alt es manté en aquestes darreres zones malgrat el percentatge de roca desproveïda de blocs, la qual cosa s'explica per la presència freqüent d'esclatxes i petits extraploms.

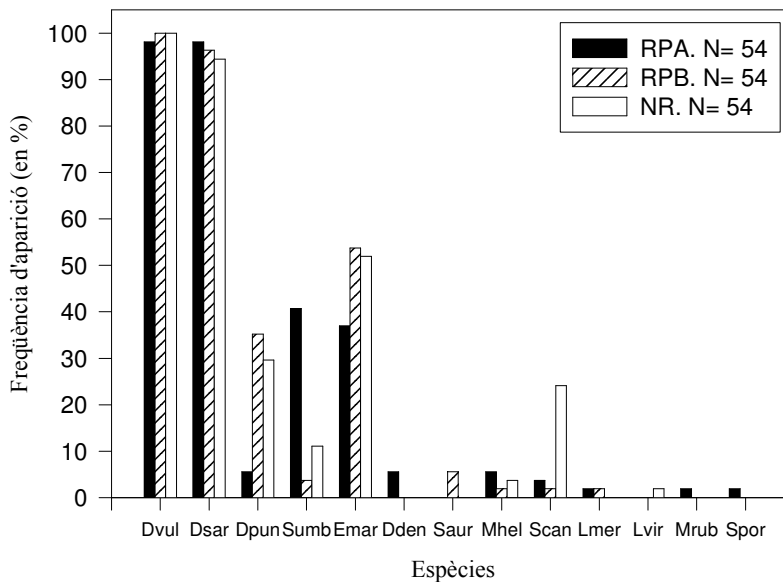


**Figura 3.** Composició percentual mitjana dels diferents tipus de substrat als transectes realitzats a les sis zones d'estudi. BP: blocs petits, B.M: blocs mitjans, B.G: blocs grossos, RH: roca homogènia, sorra i Posidònia.

### 3.2. Les espècies

S'han censat un total de 14 espècies, característiques de fons rocosos i d'un cert interès pesquer. 11 espècies s'han censat a la localitat de Lluchmajor i 9 a Santanyí, dins la reserva del Migjorn. A la zona control de la costa d'Andratx s'han censat 8 espècies vulnerables. Els espàrids *Diplodus sargus* i *Diplodus vulgaris* han aparegut a més del 90% dels transectes a les tres localitats, unes freqüències que són habituals a les zones rocoses sublitorals de Balears. La tercera espècie més comuna és l'anfós *Epinephelus marginatus* amb freqüències altes, que superen el 50% a Santanyí i a la costa d'Andratx, i lleugerament per sota del 40% dels transectes a la localitat de Lluchmajor. Altres espècies amb una presència remarcable són *Diplodus puntazzo* i *Sciaena umbra*, encara que ambdues presenten diferències entre les diferents localitats, tal com s'observa a la figura 4.

#### Espècies vulnerables observades



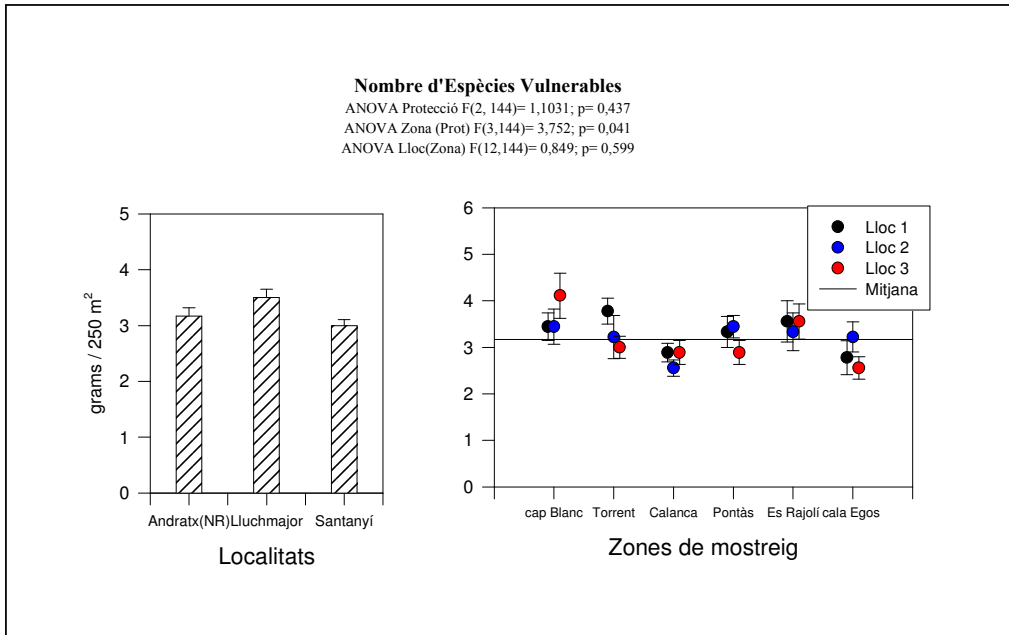
**Figura 4.** Freqüència relativa (en %) del nombre de presències per a cada espècie en els 162 transectes realitzats. **RPA:** Reserva –Lluchmajor; **RPB:** Reserva-Santanyí; **NR:** Control-costa d'Andratx

Taula 2. Presència de les diferents espècies a les tres localitats estudiades, amb 54 transsectes a cadascuna.

	Costa d'Andratx N= 54	Lluchmajor N= 54	Santanyí N= 54
<b>Categoria 1</b>			
<i>Sphyraena viridensis</i>	0	0	2
<i>Dentex dentex</i>	0	3	0
<b>Categoria 3</b>			
<i>Diplodus vulgaris</i>	54	53	54
<i>Diplodus sargus</i>	51	53	52
<i>Diplodus puntazzo</i>	16	30	19
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	13	2	1
<i>Sparus aurata</i>	0	0	3
<b>Categoria 5</b>			
<i>Epinephelus marginatus</i>	28	20	29
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	1	0
<i>Labrus merula</i>	0	1	1
<i>Labrus viridis</i>	1	0	0
<b>Categoria 6</b>			
<i>Sciaena umbra</i>	6	22	2
<i>Muraena helena</i>	2	3	1
<i>Scorpaena porcus</i>	0	1	0
<b>Total</b>	8	11	9

Les diferències en el nombre total d'espècies per localitat no són molt acusades (taula 2), i així es reflecteix també en el nombre mitjà d'espècies per transsecte, que se situa entre 3 i 3,5, i no presenta diferències significatives entre localitats (fig. 5 i taula 3). Amb tot, es pot parlar d'una alta homogeneïtat a tots els nivells espacials, ja que les diferències observades entre zones ( $p=0,041$ ; taula 3) no són significatives quan s'analitzen de forma aparellada dins cada localitat, segons les anàlisi *post hoc* realitzades.

La zona més rica en espècies és la del cap Blanc, amb una mitjana de  $3,7\pm 0,2$  per transsecte, i la més pobra, la zona de la Calanca de sa Comuna amb  $2,8\pm 0,1$  espècies; unes xifres que, globalment, es poden considerar clarament baixes.



**Figura 5.** Nombre mitjà d'espècies per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: localitat o protecció, zona i lloc.

Taula 3. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per al nombre mitjà d'espècies vulnerables. S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància. Estadística descriptiva per a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

	<b>S.Q</b>		<b>G.L</b>		<b>M.Q</b>		<b>F</b>		<b>p</b>	
<b>Protecció</b>	7,0		2		3,50		1,10		0,44	
<b>Zona(Prot)</b>	9,5		3		3,17		3,75		<b>0,04</b>	
<b>Lloc (Zona(Prot))</b>	10,1		12		0,85		0,85		0,60	
<b>Error</b>	143,3		144		1,00					
<b>Localitat /Zona</b>	<b>Lloc</b>	<b>N</b>	<b>Mitjana</b>	<b>DE</b>	<b>EE</b>	<b>LC Inf</b>	<b>LC Sup</b>			
Lluchmajor		54	3,5	1,1	0,2	3,2	3,8			
Santanyí		54	3,0	0,8	0,1	2,8	3,2			
Costa d'Andratx		54	3,2	1,1	0,2	2,9	3,5			
Lluchmajor – Cap Blanc		27	3,7	1,2	0,2	3,2	4,1			
Lluchmajor- Cova Torrent		27	3,3	1,0	0,2	2,9	3,7			
Santanyí- Sa Comuna		27	2,8	0,6	0,1	2,5	3,0			
Santanyí – Es Pontàs		27	3,2	0,8	0,2	2,9	3,6			
Andratx – Es Rajolí		27	3,5	1,2	0,2	3,0	4,0			
Andratx – cala Egos		27	2,9	0,9	0,2	2,5	3,2			
Cap Blanc	1	9	3,4	0,9	0,3	2,8	4,1			
Cap Blanc	2	9	3,4	1,1	0,4	2,6	4,3			
Cap Blanc	3	9	4,1	1,5	0,5	3,0	5,2			
Cova Torrent Fondo	1	9	3,8	0,8	0,3	3,1	4,4			
Cova Torrent Fondo	2	9	3,2	1,4	0,5	2,2	4,3			
Cova Torrent Fondo	3	9	3,0	0,7	0,2	2,5	3,5			
Calanca de Sa Comuna	1	9	2,9	0,6	0,2	2,4	3,4			
Calanca de Sa Comuna	2	9	2,6	0,5	0,2	2,2	3,0			
Calanca de Sa Comuna	3	9	2,9	0,8	0,3	2,3	3,5			
Es Pontàs	1	9	3,3	1,0	0,3	2,6	4,1			
Es Pontàs	2	9	3,4	0,7	0,2	2,9	4,0			
Es Pontàs	3	9	2,9	0,8	0,3	2,3	3,5			
Es Rajolí	1	9	3,6	1,3	0,4	2,5	4,6			
Es Rajolí	2	9	3,3	1,2	0,4	2,4	4,3			
Es Rajolí	3	9	3,6	1,1	0,4	2,7	4,4			
Cala Egos	1	9	2,8	1,1	0,4	1,9	3,6			
Cala Egos	2	9	3,2	1,0	0,3	2,5	4,0			
Cala Egos	3	9	2,6	0,7	0,2	2,0	3,1			

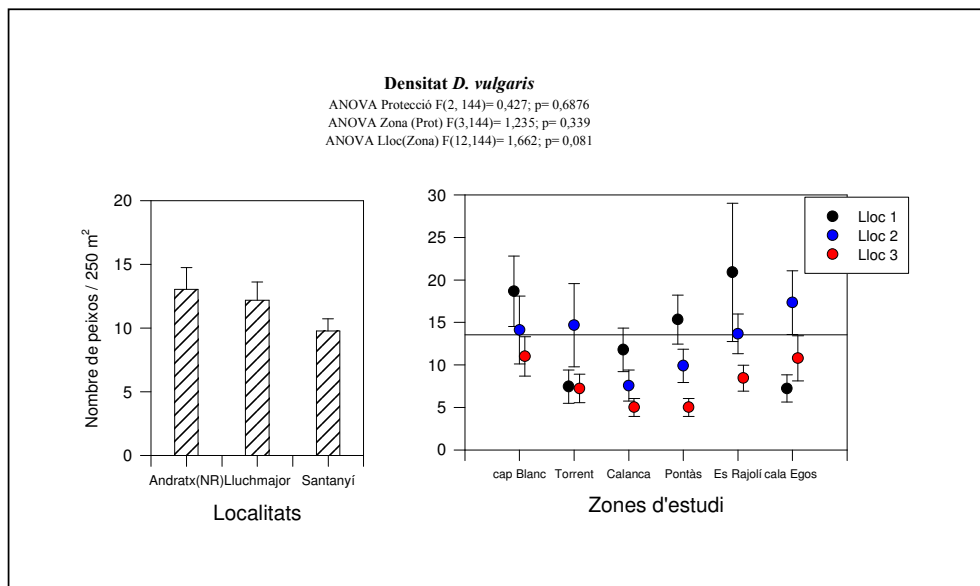
### 3.3. Les espècies més freqüents i abundants

#### 3.3.1. La variada. *Diplodus vulgaris*

#### Densitat. Efecte de la protecció i de l'escala espacial

La densitat de *D. vulgaris* ha estat molt semblant a les 3 localitats estudiades, amb mitjanes d'entre 10 i 13 individus per transecte, així com a les diferents zones i llocs dins cada localitat. Aquests resultats es poden considerar molt robusts, estadísticament parlant, doncs la homogeneïtat de la variància dins cada escala espacial ha estat elevada un cop s'han transformat les dades logarítmicament (Crochan test;  $p > 0,6$ ;  $p > 0,8$  i  $p > 0,1$  per als nivells respectius de localitat, zona i lloc).

Les densitats més elevades s'han observat a la costa d'Andratx, concretament al lloc 1 d'Es Rajolí, amb una mitjana de 21 individus per transecte i uns amplis marges de confiança, com n'és típic de totes les espècies que habitualment formen moles. A Santanyi és a on s'han trobat les densitats més baixes, concretament al lloc 3 de Sa Calanca de Sa Comuna i d'Es Pontàs (figura 6 i taula 4).



**Figura 6.** Densitats mitjanes de *D. vulgaris* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: localitat o protecció, zona i lloc (dades transformades segons  $\log(x+1)$ )



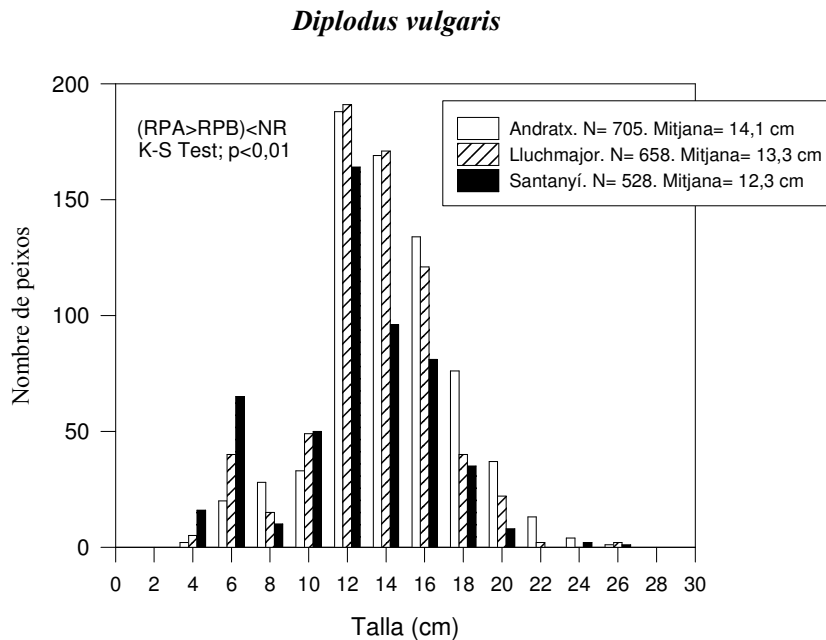
Taula 4. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la densitat mitjana de *D. vulgaris* (transformació  $\log(x+1)$ ). S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància. Estadística descriptiva per a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transsectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

	S.Q	G.L	M.Q	F	p		
<b>Protecció</b>	0,261	2	0,130	0,635	0,589		
<b>Zona(Prot)</b>	0,616	3	0,205	0,824	0,505		
<b>Lloc (Zona(Prot))</b>	2,988	12	0,249	1,867	<b>0,043</b>		
<b>Error</b>	19,065	143	0,133				
<b>Localitat /Zona</b>	<b>Lloc</b>	<b>N</b>	<b>Mitjana</b>	<b>DE</b>	<b>EE</b>	<b>LC Inf</b>	<b>LC Sup</b>
Lluchmajor		54	12,2	10,5	1,4	9,3	15,1
Santanyí		54	9,8	6,9	0,9	7,9	11,7
Costa d'Andratx		54	13,1	12,5	1,7	9,6	16,5
Lluchmajor – Cap Blanc		27	14,6	10,8	2,1	10,3	18,9
Lluchmajor- Cova Torrent		27	9,8	9,9	1,9	5,9	13,7
Santanyí- Sa Comuna		27	9,5	6,5	1,2	6,9	12,0
Santanyí – Es Pontàs		27	10,1	7,4	1,4	7,1	13,0
Andratx – Es Rajolí		27	14,3	15,2	2,9	8,3	20,4
Andratx – cala Egos		27	11,8	9,2	1,8	8,2	15,4
Cap Blanc	1	9	18,7	12,5	4,2	9,1	28,2
Cap Blanc	2	9	14,1	11,9	4,0	4,9	23,3
Cap Blanc	3	9	11,0	7,0	2,3	5,6	16,4
Cova Torrent Fondo	1	9	7,4	5,9	2,0	2,9	12,0
Cova Torrent Fondo	2	9	14,7	14,7	4,9	3,4	26,0
Cova Torrent Fondo	3	9	7,2	5,1	1,7	3,3	11,1
Calanca de Sa Comuna	1	9	11,8	7,7	2,6	5,9	17,7
Calanca de Sa Comuna	2	9	7,6	5,5	1,8	3,3	11,8
Calanca de Sa Comuna	3	9	9,1	6,0	2,0	4,5	13,7
Es Pontàs	1	9	15,3	8,7	2,9	8,7	22,0
Es Pontàs	2	9	9,9	5,9	2,0	5,4	14,4
Es Pontàs	3	9	5,0	3,2	1,1	2,6	7,4
Es Rajolí	1	9	20,9	24,4	8,1	2,2	39,6
Es Rajolí	2	9	13,7	7,0	2,3	8,3	19,1
Es Rajolí	3	9	8,4	4,6	1,5	4,9	11,9
Cala Egos	1	9	7,2	4,8	1,6	3,5	10,9
Cala Egos	2	9	17,3	11,3	3,8	8,7	26,0
Cala Egos	3	9	10,8	7,9	2,6	4,7	16,9

## Distribució de talles

A més d'haver-hi, en termes absoluts, més peixos, a la costa d'Andratx les variades també són més grosses que a la Reserva del Migjorn (figura 7). Aquestes diferències tenen un origen doble: d'una banda, les freqüències de talla superior a 14 cm són majors a la costa d'Andratx, i de l'altra, les freqüències d'individus petits, inferiors a 12 cm, són superiors a la Reserva del Migjorn. D'això se'n deriva que la Reserva de Migjorn és una millor àrea de reclutament i que, a més a més, probablement, la pressió de pesca és major que a la costa d'Andratx.

La talla més petita que s'ha observat ha estat la de 4 cm, que es correspon amb individus reclutats entre finals de l'hivern i inicis de primavera, mentre que els peixos més grossos no han sobrepassat els 26 cm a cap localitat.

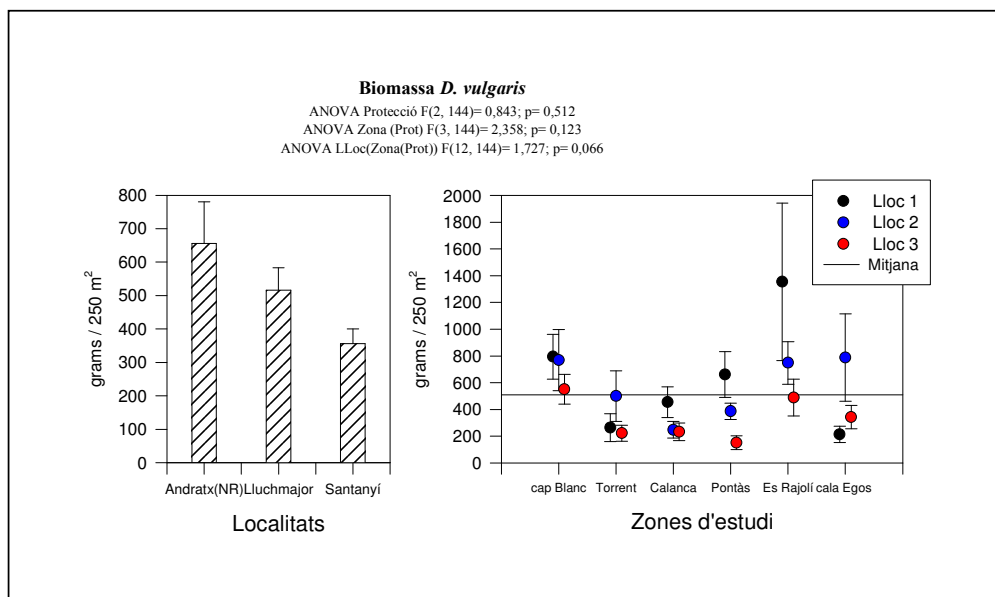


**Figura 7.** Distribució de freqüències de talla per a l'espècie *D. vulgaris* a la costa d'Andratx (NR) i a les dues localitats de la reserva del Migjorn: Lluçmajor (RPA) i Santanyí (RPB).

## Biomassa. Efecte de la protecció i de l'escala espacial

Els resultats són molt similars als obtinguts per a la densitat. Sense haver-hi diferències significatives entre les mitjanes, les variacions a petita escala espacial són les més pronunciades; aquest és el cas del lloc 1 d'Es Rajolí i d'Es Pontàs, i del lloc 2 de Cala Egos (figura 8). Al Rajolí s'ha observat la major biomassa mitjana, propera als 1400 g/250m<sup>2</sup>, mentre que les més baixes s'han observat als llocs 3 i 1 d'Es Pontàs i de Cala Egos, respectivament, amb valors d'entre 150 i 200 g/250m<sup>2</sup>. En la Reserva del Migjorn, la zona del cap Blanc és la que major biomassa presenta, amb una mitjana de 701 g/250 m<sup>2</sup>.

La biomassa mitjana total, entre tots els llocs, zones i localitats se situa en torn dels 500 g/250 m<sup>2</sup>.



**Figura 8.** Biomassa mitjana de *D. vulgaris* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

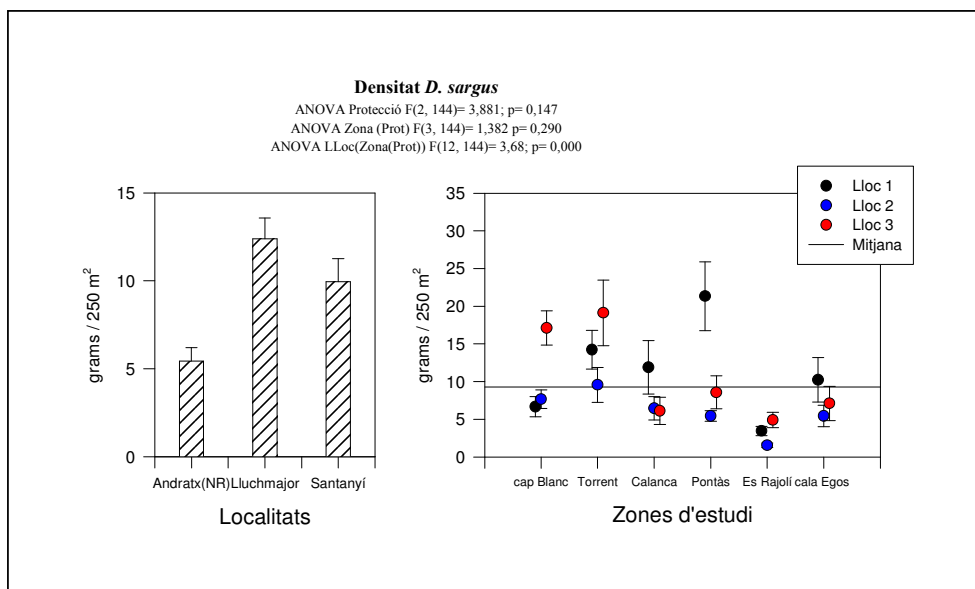
Taula 5. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la biomassa mitjana de *D. vulgaris*. S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància. Estadística descriptiva per a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

	S.Q	G.L	M.Q	F	p		
<b>Protecció</b>	2437972	2	1218986	0,843	0,512		
<b>Zona(Prot)</b>	4336945	3	1445648	2,358	0,123		
<b>Lloc (Zona(Prot))</b>	7355311	12	612943	1,727	<b>0,066</b>		
<b>Error</b>	14144,71	144	354789				
<b>Localitat /Zona</b>	<b>Lloc</b>	<b>N</b>	<b>Mitjana</b>	<b>DE</b>	<b>EE</b>	<b>LC Inf</b>	<b>LC Sup</b>
Lluchmajor		54	516,4	493,7	67,2	381,6	651,2
Santanyí		54	355,8	326,2	44,4	266,8	444,9
Costa d'Andratx		54	656,1	913,5	124,3	406,8	905,4
Lluchmajor – Cap Blanc		27	704,1	519,2	99,9	498,8	909,5
Lluchmajor- Cova Torrent		27	328,7	392,6	75,5	173,4	484,0
Santanyí- Sa Comuna		27	311,8	263,5	50,7	207,6	416,0
Santanyí – Es Pontàs		27	399,9	378,8	72,9	250,0	549,7
Andratx – Es Rajolí		27	863,8	1105,0	212,7	426,6	1300,9
Andratx – cala Egos		27	448,4	624,8	120,2	201,3	695,6
Cap Blanc	1	9	794,2	502,5	167,5	407,9	1180,4
Cap Blanc	2	9	768,1	686,4	228,8	240,5	1295,8
Cap Blanc	3	9	550,2	334,7	111,6	292,9	807,4
Cova Torrent Fondo	1	9	263,9	314,5	104,8	22,1	505,6
Cova Torrent Fondo	2	9	499,5	564,7	188,2	65,4	933,6
Cova Torrent Fondo	3	9	222,6	181,0	60,3	83,5	361,8
Calanca de Sa Comuna	1	9	454,8	343,8	114,6	190,5	719,1
Calanca de Sa Comuna	2	9	247,5	186,6	62,2	104,1	390,9
Calanca de Sa Comuna	3	9	233,1	194,8	64,9	83,4	382,8
Es Pontàs	1	9	661,5	512,3	170,8	267,7	1055,3
Es Pontàs	2	9	386,7	182,7	60,9	246,3	527,2
Es Pontàs	3	9	151,4	154,4	51,5	32,8	270,1
Es Rajolí	1	9	1354,2	1768,3	589,4	-5,1	2713,4
Es Rajolí	2	9	748,0	477,7	159,2	380,8	1115,2
Es Rajolí	3	9	489,1	411,8	137,3	172,6	805,7
Cala Egos	1	9	214,0	186,1	62,0	71,0	357,0
Cala Egos	2	9	788,0	980,3	326,8	34,5	1541,5
Cala Egos	3	9	343,2	262,7	87,6	141,3	545,1

### 3.3.2. El sard. *Diplodus sargus*

#### Densitat. Efecte de la protecció i de l'escala espacial

La densitat mitjana de sards és superior a la Reserva del Migjorn respecte la zona control de la costa d'Andratx (figura 9) encara que les fortes variacions que es produeixen a petita escala dins cada localitat impedeixen la significació estadística quan es comparen les escales espacials majors (localitat i zona). També és cert que aquestes diferències a petita escala es donen de manera molt més pronunciada, i gairebé exclusiva, a la Reserva de Migjorn. El lloc 3 de les dues zones estudiades a Lluçmajor i el lloc 1 d'Es Pontàs presenten densitats elevades, d'en torn els 20 individus per transsecte, significativament superiors a la resta (figura 8 i taula 6). Els valors mitjans més baixos s'han observat a n'Es Rajolí, amb una mitjana de tan sols 3,3 individus per transsecte (taula 6).



**Figura 9.** Densitats mitjanes de *D. sargus* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

Taula 6. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la densitat mitjana de *D. sargus* ( $\log(x+1)$ ). S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància. Estadística descriptiva per a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

	S.Q	G.L	M.Q	F	p
<b>Protecció</b>	3,289	2	1,644	3,882	0,147
<b>Zona(Prot)</b>	1,271	3	0,424	1,382	0,296
<b>Lloc (Zona(Prot))</b>	3,678	12	0,306	3,685	<b>0,000</b>
<b>Error</b>	11,975	144	0,083		

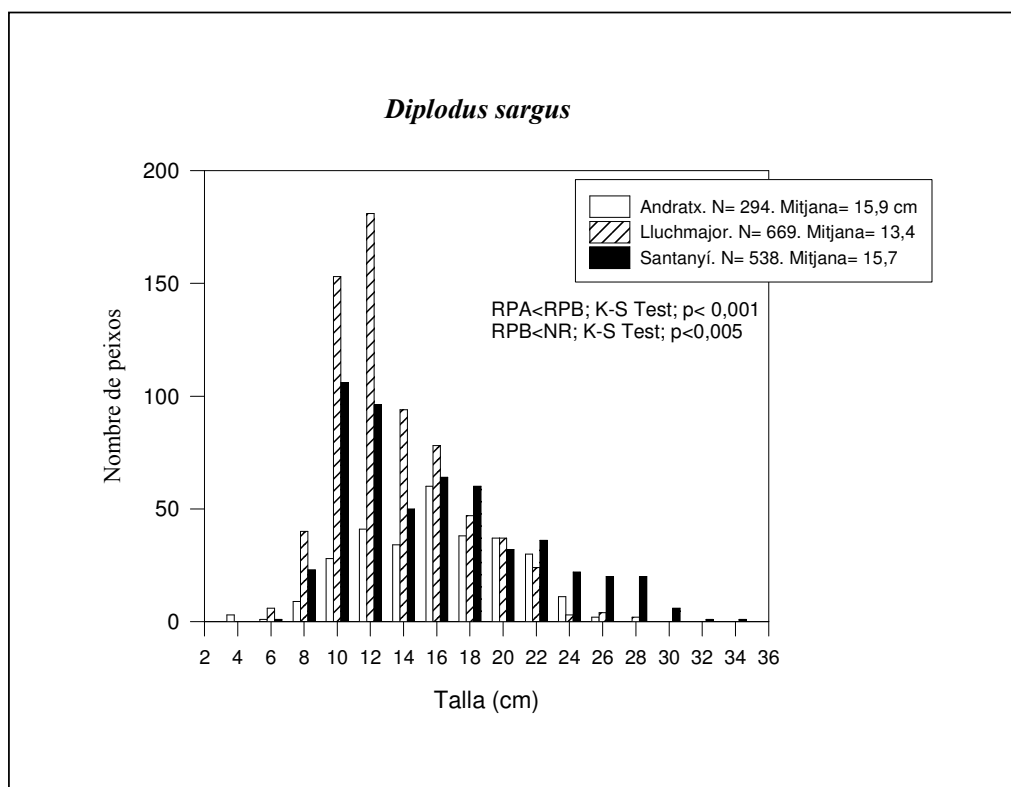
  

Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Lluchmajor		54	12,4	8,7	1,2	10,0	14,8
Santanyí		54	10,0	9,6	1,3	7,4	12,6
Costa d'Andratx		54	5,4	5,6	0,8	3,9	7,0
Lluchmajor – Cap Blanc		27	10,5	6,8	1,3	7,8	13,2
Lluchmajor- Cova Torrent		27	14,3	10,1	1,9	10,3	18,3
Santanyí- Sa Comuna		27	8,1	7,6	1,5	5,1	11,2
Santanyí – Es Pontàs		27	11,8	11,0	2,1	7,4	16,1
Andratx – Es Rajolí		27	3,3	2,5	0,5	2,3	4,3
Andratx – cala Egos		27	7,6	6,9	1,3	4,9	10,3
Cap Blanc	1	9	6,7	4,0	1,3	3,6	9,7
Cap Blanc	2	9	7,7	3,7	1,2	4,8	10,5
Cap Blanc	3	9	17,1	6,8	2,3	11,9	22,3
Cova Torrent Fondo	1	9	14,2	7,7	2,6	8,3	20,1
Cova Torrent Fondo	2	9	9,6	6,9	2,3	4,2	14,9
Cova Torrent Fondo	3	9	19,1	13,0	4,3	9,1	29,1
Calanca de Sa Comuna	1	9	11,9	10,7	3,6	3,7	20,1
Calanca de Sa Comuna	2	9	6,4	4,7	1,6	2,9	10,0
Calanca de Sa Comuna	3	9	6,1	5,4	1,8	2,0	10,2
Es Pontàs	1	9	21,3	13,7	4,6	10,8	31,9
Es Pontàs	2	9	5,4	2,1	0,7	3,8	7,1
Es Pontàs	3	9	8,6	6,6	2,2	3,5	13,6
Es Rajolí	1	9	3,4	1,9	0,6	2,0	4,9
Es Rajolí	2	9	1,6	0,9	0,3	0,9	2,2
Es Rajolí	3	9	4,9	3,1	1,0	2,5	7,2
Cala Egos	1	9	10,2	8,8	2,9	3,4	17,0
Cala Egos	2	9	5,4	4,2	1,4	2,2	8,7
Cala Egos	3	9	7,1	6,8	2,3	1,9	12,4

## Distribució de talles

A la Reserva del Migjorn estan més ben representades gairebé totes les classes de talla que no a la costa d'Andratx. Les abundàncies totals són superiors al Migjorn, amb 669 individus a Lluchmajor i 538 a Santanyí, per tan sols 294 a Andratx. A Lluchmajor això es reflecteix especialment en les classes petites, ja que els peixos de l'any (<14 cm (Gordoa i Molí, 1997)) representen el 57% del total, mentre que a la costa d'Andratx aquest percentatge és tan sols del 28% (figura 10). A la costa de Santanyí es troben millor representades tant les classes petites com les grosses, dominant les primeres amb un 42% de la població. La classe de talla modal i mitjana és lleugerament superior a Andratx (16 cm), corresponent a peixos d'una edat estimada de 16 mesos (Gordoa i Molí, 1997) (figura 10).

El test de Kolmogorov-Smirnov certifica la significància estadística d'aquestes diferències amb una probabilitat prou baixa d'error ( $p < 0,005$ ).

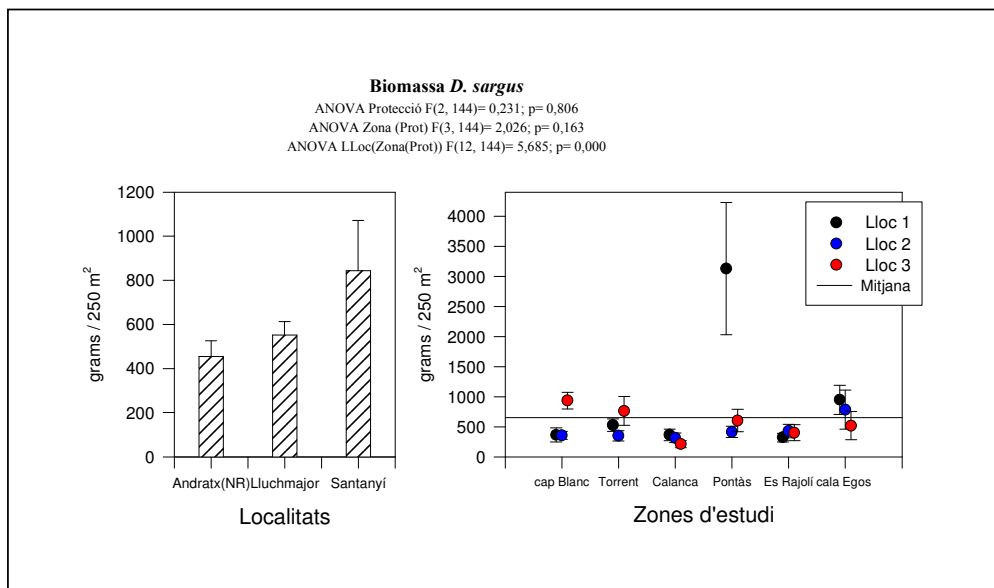


**Figura 10.** Distribució de freqüències de talla per a l'espècie *D. sargus* a la costa d'Andratx (NR) i a les dues localitats de la reserva del Migjorn: Lluchmajor (RPA) i Santanyí (RPB).

## Biomassa. Efecte de la protecció i de l'escala espacial

La biomassa mitjana de *D. sargus* és, a grans trets, molt homogènia entre les diferents zones i localitats, tal com indica l'anàlisi de la variància (figura 11 i taula 7). El valor mitjà global, al voltant dels 600 g/250 m<sup>2</sup>, tan sols es diferencia significativament al lloc 1 d'Es Pontàs, a Santanyí, amb una mitjana de 3132,7 g/250 m<sup>2</sup>. Aquest lloc és freqüentat per moles de sards integrades per nombrosos exemplars de bona mida (24-30 cm), que es desplacen entre els esculls de cala Santanyí i la continuació rocosa d'Es Pontàs a més de 10 m de fondària. Aquestes moles han estat observades també a altres èpoques de l'any en el mateix lloc (hivern, obs.pers), de la qual cosa se'n pot deduir una certa fidelitat espacial a petita escala.

En síntesi, es pot dir que el lloc 1 d'Es Pontàs presenta una biomassa de sards molt superior a la resta de llocs i zones estudiades, però que cap de les localitats de la Reserva del Migjorn es diferencia estadísticament de la zona control d'Andratx.



**Figura 11.** Biomassa mitjana de *D. sargus* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.



Taula 7. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la biomassa mitjana de *D. sargus* (transformació de  $x^{1/2}$ ). S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància. Estadística descriptiva per a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transsectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

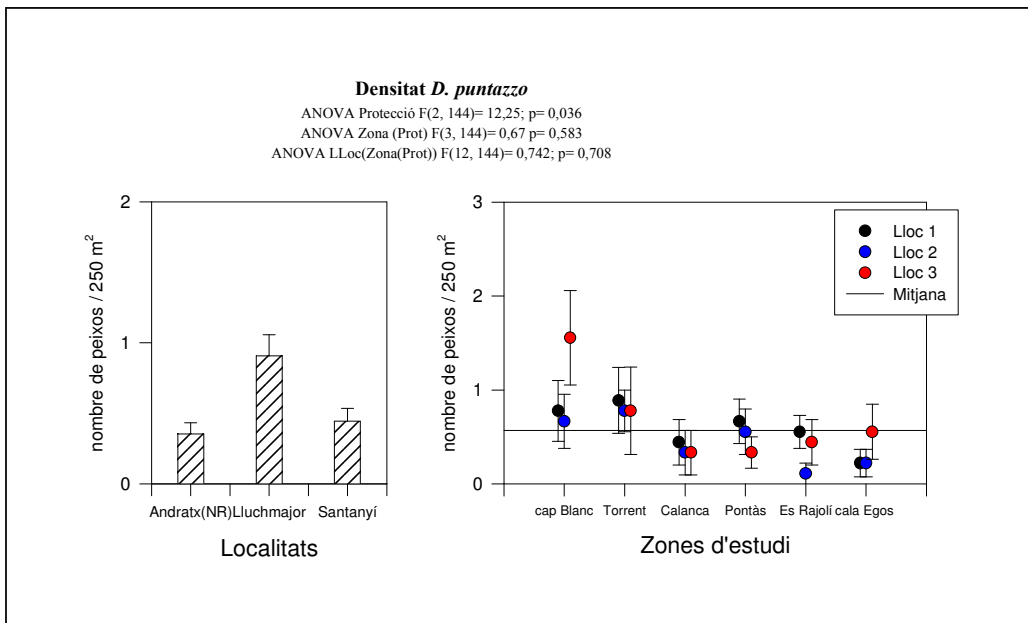
	<b>S.Q</b>	<b>G.L</b>	<b>M.Q</b>	<b>F</b>	<b>p</b>		
<b>Protecció</b>	591,82	2	295,909	0,231	0,807		
<b>Zona(Prot)</b>	3840,49	3	1280,163	2,027	0,164		
<b>Lloc (Zona(Prot))</b>	7579,91	12	631,659	5,685	<b>0,000</b>		
<b>Error</b>	15999,68	144	111,109				
<b>Localitat /Zona</b>	<b>Lloc</b>	<b>N</b>	<b>Mitjana</b>	<b>DE</b>	<b>EE</b>	<b>LC Inf</b>	<b>LC Sup</b>
Lluchmajor		54	552,2	454,0	61,8	428,3	676,1
Santanyí		54	843,1	1676,4	228,1	385,5	1300,6
Costa d'Andratx		54	455,4	521,1	70,9	313,2	597,7
Lluchmajor – Cap Blanc		27	554,9	425,3	81,8	386,7	723,1
Lluchmajor- Cova Torrent		27	549,5	489,2	94,1	356,0	743,0
Santanyí- Sa Comuna		27	300,7	240,5	46,3	205,5	395,8
Santanyí – Es Pontàs		27	1385,5	2249,4	432,9	495,7	2275,3
Andratx – Es Rajolí		27	275,5	289,3	55,7	161,1	390,0
Andratx – cala Egos		27	635,4	634,5	122,1	384,4	886,3
Cap Blanc	1	9	366,5	351,9	117,3	96,1	637,0
Cap Blanc	2	9	359,2	203,9	68,0	202,4	515,9
Cap Blanc	3	9	939,0	416,4	138,8	618,9	1259,1
Cova Torrent Fondo	1	9	530,4	313,8	104,6	289,2	771,6
Cova Torrent Fondo	2	9	353,2	260,9	87,0	152,6	553,7
Cova Torrent Fondo	3	9	765,0	717,8	239,3	213,2	1316,7
Calanca de Sa Comuna	1	9	369,1	289,8	96,6	146,3	591,8
Calanca de Sa Comuna	2	9	318,3	243,9	81,3	130,9	505,8
Calanca de Sa Comuna	3	9	214,6	174,7	58,2	80,3	348,9
Es Pontàs	1	9	3132,7	3299,3	1099,8	596,6	5668,7
Es Pontàs	2	9	417,6	275,6	91,9	205,8	629,5
Es Pontàs	3	9	606,2	558,3	186,1	177,0	1035,4
Es Rajolí	1	9	324,7	214,3	71,4	159,9	489,4
Es Rajolí	2	9	97,6	57,1	19,0	53,7	141,5
Es Rajolí	3	9	404,4	407,2	135,7	91,4	717,4
Cala Egos	1	9	952,1	726,6	242,2	393,6	1510,6
Cala Egos	2	9	432,2	331,2	110,4	177,6	686,8
Cala Egos	3	9	521,7	704,9	235,0	-20,1	1063,5

### 3.3.3. La morruda. *Diplodus puntazzo*

#### Efecte de la protecció i de l'escala espacial

La densitat mitjana de *D. puntazzo* a la localitat protegida de Lluchmajor (0,9 peixos /250 m<sup>2</sup>) ha estat significativament superior a la de les altres dues localitats (0,4 peixos /250 m<sup>2</sup>). Aquesta major densitat mitjana és homogènia a tots els llocs estudiats, tant del cap Blanc com de la Cova des Torrent Fondo, i sempre es troba per sobre de la mitjana global (figura 12).

Les distribucions de talla no difereixen entre localitats, per la qual cosa pot desestimar-se que hi hagi un reclutament desigual en el gradient espacial de densitat. A la costa d'Andratx i a Santanyí apareixen alguns exemplars grossos (>28 cm) (figura 13) i llur pes acumulat compensa la biomassa assolida a Lluchmajor deguda a la major densitat de peixos. Aquest fet produeix que no hi hagi diferències significatives entre les biomasses mitjanes dels diferents nivells espacials estudiats (figura 14 i taula 9).

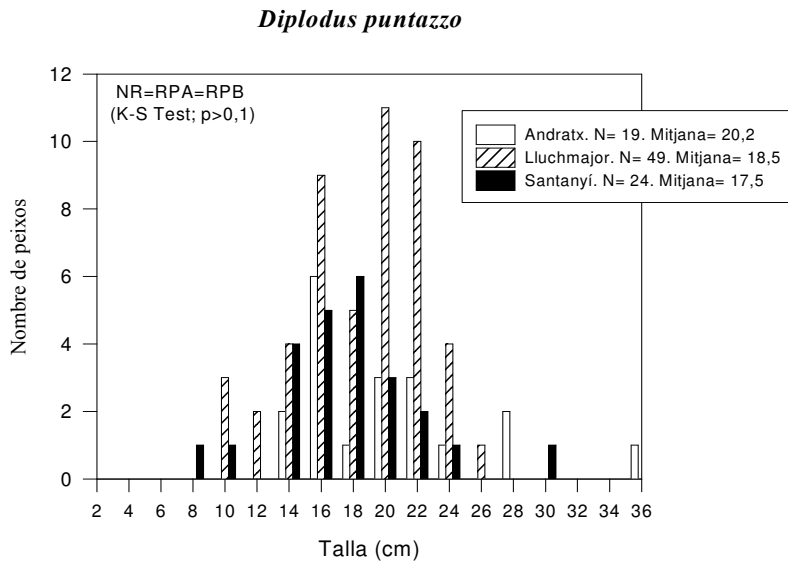


**Figura 12.** Densitats mitjanes de *D. puntazzo* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

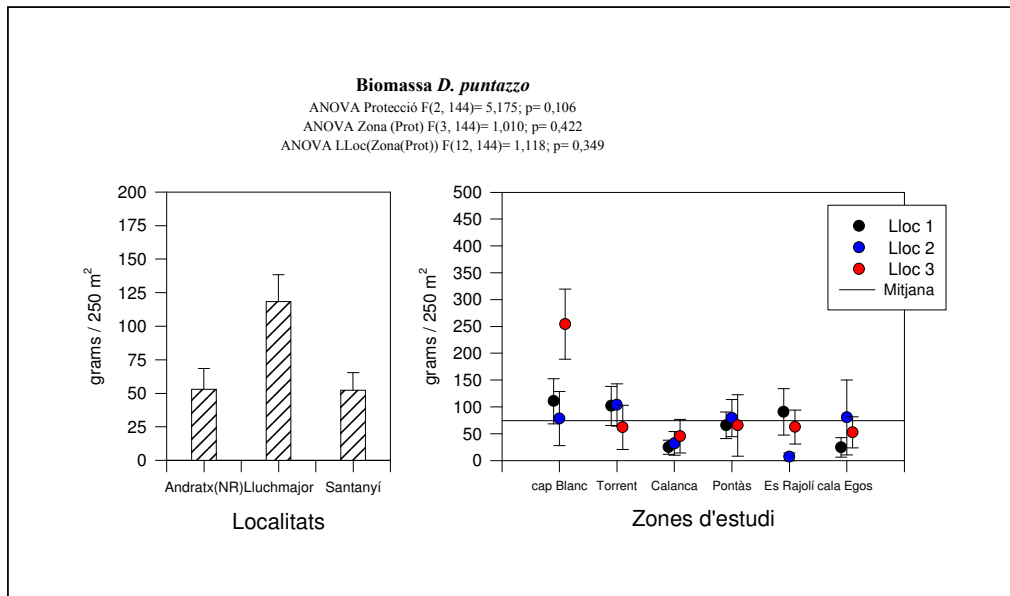
Taula 8. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la densitat mitjana de *D. puntazzo* (transformació log (x+1)). S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància. Estadística descriptiva per a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transsectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

	S.Q	G.L	M.Q	F	p		
<b>Protecció</b>	0,446	2	0,223	12,253	<b>0,036</b>		
<b>Zona(Prot)</b>	0,055	3	0,018	0,677	0,583		
<b>Lloc (Zona(Prot))</b>	0,323	12	0,027	0,742	0,709		
<b>Error</b>	5,218	144	0,036				
<b>Localitat /Zona</b>	<b>Lloc</b>	<b>N</b>	<b>Mitjana</b>	<b>DE</b>	<b>EE</b>	<b>LC Inf</b>	<b>LC Sup</b>
Lluchmajor		54	0,9	1,1	0,2	0,6	1,2
Santanyí		54	0,4	0,7	0,1	0,3	0,6
Costa d'Andratx		54	0,4	0,6	0,1	0,2	0,5
Lluchmajor – Cap Blanc		27	1,0	1,2	0,2	0,5	1,5
Lluchmajor- Cova Torrent		27	0,8	1,0	0,2	0,4	1,2
Santanyí- Sa Comuna		27	0,4	0,7	0,1	0,1	0,6
Santanyí – Es Pontàs		27	0,5	0,6	0,1	0,3	0,8
Andratx – Es Rajolí		27	0,4	0,6	0,1	0,1	0,6
Andratx – cala Egos		27	0,3	0,6	0,1	0,1	0,6
Cap Blanc	1	9	0,8	1,0	0,3	0,0	1,5
Cap Blanc	2	9	0,7	0,9	0,3	0,0	1,3
Cap Blanc	3	9	1,6	1,5	0,5	0,4	2,7
Cova Torrent Fondo	1	9	0,9	1,1	0,4	0,1	1,7
Cova Torrent Fondo	2	9	0,8	0,7	0,2	0,3	1,3
Cova Torrent Fondo	3	9	0,8	1,4	0,5	-0,3	1,8
Calanca de Sa Comuna	1	9	0,4	0,7	0,2	-0,1	1,0
Calanca de Sa Comuna	2	9	0,3	0,7	0,2	-0,2	0,9
Calanca de Sa Comuna	3	9	0,3	0,7	0,2	-0,2	0,9
Es Pontàs	1	9	0,7	0,7	0,2	0,1	1,2
Es Pontàs	2	9	0,6	0,7	0,2	0,0	1,1
Es Pontàs	3	9	0,3	0,5	0,2	-0,1	0,7
Es Rajolí	1	9	0,6	0,5	0,2	0,2	1,0
Es Rajolí	2	9	0,1	0,3	0,1	-0,1	0,4
Es Rajolí	3	9	0,4	0,7	0,2	-0,1	1,0
Cala Egos	1	9	0,2	0,4	0,1	-0,1	0,6
Cala Egos	2	9	0,2	0,4	0,1	-0,1	0,6
Cala Egos	3	9	0,6	0,9	0,3	-0,1	1,2

## Distribució de talles i biomassa



**Figura 13.** Distribució de freqüències de talla per a l'espècie *D. puntazzo* a la costa d'Andratx (NR) i a les dues localitats de la reserva del Migjorn: Luchmajor (RPA) i Santanyí (RPB).



**Figura 14.** Biomassa mitjana de *D. puntazzo* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

Taula 9. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la biomassa mitjana de *D. puntazzo*. S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància. Estadística descriptiva per a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

	S.Q	G.L	M.Q	F	p
<b>Protecció</b>	527,331	2	263,666	5,175	0,107
<b>Zona(Prot)</b>	152,847	3	50,949	1,010	0,422
<b>Lloc (Zona(Prot))</b>	605,125	12	50,427	1,118	0,350
<b>Error</b>	6492,823	144	45,089		

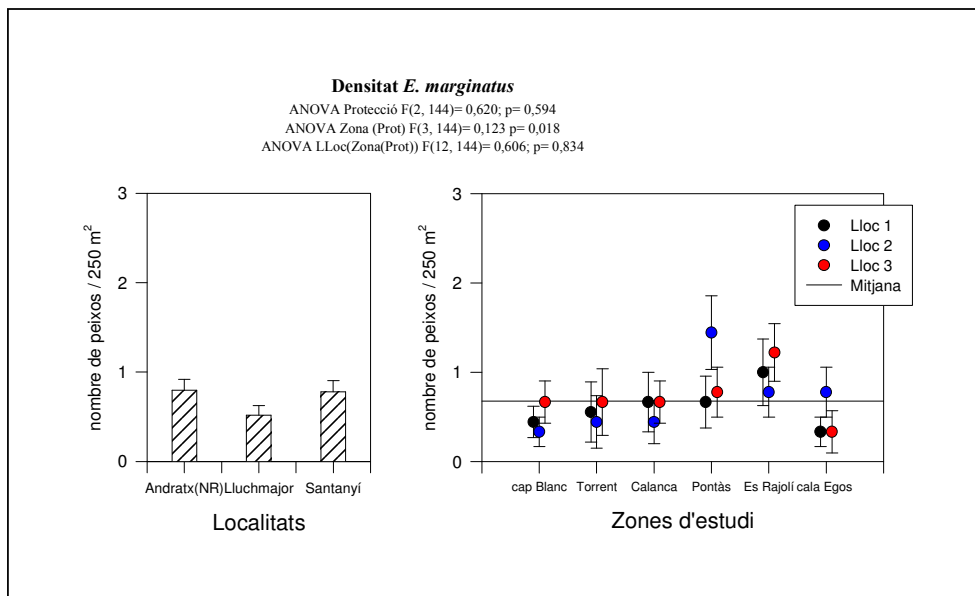
  

Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Lluchmajor		54	118,4	148,1	20,2	78,0	158,8
Santanyí		54	52,2	97,6	13,3	25,5	78,8
Costa d'Andratx		54	53,0	114,1	15,5	21,9	84,2
Lluchmajor – Cap Blanc		27	147,7	172,9	33,3	79,3	216,1
Lluchmajor- Cova Torrent		27	89,1	114,2	22,0	43,9	134,3
Santanyí- Sa Comuna		27	34,1	67,9	13,1	7,3	61,0
Santanyí – Es Pontàs		27	70,2	118,8	22,9	23,2	117,2
Andratx – Es Rajolí		27	53,5	96,3	18,5	15,4	91,6
Andratx – cala Egos		27	52,5	131,4	25,3	0,5	104,5
Cap Blanc	1	9	110,6	126,5	42,2	13,4	207,9
Cap Blanc	2	9	78,2	151,0	50,3	-37,9	194,3
Cap Blanc	3	9	254,2	196,5	65,5	103,1	405,2
Cova Torrent Fondo	1	9	101,9	109,1	36,4	18,0	185,8
Cova Torrent Fondo	2	9	103,5	117,5	39,2	13,2	193,8
Cova Torrent Fondo	3	9	61,9	124,1	41,4	-33,5	157,3
Calanca de Sa Comuna	1	9	25,0	39,6	13,2	-5,4	55,5
Calanca de Sa Comuna	2	9	32,0	65,9	22,0	-18,7	82,7
Calanca de Sa Comuna	3	9	45,4	94,0	31,3	-26,9	117,6
Es Pontàs	1	9	65,8	73,8	24,6	9,1	122,6
Es Pontàs	2	9	79,2	103,3	34,4	-0,2	158,6
Es Pontàs	3	9	65,5	172,2	57,4	-66,8	197,8
Es Rajolí	1	9	90,8	128,9	43,0	-8,3	189,9
Es Rajolí	2	9	7,2	21,5	7,2	-9,3	23,7
Es Rajolí	3	9	62,6	94,8	31,6	-10,3	135,5
Cala Egos	1	9	24,7	54,4	18,1	-17,1	66,5
Cala Egos	2	9	80,4	209,6	69,9	-80,7	241,5
Cala Egos	3	9	52,4	86,7	28,9	-14,3	119,0

### 3.3.4. L'anfós. *Epinephelus marginatus*

#### Densitat. Efecte de la protecció i de l'escala espacial

La densitat d'*E. marginatus* ha estat baixa, amb una mitjana total que no arriba a un individu per transsecte i que no difereix entre les tres grans localitats. Els valors més elevats s'han trobat a n'Es Pontàs i a n'Es Rajolí, amb 1 individu/250m<sup>2</sup>. Aquest efecte zona, detectat per l'anàlisi de la variància, és significatiu quan tenim en compte totes les zones estudiades, però no quan fem les comparacions dos a dos amb el tests *post-hoc*. És a dir, estrictament parlant, no hi ha cap zona amb una densitat mitjana superior a qualsevol altra, tot i que les diferències més marcades es donen entre zones.



**Figura 20.** Densitats mitjanes d' *E. marginatus* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

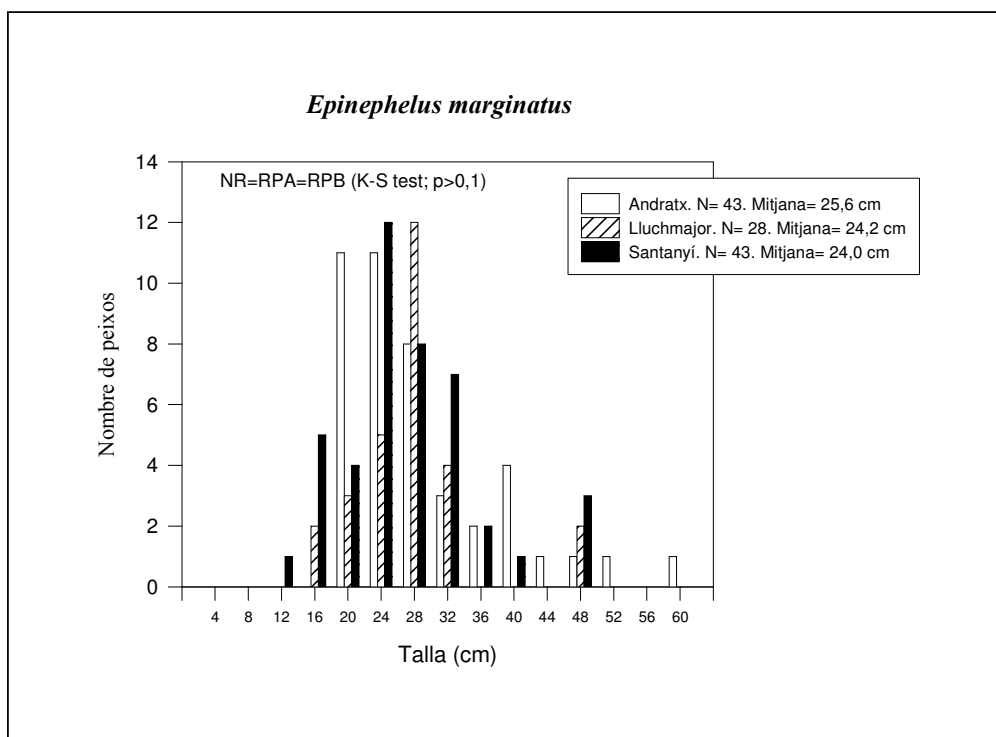
Taula 10. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la densitat mitjana d'*E. marginatus* (transformació  $\log(x+1)$ ). S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància. Estadística descriptiva per a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

	S.Q	G.L	M.Q	F	p		
<b>Protecció</b>	0,153	2	0,076	0,621	0,595		
<b>Zona(Prot)</b>	0,370	3	0,123	4,947	<b>0,018</b>		
<b>Lloc (Zona(Prot))</b>	0,299	12	0,025	0,606	0,834		
<b>Error</b>	5,917	144	0,041				
<b>Localitat /Zona</b>	<b>Lloc</b>	<b>N</b>	<b>Mitjana</b>	<b>DE</b>	<b>EE</b>	<b>LC Inf</b>	<b>LC Sup</b>
Lluchmajor		54	0,5	0,8	0,1	0,3	0,7
Santanyí		54	0,8	0,9	0,1	0,5	1,0
Costa d'Andratx		54	0,8	0,9	0,1	0,6	1,0
Lluchmajor – Cap Blanc		27	0,5	0,6	0,1	0,3	0,7
Lluchmajor- Cova Torrent		27	0,6	1,0	0,2	0,2	0,9
Santanyí- Sa Comuna		27	0,6	0,8	0,2	0,3	0,9
Santanyí – Es Pontàs		27	1,0	1,0	0,2	0,6	1,4
Andratx – Es Rajolí		27	1,1	1,0	0,2	0,7	1,5
Andratx – cala Egos		27	0,5	0,7	0,1	0,2	0,8
Cap Blanc	1	9	0,4	0,5	0,2	0,0	0,8
Cap Blanc	2	9	0,3	0,5	0,2	-0,1	0,7
Cap Blanc	3	9	0,7	0,7	0,2	0,1	1,2
Cova Torrent Fondo	1	9	0,6	1,0	0,3	-0,2	1,3
Cova Torrent Fondo	2	9	0,4	0,9	0,3	-0,2	1,1
Cova Torrent Fondo	3	9	0,7	1,1	0,4	-0,2	1,5
Calanca de Sa Comuna	1	9	0,7	1,0	0,3	-0,1	1,4
Calanca de Sa Comuna	2	9	0,4	0,7	0,2	-0,1	1,0
Calanca de Sa Comuna	3	9	0,7	0,7	0,2	0,1	1,2
Es Pontàs	1	9	0,7	0,9	0,3	0,0	1,3
Es Pontàs	2	9	1,4	1,2	0,4	0,5	2,4
Es Pontàs	3	9	0,8	0,8	0,3	0,1	1,4
Es Rajolí	1	9	1,0	1,1	0,4	0,1	1,9
Es Rajolí	2	9	1,1	0,9	0,3	0,4	1,8
Es Rajolí	3	9	1,2	1,0	0,3	0,5	2,0
Cala Egos	1	9	0,3	0,5	0,2	-0,1	0,7
Cala Egos	2	9	0,8	0,8	0,3	0,1	1,4
Cala Egos	3	9	0,3	0,7	0,2	-0,2	0,9

## Distribució de talles

Les freqüències de les classes de talla no difereixen significativament entre les tres localitats comparades, produint-se unes mitjanes molt semblants, al voltant dels 24-25 cm (figura 21). Les freqüències modals es troben en els tres casos entre els 24 i 28 cm, que es corresponen amb peixos que es varen assentar l'any 2001, dos anys abans de realitzar aquest mostreig. Els peixos de l'any (< 20 cm) estan ben representats a les tres localitats tot i que sembla que el reclutament a la Reserva del Migjorn és posterior al que es dona a la costa d'Andratx, on no apareixen peixos menors o iguals a 16 cm. Si bé aquesta apreciació pot ajustar-se bé a la realitat del reclutament entre 2002 i 2003, la confirmació d'aquesta pauta necessitaria una sèrie temporal més llarga.

Les talles grosses són escasses tant a Migjorn com a Andratx. A la reserva del Migjorn només 5 individus (7%), respecte els 71 observats, han superat la talla mínima de captura de 45 cm. A Andratx aquest percentatge és lleugerament superior, situant-se en un 9%.

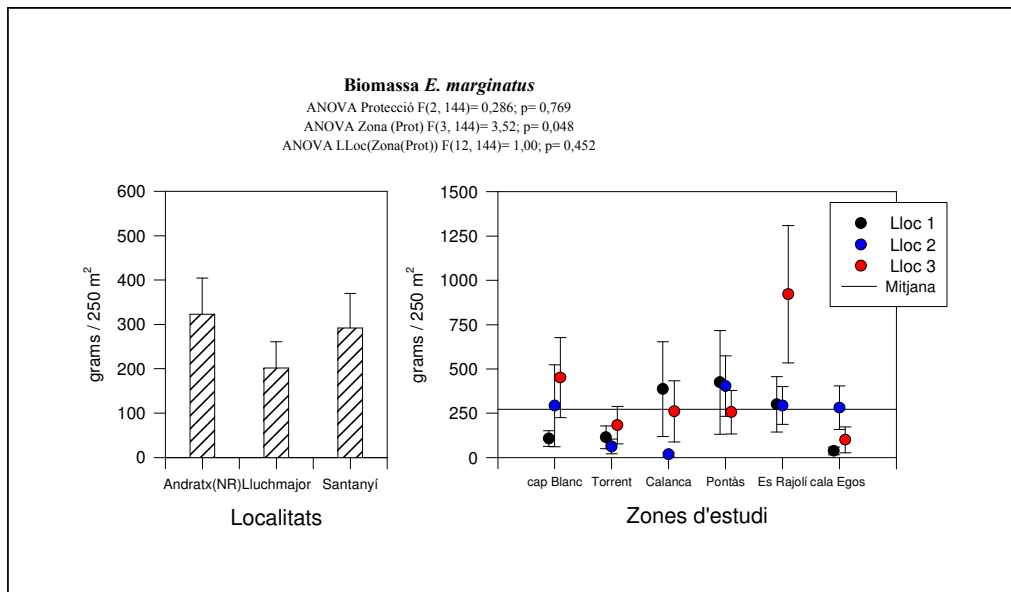


**Figura 21.** Distribució de freqüències de talla per a l'espècie *E. marginatus* a la costa d'Andratx (NR) i a les dues localitats de la reserva del Migjorn: Lluçmajor (RPA) i Santanyi (RPB). Classes de talla de 4 cm.



## Biomassa. Efecte de la protecció i de l'escala espacial

La biomassa mitjana global d'anfoso es troba al voltant dels 250 g/250 m<sup>2</sup>. Les diferències són escasses, i només hi ha significació estadística a nivell de zona, tal i com passava amb la densitat (figura 22). Es Rajolí, a la costa d'Andratx, presenta un valor que duplica la biomassa mitjana global, degut principalment a que en el lloc 3 es varen censar tres individus compresos entre 48 i 60 cm, amb pesos superiors als 2 Kg per exemplar. Aquests valors tan elevats no s'han observat a cap altre lloc de la costa d'Andratx ni de la Reserva del Migjorn.



**Figura 22.** Biomassa mitjana d' *E. marginatus* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

Taula 11. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la biomassa mitjana d'*E. marginatus* (transformació  $x^{1/2}$ ). S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància. Estadística descriptiva per a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transsectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

	<b>S.Q</b>	<b>G.L</b>	<b>M.Q</b>	<b>F</b>	<b>p</b>		
<b>Protecció</b>	335,20	2	167,601	0,286	0,770		
<b>Zona(Prot)</b>	1756,62	3	585,539	3,521	<b>0,049</b>		
<b>Lloc (Zona(Prot))</b>	1995,54	12	166,295	1,000	0,452		
<b>Error</b>	23941,12	144	166,258				
<b>Localitat /Zona</b>	<b>Lloc</b>	<b>N</b>	<b>Mitjana</b>	<b>DE</b>	<b>EE</b>	<b>LC Inf</b>	<b>LC Sup</b>
Lluchmajor		54	201,9	430,9	58,6	84,3	319,5
Santanyí		54	291,7	576,8	78,5	134,3	449,2
Costa d'Andratx		54	322,6	602,5	82,0	158,2	487,1
Lluchmajor – Cap Blanc		27	283,8	561,2	108,0	61,8	505,8
Lluchmajor- Cova Torrent		27	120,1	222,8	42,9	32,0	208,2
Santanyí- Sa Comuna		27	221,9	551,0	106,0	4,0	439,9
Santanyí – Es Pontàs		27	361,5	603,8	116,2	122,6	600,3
Andratx – Es Rajolí		27	505,3	775,9	149,3	198,3	812,2
Andratx – cala Egos		27	140,0	262,3	50,5	36,3	243,8
Cap Blanc	1	9	107,5	132,3	44,1	5,8	209,2
Cap Blanc	2	9	292,9	694,2	231,4	-240,6	826,5
Cap Blanc	3	9	450,9	676,6	225,5	-69,2	971,0
Cova Torrent Fondo	1	9	114,3	193,5	64,5	-34,4	263,1
Cova Torrent Fondo	2	9	62,9	124,9	41,6	-33,1	158,9
Cova Torrent Fondo	3	9	183,1	316,3	105,4	-60,1	426,2
Calanca de Sa Comuna	1	9	386,3	800,4	266,8	-228,9	1001,6
Calanca de Sa Comuna	2	9	18,3	34,1	11,4	-8,0	44,5
Calanca de Sa Comuna	3	9	261,2	515,6	171,9	-135,1	657,5
Es Pontàs	1	9	424,4	877,1	292,4	-249,8	1098,6
Es Pontàs	2	9	403,7	511,9	170,6	10,2	797,2
Es Pontàs	3	9	256,4	367,0	122,3	-25,7	538,5
Es Rajolí	1	9	300,7	465,6	155,2	-57,2	658,6
Es Rajolí	2	9	293,6	319,6	106,5	47,9	539,3
Es Rajolí	3	9	921,5	1159,9	386,6	29,9	1813,0
Cala Egos	1	9	37,8	62,1	20,7	-10,0	85,6
Cala Egos	2	9	281,5	368,1	122,7	-1,4	564,5
Cala Egos	3	9	100,7	219,5	73,2	-68,1	269,4

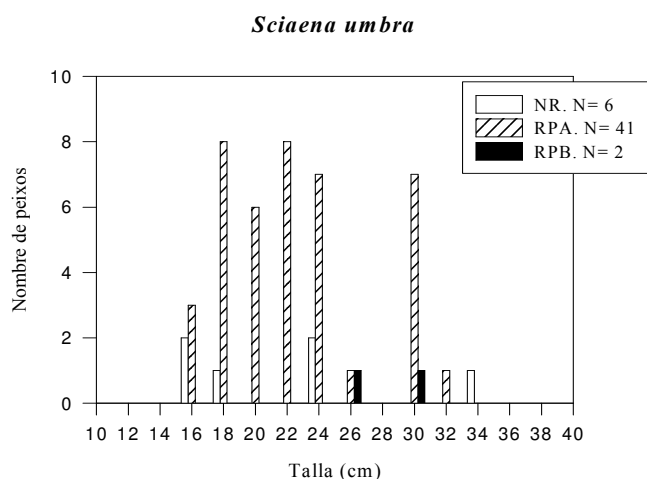
### 3.3.5. L'escorball. *Sciaena umbra*

El nombre d'individus d'aquesta espècie ha estat molt baix a la localitat presa com a control de la costa d'Andratx (6 peixos) i a Santanyi (2 peixos). A Lluchmajor, l'abundància és molt superior, arribant a 41 peixos. L'alt nombre de zeros a tots els nivells fa difícil qualsevol comparació estadística, si bé els nombres absoluts semblen prou obvis. A la taula 12 s'exposen els valors descriptius de densitat per a les diferents zones i llocs de Lluchmajor, observant-se que la zona 2 (Cova des Torrent Fondo) és la que presenta major densitat, amb 1 individu per transecte.

Taula 12. Estadística descriptiva per a la densitat de *Sciaena umbra* a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Lluchmajor		54	0,8	1,2	0,2	0,4	1,1
Lluchmajor – Cap Blanc		27	0,5	0,8	0,1	0,2	0,8
Lluchmajor- Cova Torrent		27	1,0	1,5	0,3	0,4	1,6
Cap Blanc	1	9	0,2	0,4	0,1	-0,1	0,6
Cap Blanc	2	9	0,7	1,1	0,4	-0,2	1,5
Cap Blanc	3	9	0,6	0,5	0,2	0,2	1,0
Cova Torrent Fondo	1	9	1,6	2,2	0,7	-0,1	3,2
Cova Torrent Fondo	2	9	0,7	0,7	0,2	0,1	1,2
Cova Torrent Fondo	3	9	0,9	1,4	0,5	-0,2	1,9

La distribució de talles és relativament ampla, assolint-se les freqüències superiors entre els 18 i 24 cm i en la classe de 30 cm (figura 23).

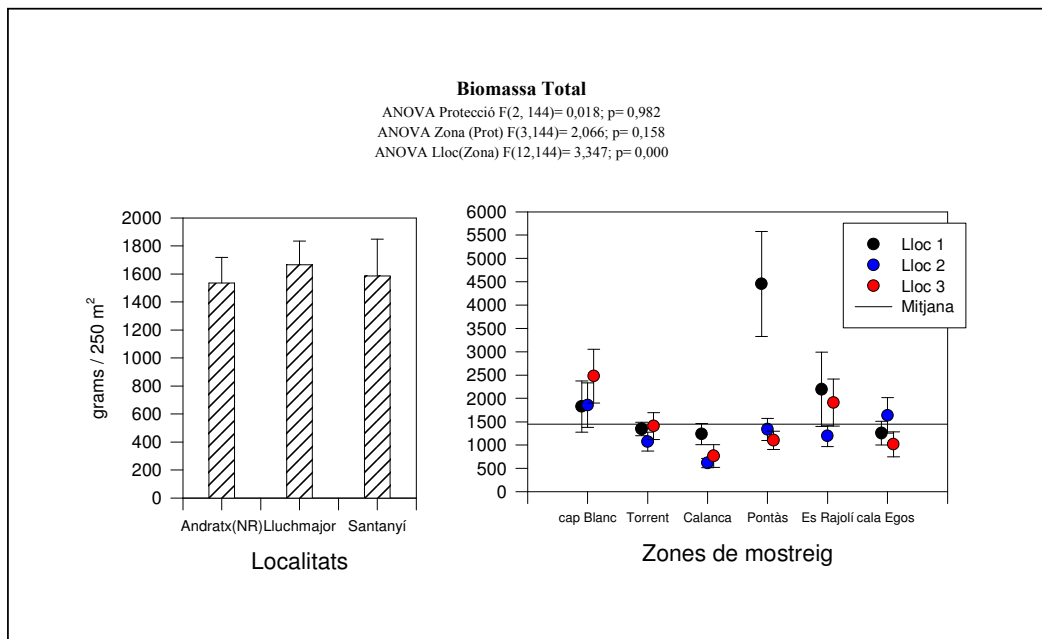


**Figura 23.** Distribució de freqüències de talla per a l'espècie *S. umbra* a la localitat de Lluchmajor, dins la Reserva Marina del Migjorn.

### 3. 4. La biomassa total de les espècies vulnerables a la pesca

#### 3.4.1. La variació espacial

Aquesta és una variable important que descriu, diguem-li, la “biomassa pescable”, a diferents nivells espacials. L’anàlisi deixa ben clar que la biomassa adopta valors mitjans molt similars dins i fora de la zona protegida, que se situen al voltant dels 1500 g/250 m<sup>2</sup>. A més, queda palès que la major diferència es produeix a petita escala, degut a la gran biomassa del lloc 1 d’Es Pontàs, a Santanyí, amb valors superiors als 4000 g/250 m<sup>2</sup>. Només les comparacions en aquest nivell “lloc” han resultat ser significatives (figura 24 i taula 13).



**Figura 24.** Biomassa mitjana de totes les espècies vulnerables a cadascun dels diferents nivells contemplats a l’anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

Taula 13. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la biomassa mitjana total. S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància. Estadística descriptiva per a les diferents localitats, zones i llocs estudiats. N: nombre de transectes, DE: desviació estàndard, EE: error estàndard, LC Inf-Sup: límits de confiança superior i inferior al 95% de fiabilitat.

	<b>S.Q</b>	<b>G.L</b>	<b>M.Q</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Protecció</b>	466092	2	233046	0,018	0,982
<b>Zona(Prot)</b>	38477918	3	12825973	2,067	0,158
<b>Lloc (Zona(Prot))</b>	74465895	12	6205491	3,348	<b>0,000</b>
<b>Error</b>	266906375	144	1853516		

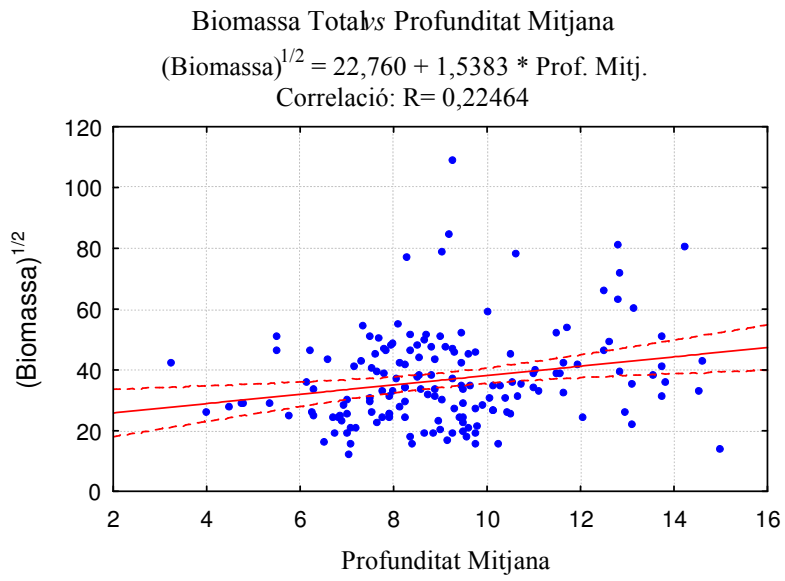
<b>Localitat /Zona</b>	<b>Lloc</b>	<b>N</b>	<b>Mitjana</b>	<b>DE</b>	<b>EE</b>	<b>LC Inf</b>	<b>LC Sup</b>
Lluchmajor		54	1664,9	1256,0	170,9	1322,1	2007,7
Santanyí		54	1585,4	1937,4	263,6	1056,6	2114,2
Costa d'Andratx		54	1534,5	1355,0	184,4	1164,7	1904,4
Lluchmajor – Cap Blanc		27	2053,9	1575,2	303,1	1430,7	2677,0
Lluchmajor- Cova Torrent		27	1275,9	648,3	124,8	1019,4	1532,4
Santanyí- Sa Comuna		27	872,9	640,6	123,3	619,5	1126,3
Santanyí – Es Pontàs		27	2297,9	2487,3	478,7	1314,0	3281,8
Andratx – Es Rajolí		27	1766,0	1668,8	321,2	1105,8	2426,1
Andratx – cala Egos		27	1303,1	920,0	177,1	939,1	1667,0
Cap Blanc	1	9	1827,5	1651,2	550,4	558,3	3096,8
Cap Blanc	2	9	1854,3	1427,0	475,7	757,4	2951,2
Cap Blanc	3	9	2479,8	1730,5	576,8	1149,6	3809,9
Cova Torrent Fondo	1	9	1345,0	430,8	143,6	1013,9	1676,2
Cova Torrent Fondo	2	9	1073,8	602,7	200,9	610,5	1537,0
Cova Torrent Fondo	3	9	1408,9	863,6	287,9	745,1	2072,7
Calanca de Sa Comuna	1	9	1236,8	679,8	226,6	714,2	1759,3
Calanca de Sa Comuna	2	9	616,1	299,3	99,8	386,0	846,1
Calanca de Sa Comuna	3	9	765,7	738,8	246,3	197,9	1333,6
Es Pontàs	1	9	4454,2	3374,1	1124,7	1860,6	7047,7
Es Pontàs	2	9	1336,4	708,5	236,2	791,7	1881,0
Es Pontàs	3	9	1103,2	586,3	195,4	652,5	1553,9
Es Rajolí	1	9	2194,3	2392,0	797,3	355,6	4032,9
Es Rajolí	2	9	1193,7	668,2	222,7	680,1	1707,4
Es Rajolí	3	9	1909,9	1511,4	503,8	748,2	3071,7
Cala Egos	1	9	1254,0	760,2	253,4	669,7	1838,4
Cala Egos	2	9	1637,3	1144,2	381,4	757,8	2516,8
Cala Egos	3	9	1018,0	802,6	267,5	401,0	1634,9

### 3.4.2. La influència dels diferents factors ambientals

La variació de la biomassa total ha estat molt minsa a les escales espacials majors, i molt puntual (un sol lloc) a petita escala espacial. D'això es pot deduir que les variables ambientals dels diferents llocs i zones influeixen poc en la distribució de la biomassa. L'anàlisi de regressió múltiple que s'ha efectuat, només ha incorporat al model explicatiu una variable, la profunditat mitjana, d'un total de 9 estudiades. La proporció de variància explicada pel conjunt de les tres primeres variables incorporades al model (dues d'elles sense significació estadística), és baixíssima ( $R^2= 0,066$ ) i constata que les diferències ambientals de les zones i llocs estudiats no afecten gaire les distribucions dels peixos. Tan sols la profunditat mitjana sembla tenir una lleugera influència positiva en la biomassa (taula 14 i figura 25). Així mateix, cal remarcar que el lloc 1 d'Es Pontàs, on s'ha observat la major biomassa, no està entre els llocs amb major profunditat mitjana, la qual cosa reforça la idea d'aquesta certa ubiqüitat dels peixos en el rang batimètric estudiat en aquest treball.

Taula 14. Variables ambientals incloses dins un model de regressió múltiple (cap endavant) amb la biomassa d'espècies vulnerables com a variable depenent, variació explicada per al conjunt de les variables incloses en cada pas ( $R^2$  acumulada), significància de la regressió, correlació parcial i nombre de variables incloses dins el model.

<b>Variable ambiental</b>	<b><math>R^2</math> múltiple</b>	<b>Significància</b>	<b>R parcial</b>	<b>Nombre de variables incloses</b>
Profunditat Mitjana	0,050	0,004	0,213	1
Posidònia	0,058	0,253	- 0,103	2
Blocs Petits	0,066	0,227	- 0,098	3



---

**Figura 25.** Variació de la biomassa d'espècies vulnerables amb la profunditat mitjana dels transectes

---

#### 4. COMENTARIS I CONCLUSIONS

Els resultats de la campanya de 2003 confirmen que estam en front d'una situació equivalent a l'estat zero que es dona prèviament a la protecció d'una àrea marina. Cap de les variables indicadores de "l'estat de salut" de les poblacions de peixos ha resultat ser superior a la Reserva del Migjorn respecte de la zona control.

La minva de mortalitat per pesca que es dona en les reserves marines tradicionals, conjuntament amb l'efecte refugi (Francour, 1994; Coll *et al.*, 1999) i l'adopció d'un comportament més confiat dels peixos, produeixen un resultat clar i generalitzat que és l'increment en la freqüència d'aparició de les espècies més cobejades. Això repercuteix directament en la biodiversitat general de l'àrea protegida en produir-se un increment del nombre mitjà d'espècies per unitat de mostra; aquesta és una pauta àmpliament demostrada a reserves marines de les Balears (Coll, 1999; Garcia-Rubies i Coll, a,b) i d'altres indrets de la Mediterrània (Garcia-Rubies i Zabala, 1990; Francour, 1991; Harmelin *et al.*, 1995; Garcia-Rubies, 1997). Aquest procés no es dona a la Reserva del Migjorn, que presenta un nombre mitjà d'espècies vulnerables (que se situa entre 3 i 3,5) molt semblant al de la majoria de fons lliurement explotats de Balears. L'homogeneïtat dels valors observats tant a la costa de Lluchmajor com a Santanyí reforcen la idea de "estat zero" en què es troba tota la reserva, la qual cosa facilitarà detectar possibles canvis futurs derivats de la nova gestió.

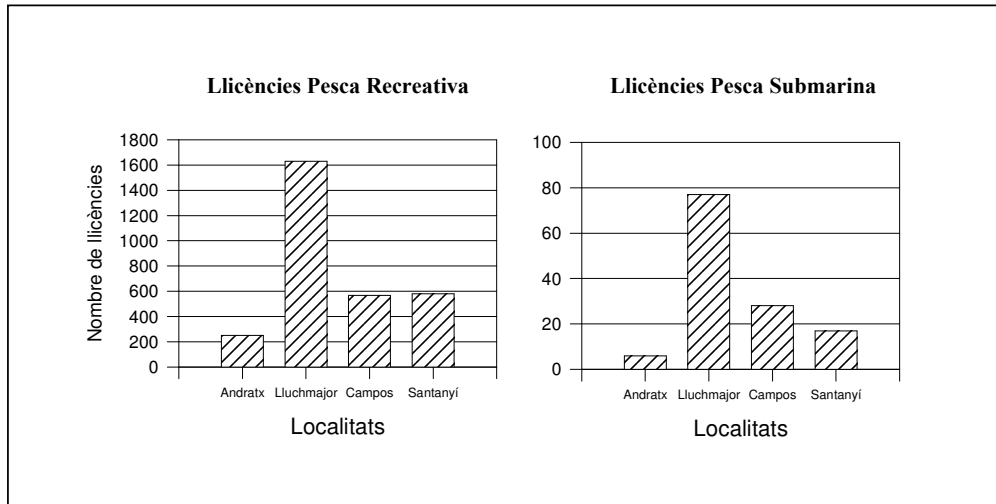
Aquesta afirmació es veu reforçada si s'analitzen altres paràmetres, en aquest cas espècie per espècie.

Cap dels espàrids vulnerables a la pesca ha presentat valors de densitat, talla o biomassa superiors dins de la reserva del Migjorn. Quan hi ha diferències, aquestes es produeixen a una escala espacial molt petita, i no es poden extrapolar al conjunt de la reserva marina. Globalment, es pot parlar de la Reserva de Migjorn com d'una gran àrea de reclutament per a *D. vulgaris* i, sobre tot, per a *D. sargus*. La freqüència d'individus de l'any és molt superior (al voltant del 50% dels sards) a l'observada a la costa d'Andratx (un 28%). Malgrat que les dades de les que disposam reflecteixen el reclutament d'un sol any (2002-2003), en estudis anteriors ja s'havia detectat un reclutament important de diverses espècies a l'àrea del Migjorn (Garcia-Rubies i Coll, 2002).

Si l'entrada de juvenils a la població és superior a Migjorn, ¿per què no s'obté, doncs, una major biomassa respecte a Andratx?. Sabent que la freqüència de depredadors (densitats d'anfossos, morenes, déntols ...) és molt baixa a les 3 localitats, la mortalitat total, un cop superada la fase de *nursery* en aigües molt somes, pot atribuir-se a la mortalitat per pesca (MacPherson *et al.*, 2000). En aquest sentit, val a dir que el nombre de llicències de pescadors recreatius i submarins als pobles propers a la reserva de Migjorn és molt superior a l'observat a Andratx (figura 26). Tot i això, qualsevol especulació al respecte es difícil de confirmar en el



cas de Migjorn, ja que es tracta d'un tipus de fons sense barreres ecològiques importants (com serien uns grans desnivells batimètrics o canvis bruscos de substrat) que podrien dificultar l'emigració dels peixos mar endins a partir de certa edat, especialment els d'aquelles espècies enquadrades a la categoria 3 (Harmelin, 1987).

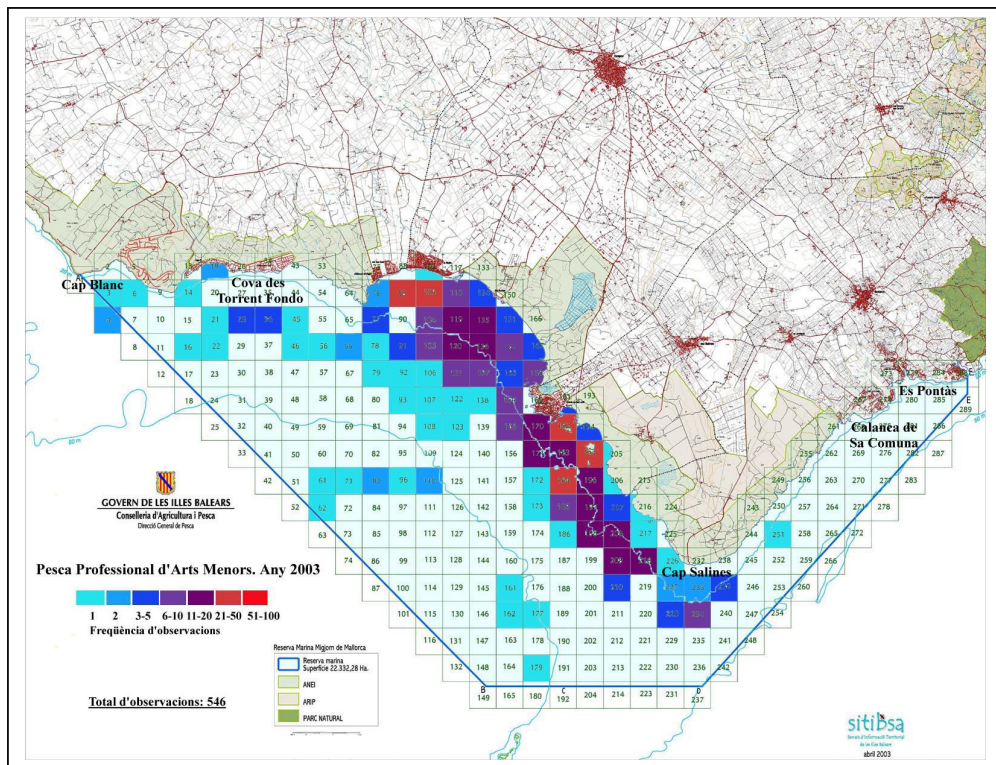


**Figura 26.** Distribució de les llicències de pesca recreativa i submarina a les diferents poblacions veïnes de les zones estudiades.

L'anfós presenta valors de densitat, talla i biomassa que són baixos, molt similars als d'altres zones obertes a la pesca de les Balears (Reñones *et al.*, 1999; Garcia-Rubies i Coll, 2004 a,b; Coll i Garcia-Rubies, 2005). Les talles, també poden considerar-se petites, amb unes mides mitjanes i modes que indiquen que els individus més freqüents només tenen dos anys de vida (entre 24 i 28 cm, segons Harmelin-Vivien i Harmelin, 1999). Tan sols un 7% de tots els individus observats han superat la talla legal prèvia a la declaració de la reserva, establerta en 45 cm; mentre que cap individu ha arribat a mesurar els 50 cm, la nova talla legal establerta en l'àmbit de la reserva marina.

La resta d'espècies considerades com a vulnerables ha presentat freqüències gairebé testimonials, d'un o pocs individus, a excepció de l'escorball. Els resultats obtinguts d'aquesta espècie són puntualment remarcables, ja que la densitat a la localitat de Lluçmajor es pot considerar elevada (0,8 individus per transsecte, i 1 individu per transsecte a la zona del Torrent Fondo), mentre que és gairebé nul·la tant a Santanyí com a la costa d'Andratx. En tractar-se d'una espècie molt preuada pels pescadors submarins és difícil trobar una causa que expliqui aquestes diferències, malgrat que cap individu ha assolit la talla mínima de captura dins la reserva, establerta en 34,5 cm. Tampoc la pesca d'arts menors sembla ser menys intensa en aquesta zona; ans al contrari, la pesca presenta una incidència baixa tant a la zona del cap Blanc-

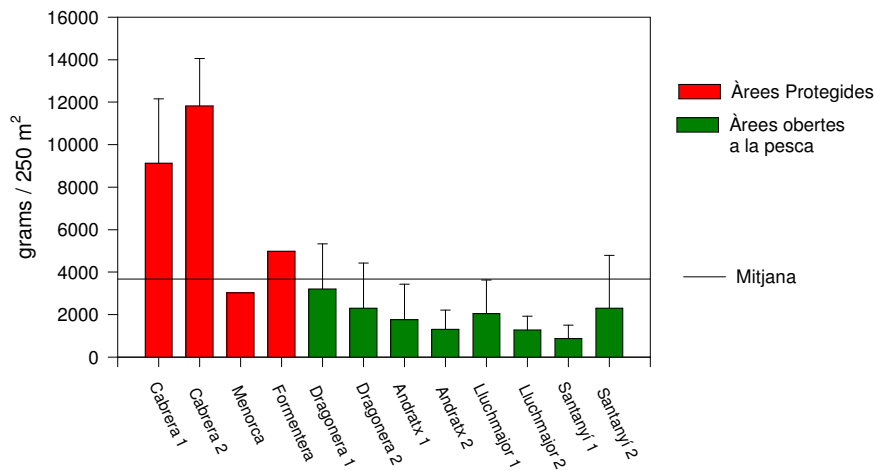
Torrent Fondo com a Santanyí, concentrant-se més entre s'Estanyol i el cap Salines (figura 27). El futur seguiment temporal de la reserva podrà certificar si aquesta zona és potencialment bona per a aquesta espècie, tal com semblen indicar els resultats actuals.



**Figura 27.** Distribució de l'esforç de pesca de la flota d'arts menors dins la Reserva de Migjorn durant l'any 2003. La major part d'aquestes observacions corresponen a calades de tremall, ormeig molt impactant sobre l'espècie en qüestió: *Sciaena umbra*

La biomassa total d'espècies vulnerables presenta valors molt conservatius, amb una mitjana de 1500 g/250m<sup>2</sup> i un límits de confiança prou robusts (de 100 mostres la mitjana es trobaria entre 1000 i 2000 g al manco en 95 d'elles). De fet, l'anàlisi de regressió múltiple no ha pogut generar cap model en què les variables ambientals estudiades afectin significativament la biomassa de peixos, excepció feta d'una lleugera influència positiva de la profunditat mitjana. Aquest escenari, de caire força regular, es trenca a petita escala en el lloc 1 d'Es Pontàs, on la biomassa mitjana assoleix un valor de 4454 g/250m<sup>2</sup>, una xifra comparable, i fins i tot superior a les que s'han estimat a diferents reserves marines de Balears (figura 28).

### Biomassa Total



**Figura 28.** Distribució de la biomassa mitjana d'espècies vulnerables a diferents àrees marines protegides i a zones obertes a la pesca (inclosa la Reserva de Migjorn) de l'arxipèlag balear.

La causa d'aquests resultats escapa a l'abast de les nostres mesures, encara que probablement està relacionat amb característiques dels fons propers, a fondàries superiors a les estudiades, més enllà dels 15 metres. El pic de biomassa és degut, sobre tot, a les moles de *D. sargus* que es mouen entre els esculls de cala Santanyí i Es Pontàs, un lloc força ric en peix que en un futur podria assolir biomasses importants si la protecció fos plenament efectiva.

Els resultats que es presenten en aquest estudi permetran esbrinar si la normativa de la reserva és adient per millorar l'estat de les poblacions de peixos al Migjorn. Les talles mínimes establertes per a les espècies més cobejades (BOIB Núm. 94, 2-07-2003) han de repercutir obligadament en un increment significatiu de moltes de les variables estudiades (densitat, talla i biomassa) així com en una major probabilitat d'observar individus que fora de la reserva serien eliminats i, per tant, que incrementarien la biodiversitat dins la reserva. En qualsevol cas, som conscients de que el compliment d'aquestes perspectives teòriques depèn d'un esforç notable en la vigilància i en els processos sancionadors, que han de ser molt més precisos i contundents que els que es donen a reserves marines amb una normativa més senzilla i fàcil d'aplicar, sense els múltiples matisos que s'han establert en la gestió de la Reserva de Migjorn.

## 6. BIBLIOGRAFIA CITADA AL TEXT

BALLESTEROS, E., GARCIA-RUBIES, A., CEBRIÁN, E., i COLL, J., 2003. Estudi sobre la cartografia, biodiversitat i efecte reserva en tres reserves de les Illes Balears. Technical report of CEAB-CSIC. Blanes, Spain.

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. *Journal of Applied Ecology*, 20: 357-369.

COLL, J. 1999. Estudio del efecto reserva sobre especies vulnerables a la pesca submarina en el Parque Nacional de Cabrera. Memoria de Investigación de la tesis doctoral, dirigida por el Dr. A. Garcia-Rubies. Universitat de les Illes Balears.

COLL, J i GARCIA-RUBIES, A.. 2005. Estat actual de les poblacions de peixos vulnerables a la pesca en els fons rocosos de l'àrea d'influència marina del Parc Natural de Sa Dragonera (S.O. de Mallorca). Juliol de 2003.

COLL, J., A. GARCIA-RUBIES, J. MORANTA, S. STEFANNI i B. MORALES-NIN. 1999. Efectes de la prohibició de la pesca esportiva sobre l'estructura poblacional de l'anfòs (*Epinephelus marginatus* Lowe, 1834. Pisces, Serranidae) en el Parc Nacional de Cabrera. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 125-138.

FRANCOUR, P. 1991. Ichthyofaune de la reserve naturelle de Scandola (Corse Méditerranéenne nord-occidentale). Influence spatiale et temporelle de l'effet de réserve. *Trav.Sci.parc nat.reg.nat. Corse Fr*, 31: 1-33.

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

GARCIA-RUBIES, A. i COLL, J. 2002. Estudi de les comunitats de peixos a la Reserva de Migjorn. Informe tècnic. CEAB, 50 pp.

GARCIA-RUBIES, A. i ZABALA, M. 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Sci.Mar.*, 54: 317-328.

GARCIA-RUBIES, A. i COLL, J. 2004a. Informe parcial corresponent al seguiment de les poblacions de peixos litorals a la Reserva del nord de Menorca, període 2000-2003. Informe tècnic del CEAB-CSIC.

GARCIA-RUBIES, A. i COLL, J. 2004b. Informe parcial corresponent al seguiment de les poblacions de peixos litorals a la Reserva dels Freus d'Eivissa i Formentera, període 2000-2003. Informe tècnic del CEAB-CSIC.

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*. Tesis 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. 1993. Distribució batimètrica dels peixos litorals de substrat rocós a l'illa de Cabrera. En: Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera. J.A. Alcover., E. Ballesteros., J.J. Fornós (eds.).
- GORDOA, A. i MOLÍ, B. 1997. Age and growth of the sparids *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* and *D. annularis* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the north-western Mediterranean sea. *Fisheries Research*, 33: 123-129.
- GREENE, L.E. i ALEVIZON, W.S. 1989. Comparative Accuracies of Visual assesment methods for coral reef fishes. *Bull. Mar. Sci*, 44: 899-912.
- HARMELIN, J-G i HARMELIN-VIVIEN, M. 1998. A review on habitat, diet and growth of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). Mémoires de l'Institut océanographique Paul Ricard. Symposium International sur les Mérous de Méditerranée, novembre 1998, Embiez, France. Pàgines 83-94.
- HARMELIN, J-G. 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rochouse protegée en Méditerranée (Parc national de port Cros, France). *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 8: 263-284.
- HARMELIN, J-G., BACHET, F. i GARCIA, F. 1995. Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 16: 233-250.
- HARMELIN-VIVIEN, M.L., HARMELIN, J.G., CHAUVET, C., DUVAL, C., GALZIN, R., LEJEUNE, P., BARNABE, G., BLANC, F., CHEVALIER, R., DUCLERC, J i LASSERRE, G. 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol (Terre Vie)*. 40: 467-539.
- JOUVENEL, J-Y i POLLARD, D.A. 2001. Some effectes of marine reserve protection on the population structure of two spearfishing target-fish species, *Dicentrarchus labrax* (Moronidae) and *Sparus aurata* (Sparidae), in shallow inshore waters, a long a rocky coast in the northwestern Mediterranean Sea.. *Aquat Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 11: 1-9.
- LUCKHURST, B.E. i LUCKHURST, K. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Mar. Biol*, 49: 317-323.
- MACPHERSON, E., GARCIA-RUBIES, A. i GORDOA, A. 2000. Direct estimation of natural mortality rates for littoral marine fishes using populational data from a marine reserve. *Marine Biology*, 137: 1067 –1076.
- MOREY, G., J. MORANTA., E. MASSUTI, A. GRAU, M. LINDE, F. RIERA i MORALES-NIN, B. 2003. Weight-length relationship of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62: 89-96.
- REÑONES, O., GOÑI, R., POZO, M. i DEUDERO, S. 1999. Effects of the cessation of fishing in protected areas of the Cabrera Archipelago National Park. Results of species of the serranidae and sparidae families. 1<sup>st</sup> International Workshop on Marine Reserves, Murcia (Spain). March, 1999.
- SOKAL, R.R., i ROHLF, F.J., 1979. *Biometría*. Ed. Blume, Madrid (Spain).
- UNDERWOOD, A.J. 1997. *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge. University Press.
- ZAR, J.H., 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Inc. New Jersey.