

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.



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” contempla l’estudi d’àrees marines que puguin presentar valors d’interès ecològic per ser incloses en una xarxa de reserves marines a les Illes Balears (Goñi i Coll, 2003). Entre aquestes àrees es va proposar la zona d’influència marina del Parc Natural de Sa Dragonera (Sudoest de Mallorca), per el fet de presentar una elevada diversitat d’hàbitats i comunitats bentòniques (Coll i Moreno, 1993; Pons, 1996) entre els que destaquen els alguers de la fanerògama *Posidonia oceanica* i els fons rocosos infralitorals i circalitorals. Així mateix, es va valorar l’elevada riquesa ictiològica d’aquest indret (Deudero *et al.*, 2002; Grau, 1999, Linde, 1997), fet que constituïa una bona base per als objectius tradicionals en la declaració de reserves marines (Salm y Clark, 1984; Kelleher y Kenchington, 1992; Gubbay 1995; M.A.P.A, 1995, Plan Development Team, 1990; Lauck *et al.*, 1998; Hall, 1998).

La ictiofauna dels fons rocosos balears es caracteritza per tenir una important relació amb la presència dels herbeis de *Posidonia oceanica*, hàbitats que són compartits per moltes espècies de peixos o, que si més no, que representen biòtops successius en el desenvolupament ontogènic d’algunes espècies o en els ritmes nictimerals d’altres (Massuti, 1965; Reñones *et al.*, 1995; Deudero *et al.*, 2002, Jiménez *et al.*, 1996).

L’objectiu del present treball ha estat obtenir una descripció el més acurada possible de les poblacions de peixos de roca amb interès pesquer a l’illa de Sa Dragonera i la comparació amb zones pròximes de la costa sudoest de Mallorca. El Pla Regulador d’Usos i Gestió del Parc (BOIB; Núm. 73 de 19/06/2001) tracta mínimament la normativa pesquera mitjançant la prohibició de la pesca amb canya des de terra. Aquesta normativa envers la regulació de l’esforç d’extracció es pot considerar només testimonial si la comparem amb la que s’aplica a altres espais marins protegits, però que, en qualsevol cas, s’ha de tenir en compte com a un factor més de possible variació en els fons de Sa Dragonera. En aquest context, és obvi que la presa de dades realitzada es pot considerar un punt de partida molt pròxim a l’estat “zero” de qualsevol seguiment ecològic previ a un canvi de gestió. És a dir, en aquest estudi es pretenen assentar les bases per poder detectar possibles canvis en les poblacions de peixos, si la zona d’influència marina del Parc és dotada en un futur d’una normativa més restrictiva que l’actual pel que fa a la pesca.

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 protecció en les actuals reserves marines (Bell, 1983; García-Rubies & Zabala, 1990; Francour, 1991; Harmelin *et al.*, 1995; Coll *et al.*, 1999; Jouvenel & Pollard, 2001; Ballesteros *et al.*, 2003). Aquests canvis afecten també a tota la comunitat de peixos i a la biodiversitat de les zones protegides. En la gènesi d’aquestes alteracions hi ha bàsicament la minva de la mortalitat deguda a la pesca i, a més, la interacció de la protecció amb 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) i d'aquí prové la importància de descriure l'estat previ a la protecció; és a dir, no importen tant les diferències ambientals entre zones, com la desigual evolució temporal de les poblacions sotmeses a una gestió diferent.

2. METODOLOGIA

Presa de dades

La presa de dades es basa en inventaris visuals fets en immersió amb escafandre autònom, sobre una sèrie de 108 transectes de 50 x 5 m (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) a quatre zones del litoral sudoest de Mallorca, incloent-hi dues zones dins la zona d'influència del Parc Natural de Sa Dragonera (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 transectes 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 talla de 2cm. L'error en l'estimació visual de les talles, en cadascuna de les classes esmentades, s'ha demostrat com a mínim en exemplars de fins a 20cm de longitud total, però s'incrementa, tendint a una certa subestima, en classes de talla superiors. En qualsevol cas, i malgrat l'error inherent a l'observador, 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 transectes 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 dumerilii* i *Sphyraena* sp.

Categoria 3: peixos característicament necto-bentònics, en general mesòfags, que efectuen desplaçaments verticals mitjans i horitzontals importants, però amb una marcada fidelitat a zones determinades. Tots pertanyen a la família dels espàrids i presenten una activitat bàsicament diürna. Els sargs (*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 nectobentònics mesòfags i carnívors, marcadament sedentaris, amb desplaçaments verticals i horitzontals poc importants. Els làbrids (*Labrus* spp.) i els serrànids (*Epinephelus* spp. i *Mycteroperca*) 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 transecte 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 ($\varnothing > 2\text{m}$), blocs mitjans ($1\text{m} < \varnothing < 2\text{m}$) i blocs petits ($\varnothing < 1\text{m}$); el recobriment de sorra o grava, i el de *Posidonia oceanica*. Els recobriments de cada tipus de substrat s'han estimat en base als percentatges ocupats sobre la llargada total del transecte, assenyalada per la cinta mètrica de 50m que serveix de corda guia. El relleu del fons, o "rugositat" (sensu Lukhurst i Lukhurst, 1978), s'ha estimat *de visu*, establint-se una escala de 4 graus: 1, relació entre la longitud real i la longitud lineal igual, o lleugerament superior, a 1, sense esclatxes 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 esclatxes i anfractuositats; 3: relació entre longitud real i lineal clarament superior a 1,5, amb esclatxes i anfractuositats d'una certa entitat, ocupant, al menys un 25% de la longitud total del transecte i/o variacions verticals de més de 2m; 4: presència d'esclatxes importants, ocupant més del 25% de la longitud del transecte i/o pregones variacions verticals amb una relació entre la longitud real i la lineal propera o superant el 2. Finalment, a cada transecte ha estat estimat el pendís del substrat en base a una escala establerta de l'1 al 4, éssent: 1, un pendís

d'entre 0 i 30°; 2 de 30 a 60; 3 de 60 a 90°; i 4, si el pendís supera els 90° formant superfícies extraplomades.

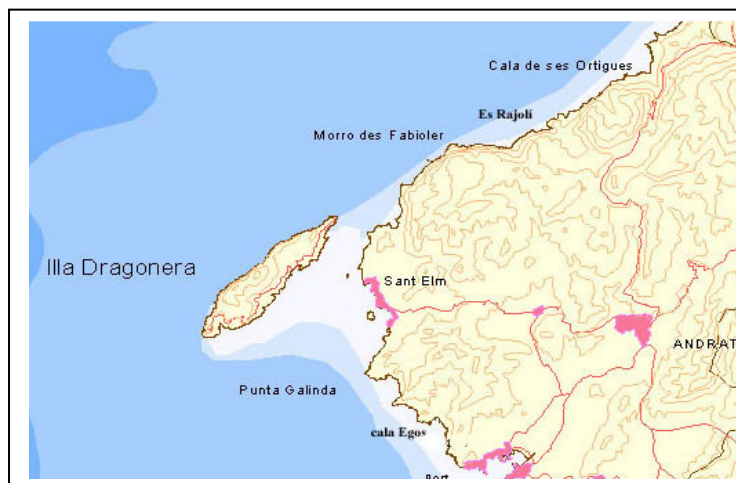
Donat el cas que la fondària i la proximitat d'hàbitats adients per als peixos objecte d'estudi són factors importants que superen l'àmbit estricte dels transsectes, la descripció d'aquests s'ha completat calculant el valor d'una nova variable, el gradient batimètric entre la fondària mitjana del transsecte i la fondària assolida a 200 metres de la costa, en direcció perpendicular a ella. Aquest gradient s'ha expressat de forma senzilla com a la diferència entre ambdós valors de fondària.

Disseny del mostreig

El mostreig s'ha realitzat tenint en compte, per una banda, l'estatus actual de Sa Dragonera, que és el d'una àrea protegida que inclou en el seu PRUG una prohibició de la pesca recreativa des de terra, i, per altra, una àrea de comparació amb cap mesura especial de protecció situada a la costa d'Andratx. En aquestes àrees, separades per més de 4 Km, s'han estudiat les variacions a dues escales espacials i amb la intenció de poder repetir el mostreig en un temps futur, pensant en el possible canvi en la gestió de l'espai marí de Sa Dragonera. Per això és bàsic evitar la pseudoreplicació (Hurlbert, 1984), és a dir, no n'hi ha prou en estudiar l'evolució d'una zona protegida en front d'una altra no protegida perquè localitat i tractament coincidirien i seria impossible separar l'efecte degut a l'un o l'altre. Així, s'han escollit dues zones a Sa Dragonera i dues a la costa veïna d'Andratx. Ambdues zones de cada localitat disten, com a mínim, 1000 metres una de l'altra, la qual cosa permet analitzar les variacions a una escala espacial de tipus mitjà. Així mateix, a 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 transsectes de 50 x 5 m, situats a l'atzar i separats com a mínim 10 metres un de l'altre.

Juntament amb la replicació espacial dels transsectes 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 7 i el 16 de juliol de 2003, en un rang horari que va de les 12:00 a les 16:00 hores. El nombre total de transsectes realitzats és per tant de: 2 localitats (àrea protegida o reserva (R) i àrea no protegida o no reserva (NR) x 2 zones x 3 llocs x 3 transsectes x 3 dies = 108 transsectes.

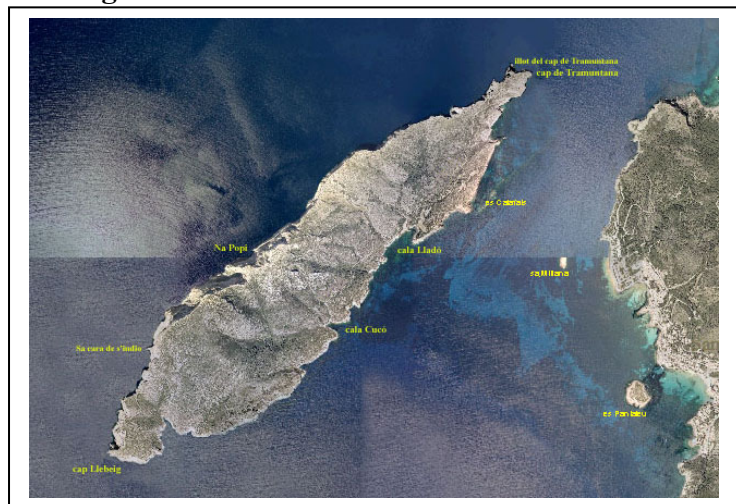
Costa sud oest de Mallorca



Es Rajolí



Sa Dragonera



Cala Egos

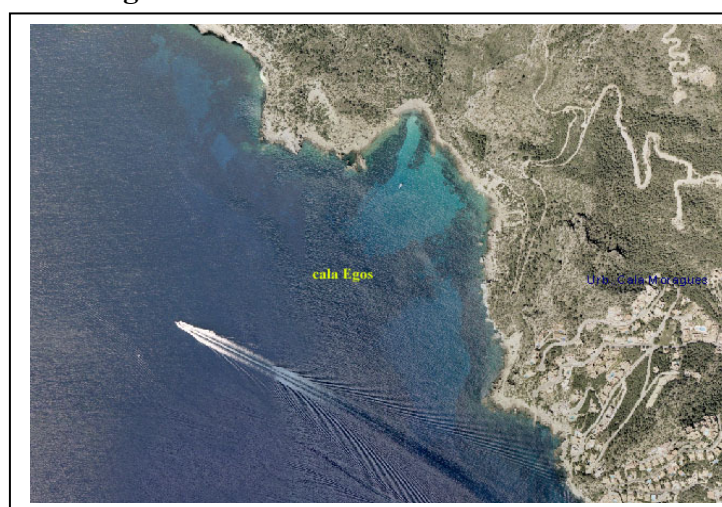


Figura 1. Localitats i zones d'estudi (Sa Dragonera i costa sud oest de Mallorca).

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 de forma estratificada pel que fa a la fondària, entre 3 i 15 metres, i al tipus de fons, predominantment de roca 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 la 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 densitat i biomassa per a cada espècie (Morey *et al.*, 2003) i la biomassa total.

Les possibles diferències entre Sa Dragonera 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 (μ) 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 $B_i(h)$, i la variació deguda al lloc j dins la zona i , inclosa en la localitat h $C_j(i(h))$, més la variació entre k rèpliques dins un mateix lloc (ϵ_{hijk}). El model lineal queda, doncs: $X_{hijk} = \mu + Ah + B_i(h) + C_j(i(h)) + \epsilon_{hijk}$. Prèviament a l'anàlisi s'ha comprovat la 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'eleva 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).

Quan els factors encaixats de l'anàlisi no han presentat diferències significatives, amb una probabilitat prou elevada de cometre error de tipus I (establerta en $p > 0,25$), s'ha procedit a integrar la suma de quadrats del factor encaixat corresponent, amb els del seu error i els seus graus de llibertat, incrementant-se així la potència de l'anàlisi (Underwood, 1997).

També s'ha analitzat l'estructura de talles de les espècies més freqüents i abundants (*Diplodus puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris* 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 localitats o entre zones de cada localitat. Les diferències entre les freqüències per classe de talla s'han estudiat mitjançant el test de Kolmogorov-Smirnov (Sokal i Rholf, 1979).

Finalment, s'ha estudiat la relació de les diferents variables ambientals amb una variable dependent que resumís l'estat de la "comunitat explotable" 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 necessaris 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 estacions de mostreig. Característiques ambientals

La realització de transectes a l'atzar en una zona majoritàriament rocosa, du associada la variació de moltes variables relacionades amb el tipus de substrat i la seva topografia. El *patchiness* de petits sorral, *Posidonia oceanica* sobre roca, penya-segats costaners o àmplies zones de pendís més suau amb blocs, és habitual a les costes rocoses del sudoest de Mallorca. A la figura 2 es pot observar com el substrat rocós integrat per blocs mitjans és el majoritari a totes les zones estudiades, a excepció de cala Lladó, on dominen els fons de roca homogènia i el recobriment dels altres substrats difereix de l'observat a la resta de zones.

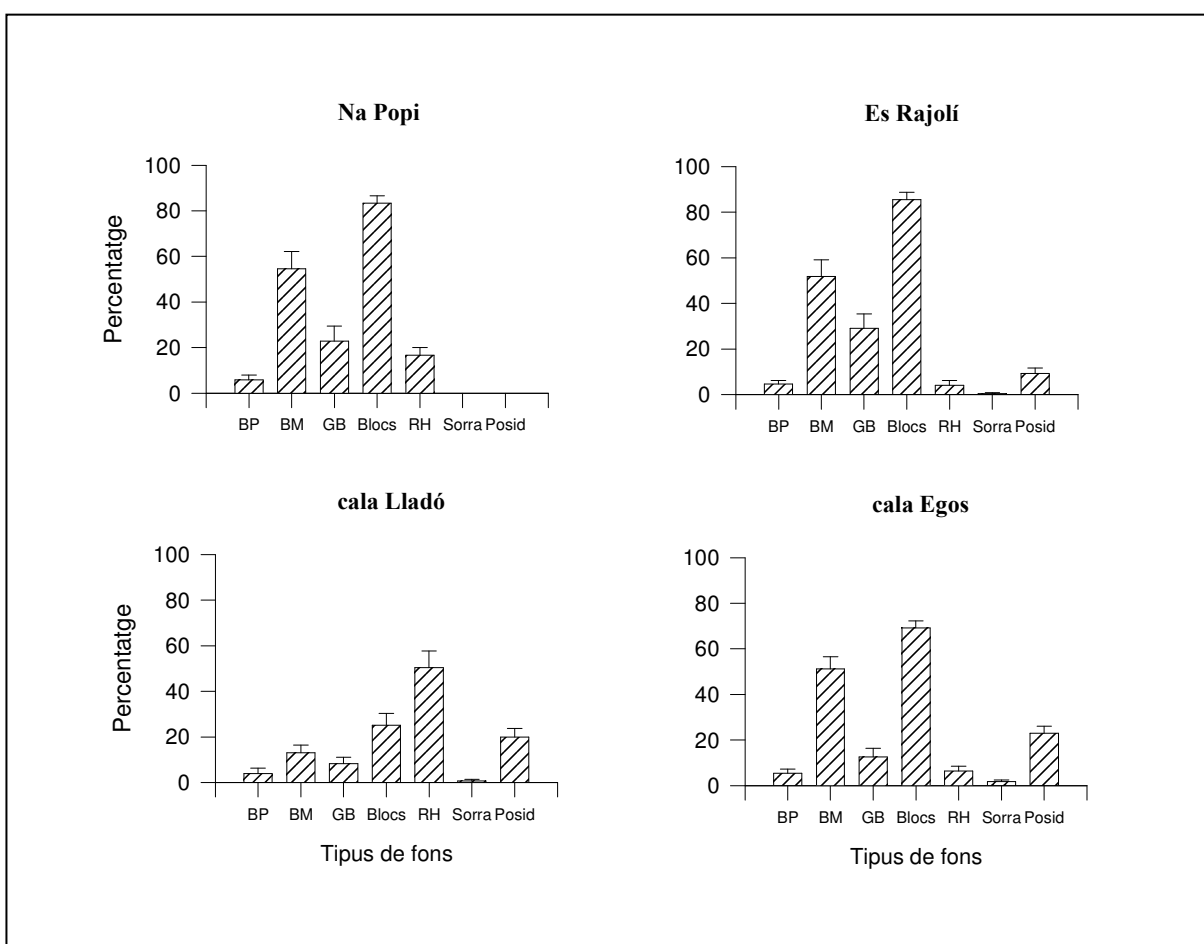


Figura 2. Composició percentual mitjana dels diferents tipus de substrat als transectes realitzats a les quatre zones d'estudi. BP: blocs petits, B.M: blocs mitjans, B.G: blocs grossos, RH: roca homogènia, Sorra i Posidònia.

La presència de transectes amb el 100% del substrat constituït per roca homogènia es pot considerar una de les característiques més diferencials en el conjunt de zones estudiades. Així mateix, i tot i la major presència de fons rocosos homogenis a Sa Dragonera, els índexs de rugositat són molt semblants entre les diferents zones (taula 1), la qual cosa s'explica en base a la complexitat d'aquests fons de roca homogènia, degut a l'abundant presència d'esclatxes i altres irregularitats que incrementen la seva estructura espacial.

Per altra banda, és a destacar el fort gradient batimètric de la zona de Na Popi i la seva major profunditat mitjana, característiques comunes a tota la part occidental de Sa Dragonera.

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

	Na Popi	Cala Lladó	Es Rajolí	Cala Egos
Profunditat mitjana	13,6± 0,3	6,7 ± 0,3	10,7 ± 0,5	7,8 ± 0,5
Increment de Profunditat (I.P₂₀₀)	26,4 ± 0,3	8,3 ± 0,3	7,3 ± 0,5	7,2 ± 0,5
Rugositat	2,9 ± 0,1	2,6 ± 0,1	3,1 ± 0,1	2,7 ± 0,1
Pendís	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,3 ± 0,1

En resum, l'ambient on s'han censat els peixos vulnerables, està caracteritzat per la dominància de blocs rocosos a Na Popi, Es Rajolí i cala Egos, la dominància de fons de roca homogènia fracturada a cala Lladó, i pel fort gradient batimètric de tot el sector occidental de Sa Dragonera.

3.2. Les espècies

S'han censat un total de 16 espècies de peixos considerades com a vulnerables, la majoria de les quals pertanyen a les categories espacials 3 i 5 descrites per Harmelin (1987) (taula 2). *D. vulgaris* i *D. sargus* són les més freqüents, amb presències en més del 95% dels transectes (figura 3). Les altres espècies relativament freqüents han estat: *E. marginatus*, present al 50,9% dels transectes, *D. puntazzo*, al 40,7%, *S. cantharus*, al 24,1% i *S. umbra* al 20,4%. La resta d'espècies han estat observades en menys d'un 10% dels transectes.

Espècies vulnerables observades

N= 108 transectes de 250 m²

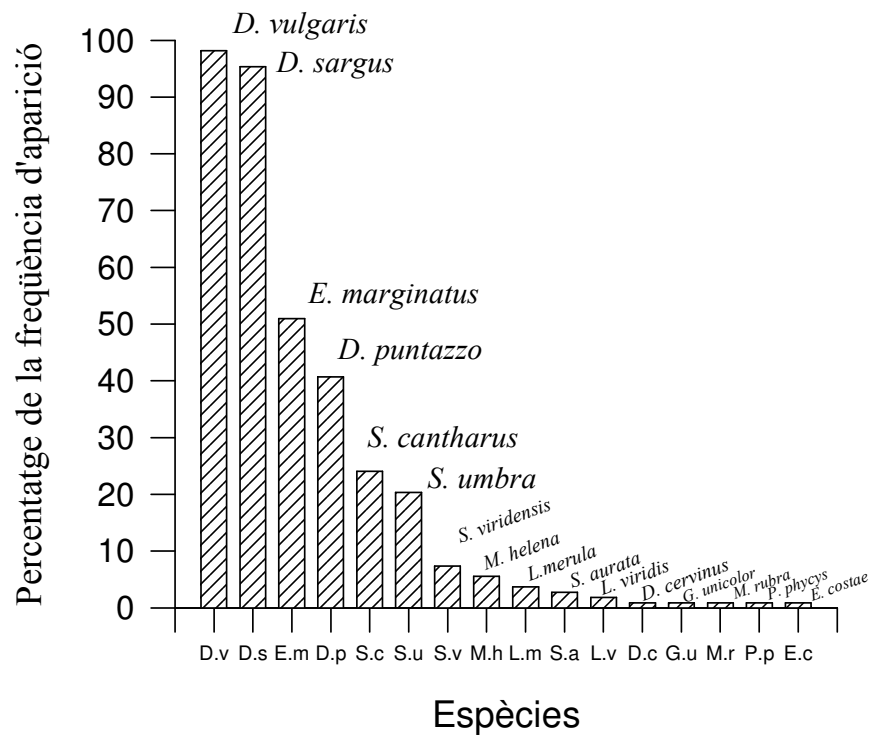


Figura 3. Freqüència relativa (en %) del nombre de presències per a cada espècie en els 108 transectes realitzats

Les dues zones de Sa Dragonera han presentat un major nombre total d'espècies: 12 a Na Popi i 11 a cala Lladó, força per sobre de les 8 i 6 espècies observades a Es Rajolí i cala Egos respectivament, a la costa d'Andratx (taula 2). Aquesta major riquesa global de Sa Dragonera no es

veu reflectida en els valors mitjans per transsecte, que no presenten diferències significatives amb la costa mallorquina, ni a cap dels nivells espacials inferiors (zona o lloc). Aquesta aparent contradicció s'explica pel fet de que les espècies que apareixen d'una forma exclusiva a Sa Dragonera ho fan amb freqüències molt baixes, podent-se considerar com a espècies rares, per exemple *Diplodus cervinus*, *Gymnothorax unicolor* i *Sparus aurata*, o infreqüents com ara *Epinephelus costae*, *Mycteroperca rubra*, *Labrus merula* i *Phycis phycis* (taula 2).

Taula 2. Freqüència d'aparició (en %) de les diferents espècies a les quatre zones estudiades, amb 27 transsectes a cada zona.

	Na Popi. N= 27	Cala Lladó. N= 27	Es Rajolí. N= 27	Cala Egos. N= 27
Categoria 1				
<i>Sphyraena viridensis</i>	29,62%	0,0%	0,0%	0,0%
Categoria 3				
<i>Diplodus cervinus</i>	3,7%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Diplodus vulgaris</i>	100%	92,6%	100%	100%
<i>Diplodus sargus</i>	92,6%	96,3%	92,6%	96,3%
<i>Diplodus puntazzo</i>	55,6%	48,15%	33,3%	25,9%
<i>Spondylisoma cantharus</i>	14,8%	33,3%	33,3%	14,8%
<i>Sparus aurata</i>	7,41%	3,7%	0,0%	0,0%
Categoria 5				
<i>Epinephelus marginatus</i>	51,8%	48,2%	66,6%	37,1%
<i>Epinephelus costae</i>	0,0%	3,7%	0,0%	0,0%
<i>Mycteroperca rubra</i>	3,7%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Labrus merula</i>	0,0%	14,8%	0,0%	0,0%
<i>Labrus viridis</i>	0,0%	3,7%	3,7%	0,0%
Categoria 6				
<i>Sciaena umbra</i>	25,9%	33,3%	11,2%	11,2%
<i>Muraena helena</i>	14,8%	0,0%	7,41%	0,0%
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0,0%	3,7%	0,0%	0,0%
<i>Phycis Phycis</i>	3,7%	0,0%	0,0%	0,0%
Total	12	11	8	6

A Sa Dragonera han estat observats els valors mitjans màxims, de fins a 4 espècies per transsecte, però l'elevada variació entre llocs impedeix que la diferència sigui significativa respecte la costa d'Andratx (figura 4 i taula 3). El nombre mitjà d'espècies menor ha estat constatat a Cala Egos, amb 2,9 espècies per transsecte.

Nombre d'Espècies Vulnerables

ANOVA Protecció F(1, 96)= 3,87; p= 0,187

ANOVA Zona (Prot) F(2, 96)= 1,733; p= 0,237

ANOVA Lloc(Zona) F(8,96)= 1,42; p= 0,19

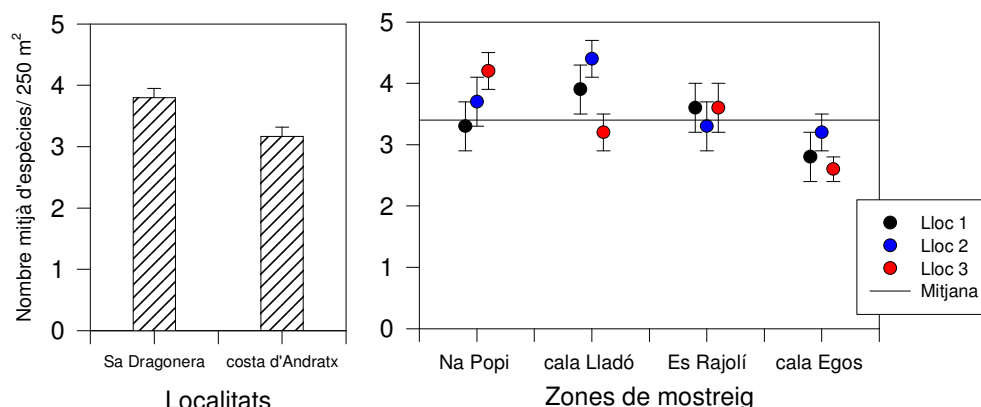


Figura 4. Nombre mitjà d'espècies per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: localitat o protecció, zona i lloc.

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.

	S.Q	G.L	M.Q	F	p
Protecció	10,704	1	10,704	3,879	0,187
Zona(Prot)	16,222	2	5,407	3,3953	0,074
Lloc (Zona(Prot))	12,741	8	1,593	1,4156	0,199
Error	108,000	96	1,125		

Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Sa Dragonera		54	3,8	1,1	0,1	3,5	4,09
Costa d'Andratx		54	3,2	1,1	0,2	2,9	3,5
Na Popi		27	3,7	1,1	0,2	3,3	4,2
Cala Lladó		27	3,9	1,1	0,2	3,4	4,3
Es Rajolí		27	3,5	1,2	0,2	3,0	4,0
Cala Egos		27	2,9	0,9	0,2	2,5	3,2
Na Popi	1	9	3,3	1,1	0,4	2,5	4,2
Na Popi	2	9	3,7	1,1	0,4	2,8	4,5
Na Popi	3	9	4,2	1,0	0,3	3,5	5,0
Cala Lladó	1	9	3,9	1,1	0,4	3,1	4,7
Cala Lladó	2	9	4,4	0,9	0,3	3,8	5,1
Cala Lladó	3	9	3,2	1,0	0,3	2,5	4,0
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

El nombre mitjà de variades és superior a Sa Dragonera respecte de l'observat a la costa d'Andratx. Malgrat que la diferència sembla prou clara, la manca d'homogeneïtat de les variàncies (Test de Crochan, $p < 0,001$) impedeix la significació estadística en sentit estricte ($p=0.03$ enlloc d'acomplir-se $p < 0.01$). Les mitjanes de les dues zones de Sa Dragonera són també més elevades que les obtingudes a la costa de Mallorca, de l'ordre del doble d'individus (taula 4 i figura 5), tot i que la variància produïda entre els diferents llocs dona prou heterogeneïtat com per no poder diferenciar-les estadísticament.

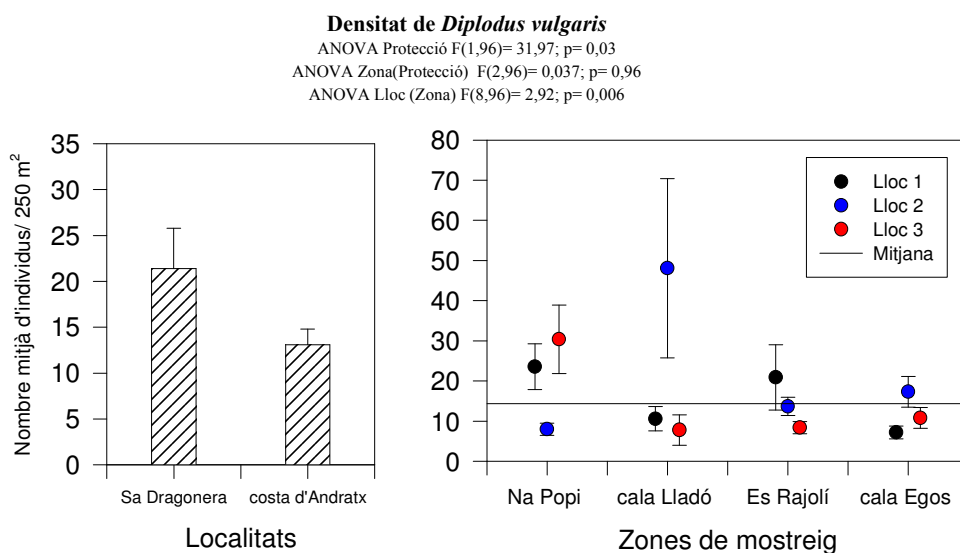


Figura 5. Densitats mitjanes de *D. vulgaris* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: localitat o protecció, zona i lloc.

Les variacions a petita escala espacial són més importants que les variacions entre localitats i que entre zones força allunyades. Així mateix, i tot i les aparences gràfiques, només s'han observat diferències significatives entre el lloc 2 de cala Lladó i la resta de llocs d'aquesta mateixa zona. La barra de cala Lladó, on es situà el lloc de mostreig nombre 2, és freqüentada per grans moles de variades que quadrupliquen o quintupliquen les mitjanes observades als altres llocs. Així mateix, i degut al fort gregarisme i mobilitat d'aquests grups, els límits de confiança per a la mitjana són amplíssims (taula 4) i expressen bé la possibilitat de censar o no aquestes moles.

Malgrat aquesta forta variància, el nombre de transectes efectuats a cada lloc (N= 9) fou suficient per a que l'anàlisi fora prou potent i detectés diferències entre els valors mitjans de densitat (taula 5).

Taula 4. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la densitat 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 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
Protecció	1883,3	1	1883,3	32,0	0,03
Zona(Prot)	117,8	2	58,9	0,04	0,96
Lloc (Zona(Prot))	12690,7	8	1586,3	2,92	0,01
Error	52103,3	96	542,7		

Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Sa Dragonera		54	21,4	32,7	4,4	12,5	30,3
Costa d'Andratx		54	13,1	12,5	1,7	9,6	16,5
Na Popi		27	20,7	19,7	3,8	12,9	28,5
Cala Lladó		27	22,1	42,3	8,1	5,4	38,9
Es Rajolí		27	14,3	15,2	2,9	8,3	20,4
Cala Egos		27	11,8	9,2	1,8	8,2	15,4
Na Popi	1	9	23,6	17,1	5,7	10,4	36,7
Na Popi	2	9	8,0	4,4	1,5	4,6	11,4
Na Popi	3	9	30,4	25,5	8,5	10,8	50,1
Cala Lladó	1	9	10,6	9,0	3,0	3,7	17,4
Cala Lladó	2	9	48,1	66,8	22,3	-3,2	99,5
Cala Lladó	3	9	7,8	11,4	3,8	-1,0	16,6
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

Taula 5. Tests *a posteriori* entre les densitats mitjanes de *D. vulgaris* dels diferents llocs estudiats dins cada zona (test per rangs de Newman-Keuls, p= 0,05).

Na Popi	Es Rajolí
Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3	Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3
Cala Lladó	Cala Egos
Lloc 2 > (Lloc 1 = Lloc 3)	Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3

Distribució de talles

Les talles mitjanes estimades a Sa Dragonera i a la costa d'Andratx són gairebé idèntiques; tot i això les distribucions de les freqüències de talles difereixen significativament, segons l'anàlisi K-S, degut a un desplaçament de la classe modal que se situa entre 10 i 12 cm a la costa d'Andratx,

i entre 12 i 14cm a Sa Dragonera. Els exemplars més grossos (de més de 18cm) presenten freqüències molt similars en ambdues localitats, mentre que els més petits (de fins a 8cm) només han estat observats a la costa d'Andratx (figura 6).

L'anàlisi detallat per zones estableix una jerarquia entre les diferents mitjanes: Es Rajolí > Na Popi > cala Lladó > cala Egos per a una probabilitat d'error de tipus I de $p= 0,01$, segons el test de Kolmogorov – Smirnov. Es Rajolí presenta la major talla mitjana i modal (16 cm) mentre que tant a Na Popi com a cala Lladó, la moda se situa en 14cm, tot i que en aquesta darrera zona les classes de talla relativament grosses són escadusseres. A cala Egos la població de variades és dominada per exemplars joves, amb una classe modal de 12 cm i molt pocs exemplars de més de 16cm (figura 7).

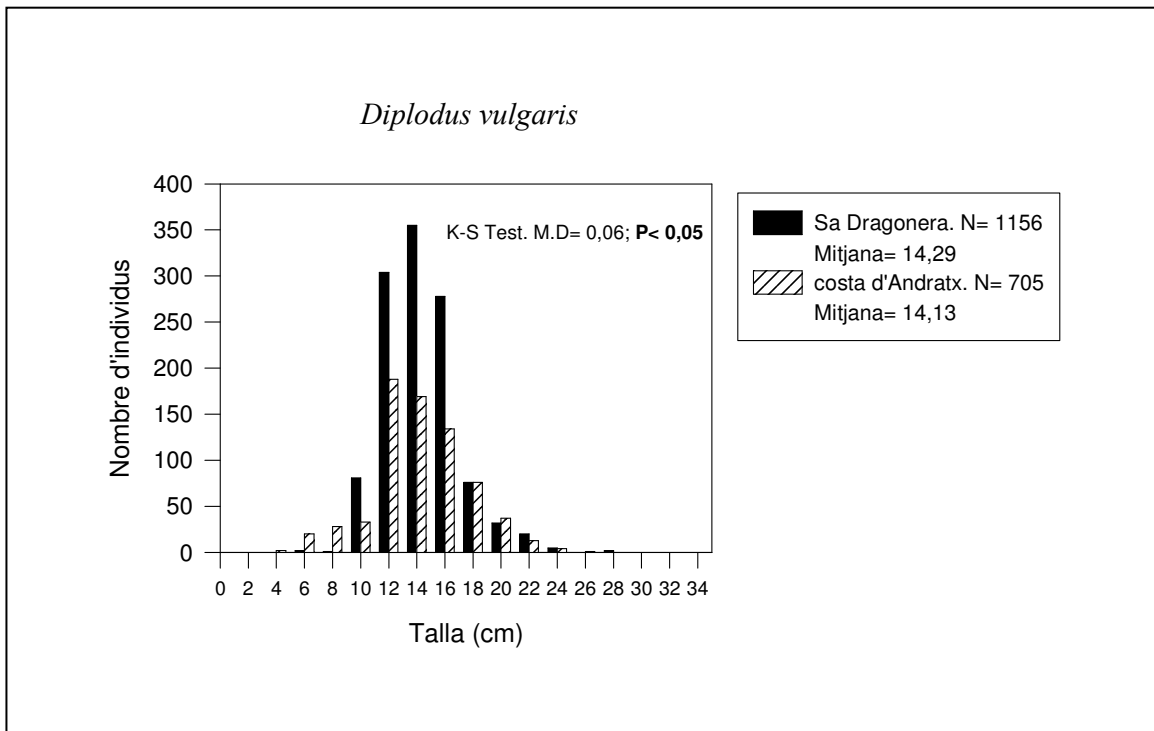


Fig. 6. Distribució de freqüències de talla per a l'espècie *D. vulgaris* a l'illa de Sa Dragonera i a la costa veïna d'Andratx.

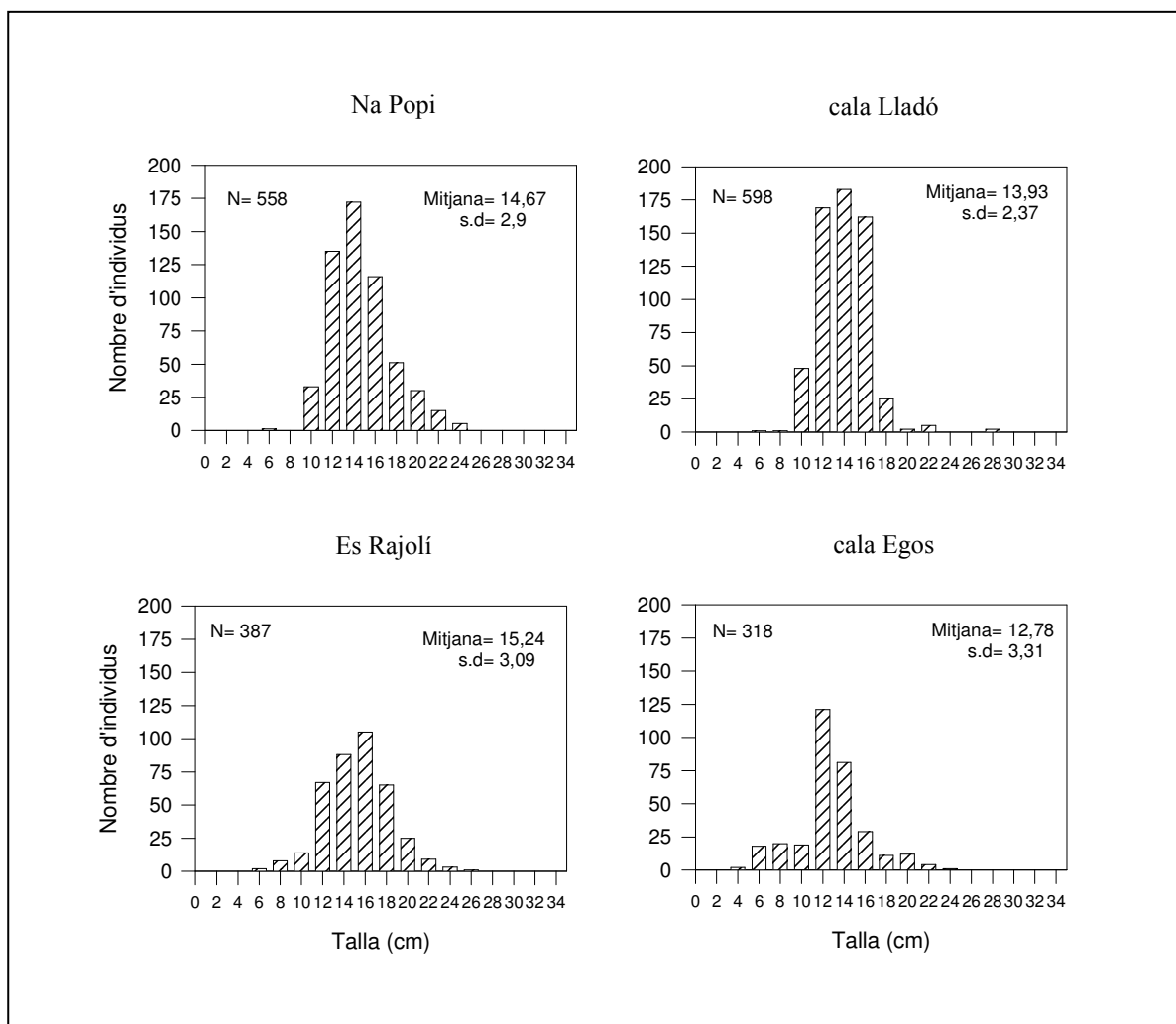


Figura 7. Distribució de freqüències de talla (classes de 2 cm) per a l'espècie *Diplodus vulgaris* a dues zones de l'illa de Sa Dragonera i a dues zones de la costa mallorquina veïna.

Biomassa

La biomassa presenta unes pautes pràcticament idèntiques a la densitat ja que ambdues variables estan molt correlacionades ($R= 0,94$; $p< 0,05$). La manca de juvenils (individus d'entre 2-6 cm), l'abundància dels quals no incrementa sensiblement la biomassa, i la raresa d'individus grossos (de més de 24 cm) que aportarien un pes significatiu, produeixen aquesta elevada correlació entre ambdues variables. Ni entre localitats, ni entre zones es produeixen diferències significatives (figura 8 i taula 6). Els valors mitjans per a cada zona es troben al voltant d'1 Kg/250 m², excepció feta de cala Egos, que presenta una mitjana sensiblement menor de 448,4 g/250m².

Biomassa de *Diplodus vulgaris*

ANOVA Protecció F(1, 96)= 3,318 p= 0,21
ANOVA Zona(Protecció) F(2,96)= 0,316; p= 0,73
ANOVA Lloc(Zona) F(8,96)= 2,76; p= **0,008**

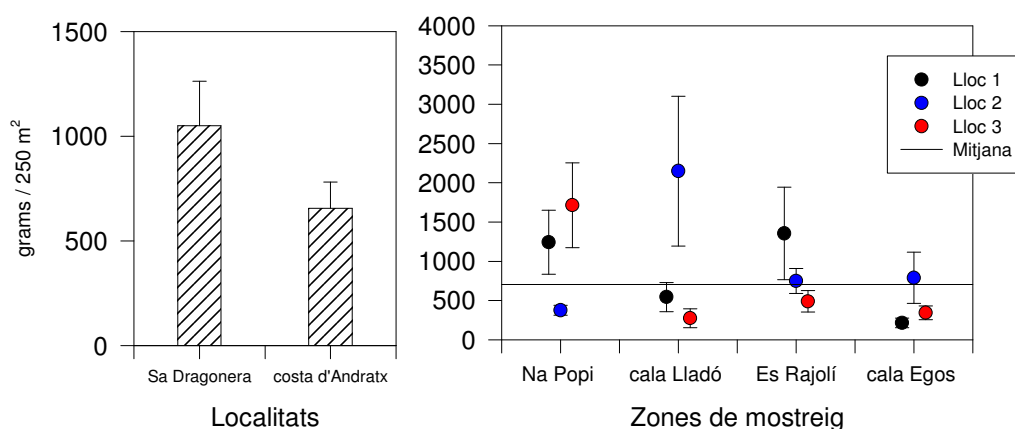


Figura 8. Biomassa mitjana de *D. vulgaris* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

Taula 6. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la biomassa (g) 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	
Protecció	4190141		1	4190141	3,318	0,210	
Zona(Prot)	2525512		2	1262756	0,316	0,738	
Lloc (Zona(Prot))	31968038		8	3996005	2,759	0,009	
Error	139061161		96	1448554			
Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Sa Dragonera							
Costa d'Andratx							
Na Popi		27	1110,4	1263,4	243,1	610,6	1610,2
Cala Lladó		27	989,7	1835,9	353,3	263,4	1715,9
Continuació taula x							
Es Rajolí		27	863,8	1105,0	212,7	426,6	1300,9
Cala Egos		27	448,4	624,8	120,2	201,3	695,6
Na Popi	1	9	1241,6	1223,0	407,7	301,5	2181,7
Na Popi	2	9	375,7	192,2	64,1	228,0	523,5
Na Popi	3	9	1713,8	1618,3	539,4	469,8	2957,7
Cala Lladó	1	9	544,5	557,4	185,8	116,1	973,0
Cala Lladó	2	9	2149,8	2863,4	954,5	-51,1	4350,8
Cala Lladó	3	9	274,6	363,6	121,2	-4,9	554,1
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

Els llocs amb la major biomassa mitjana es troben a Sa Dragonera, tot i que la variància és molt elevada. Tot i així, es detecten diferències significatives entre els llocs d'una mateixa zona. Per exemple, al lloc 2 de Cala Lladó, la presència de grans moles amb centenars d'individus, produeix la major biomassa mitjana (2,1 Kg/250 m²), mentre que els llocs 1 i 3 són iguals o inferiors als 0,5 Kg/250 m². El lloc 2 d'aquesta zona ha estat l'únic que ha presentat diferències significatives en realitzar una anàlisi *a posteriori* (taula 7), constituint un punt a remarcar per la importància que assoleix aquesta espècie.

A la zona de Na Popi, s'observen una valors mitjans molt elevats als llocs 1 i 3, que contrasten amb el del lloc 2, que es del mateix ordre que els valors més baixos de la costa d'Andratx.

Taula 7. Tests *a posteriori* entre les biomasses mitjanes de *D. vulgaris* dels diferents llocs estudiats (test per rangs de Newman-Keuls; $p < 0,05$).

Na Popi	Es Rajolí
Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3	Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3
Cala Lladó	Cala Egos
Lloc 2 > Lloc 3 = Lloc 1	Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3

3.3.2. El sard. *Diplodus sargus*

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

La densitat mitjana total és lleugerament superior a Sa Dragonera, sense que es produeixi una diferència significativa amb la costa d'Andratx degut a l'elevada variació entre els llocs de cada zona (taula 8 i figura 9). Les mitjanes observades a nivell de zona presenten uns valors molt semblants, d'entre 7 i 10 sards/250m², excepte en Es Rajolí, on les densitats foren netament inferiors. Com ja s'ha esmentat, les diferències més pronunciades es donen a petita escala, entre llocs dins una mateixa zona i localitat. Els valors majors s'observaren als llocs més oberts de Na Popi (llocs 1 i 3), amb mitjanes d'entre 12 i 13 sards/250m², però amb una elevada variància, deguda a la presència de petites moles de sards molt mòbils que tendien a mantenir una distància relativament gran amb l'observador. Tot i que la densitat mitjana d'aquests llocs és aparentment superior a la del lloc 2, la diferència no és significativa (K-S test; $p > 0,05$).

Densitat de *Diplodus sargus*

ANOVA Protecció F(1, 96)= 2,820; p= 0,235

ANOVA Zona(Prot) F(2,96)= 1,296; p= 0,325

ANOVA Lloc(Zona) F(8,96)= 3,397; p= 0,002

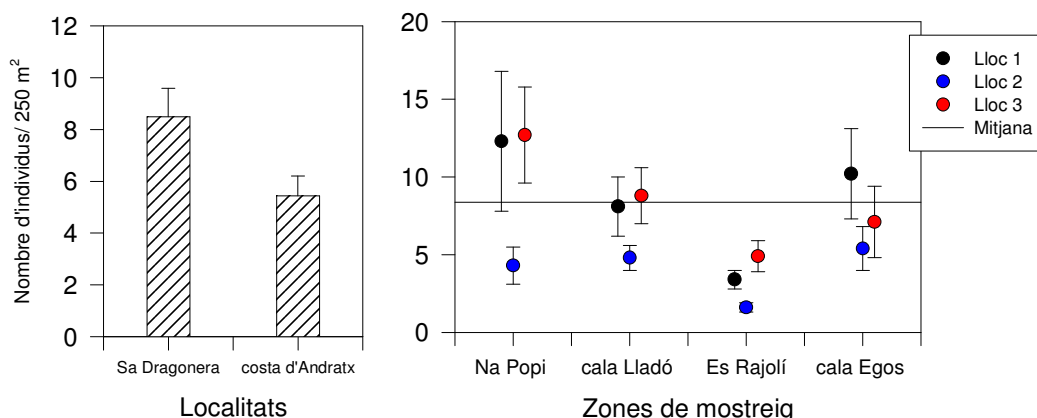


Figura 9. Densitats mitjanes de *D. sargus* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

Taula 8. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la densitat mitjana de *D. sargus* (dades transformades segons la funció Ln (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 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
Protecció	0,659	1	0,659	1,443	0,353
Zona(Prot)	0,913	2	0,457	1,959	0,203
Lloc (Zona(Prot))	1,864	8	0,233	2,392	0,021
Error	9,350	96	0,097		

Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Sa Dragonera		54	8,5	8,0	1,1	6,3	10,7
Costa d'Andratx		54	5,4	5,6	0,8	3,9	7,0
Na Popi		27	9,8	10,2	2,0	5,8	13,8
Cala Lladó		27	7,2	4,9	0,9	5,3	9,2
Es Rajolí		27	3,3	2,5	0,5	2,3	4,3
Cala Egos		27	7,6	6,9	1,3	4,9	10,3
Na Popi	1	9	12,3	13,6	4,5	1,9	22,8
Na Popi	2	9	4,3	3,7	1,2	1,5	7,2
Na Popi	3	9	12,7	9,4	3,1	5,5	19,9
Cala Lladó	1	9	8,1	5,6	1,9	3,8	12,4
Cala Lladó	2	9	4,8	2,3	0,8	3,0	6,6
Cala Lladó	3	9	8,8	5,5	1,8	4,5	13,0
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

La talla mitjana dels sards és significativament superior a Sa Dragonera (18,36 cm) respecte a la costa d'Andratx (15,97 cm) (figura 10). Els individus petits, de menys de 14 cm, presenten una freqüència relativa i absoluta superior a la costa d'Anratx, mentre que a Sa Dragonera la freqüència dels individus que van dels 14 als 30cm és més elevada.

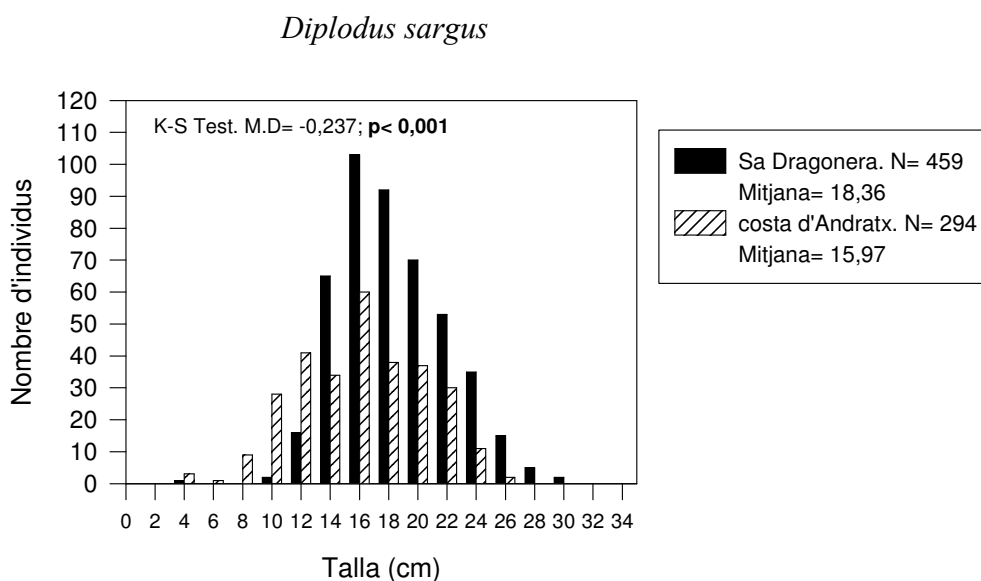


Figura 10. Distribució de freqüències de talla per a l'espècie *D. sargus* a l'illa de Sa Dragonera i a la costa veïna d'Andratx.

Les diferències també són significatives entre les zones (figura 11 i taula 9). A Na Popi s'ha estimat la major talla mitjana, de 19,05 cm, amb una classe modal de 18 cm. A cala Lladó la mitjana és de 17,4 cm, amb una classe modal de 16 cm. La menor talla mitjana ha estat observada a cala Egos, amb 15,6 cm, que és a on s'han donat freqüències més elevades d'individus petits (d'entre 8 i 12 cm). A Es Rajolí hi ha una situació intermèdia entre cala Lladó i cala Egos, ja que tot i que la mitjana sigui inferior i superior, respectivament, a la d'aquestes dues zones, les diferències no són significatives. Val a dir que l'abundància de sards és molt baixa a Es Rajolí i que l'única classe de talla ben representada en aquesta zona és la classe modal de 16 cm (figura 11).

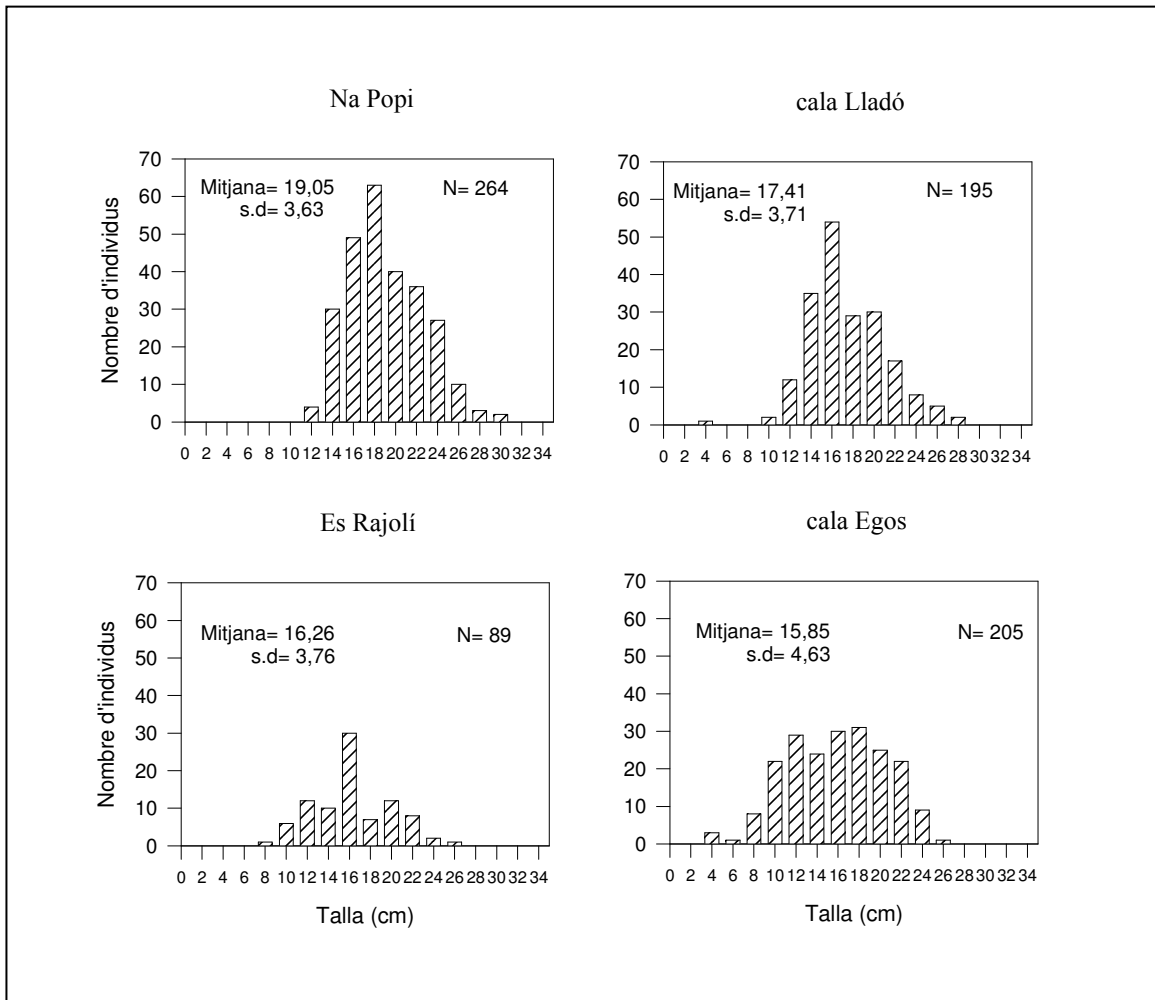


Figura 11. Distribució de freqüències de talla (classes de 2 cm) per a l'espècie *Diplodus sargus* a dues zones de l'illa de Sa Dragonera i a dues zones de la costa mallorquina veïna.

Taula 9. Comparació de les distribucions de talles de *D. sargus* entre les quatre zones estudiades. Test de Kolmogorov-Smirnov, significància per a $p=0,05$.

	Na Popi 19,05 cm	Cala Lladó 17,41 cm	Es Rajolí 16,26 cm	Cala Egos 15,85 cm
Na Popi	-			
Cala Lladó	$P<0,001$	-		
Es Rajolí	$P<0,001$	n.s	-	
Cala Egos	$P<0,001$	$P<0,001$	n.s	-

Biomassa

Els valors mitjans de biomassa per a l'espècie *D. sargus* no difereixen significativament entre Sa Dragonera i la costa d'Andratx. Tal i com passava amb la densitat, la variància entre llocs concrets és major que la deguda a les diferències entre zones i entre localitats. El lloc 3 de Na Popi presenta el major valor observat, amb 2,2 Kg/250 m², que supera la mitjana global d'1,0 Kg/250 m² (figura 12 i taula 10). Aquest valor és superior als dels llocs 1 i 2 de la mateixa zona segons el tests realitzats *a posteriori* (taula 11). És al lloc 3 de Na Popi a on es troba el major nombre d'individus d'entre 22 i 24 cm, que poden assolir un pes de 180 a 240 g (segons les conversions talla:pes de Morey *et al.*, 2003), i que constitueixen una proporció important de la biomassa total estimada per a aquesta espècie. Els valors menors s'han observat a Es Rajolí, amb una mitjana, molt baixa, de 275,5 g / 250 m², gairebé quatre vegades inferior a la mitjana total i fins a vuit vegades menor que la mitjana observada al lloc 3 de Na Popi.

La biomassa mitjana de les diferents zones, sense tenir en compte el cas extrem del lloc 3 de Na Popi, és de 591,2 g/250m², un valor que pot resultar bastant representatiu dels fons rocosos costaners d'aquest sector de Mallorca.

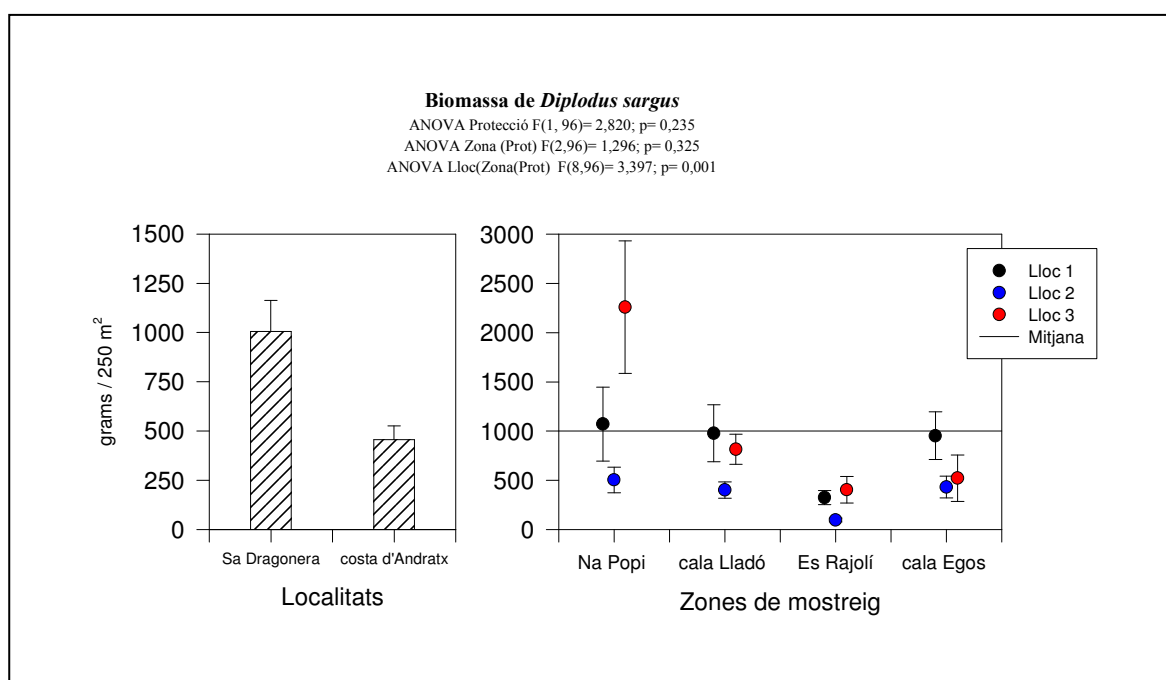


Figura 12. Biomassa mitjana de *D. sargus* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

Taula 10. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la biomassa (g) mitjana de *D. sargus*. 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 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
Protecció	8152723	1	8152723	2,820	0,235
Zona(Prot)	5781346	2	2890673	1,296	0,326
Lloc (Zona(Prot))	17848988	8	2231123	3,397	0,002
Error	63049737	96	656768		

Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Sa Dragonera		54	1004,951	1167,885	158,9290	686,1798	1323,722
Costa d'Andratx		54	455,449	521,075	70,9093	313,2227	597,675
Na Popi		27	1278,3	1499,8	288,6	685,0	1871,6
Cala Lladó		27	731,6	613,1	118,0	489,1	974,2
Es Rajolí		27	275,5	289,3	55,7	161,1	390,0
Cala Egos		27	635,4	634,5	122,1	384,4	886,3
Na Popi	1	9	1071,6	1126,2	375,4	206,0	1937,3
Na Popi	2	9	504,6	389,2	129,7	205,4	803,8
Na Popi	3	9	2258,6	2021,9	674,0	704,4	3812,7
Cala Lladó	1	9	977,8	867,0	289,0	311,4	1644,2
Cala Lladó	2	9	402,5	247,7	82,6	212,1	593,0
Cala Lladó	3	9	814,6	459,2	153,1	461,6	1167,5
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

Taula 11. Tests *a posteriori* entre les biomasses mitjanes de *D. sargus* dels diferents llocs estudiats (test per rangs de Newman-Keuls; p= 0,05).

Na Popi	Es Rajolí
Lloc 3 > (Lloc 1 = Lloc 2)	Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3
Cala Lladó	Cala Egos
Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3	Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3

3.3.3. La morruda. *Diplodus puntazzo*

Efecte de la protecció i de l'escala espacial

Densitat

L'abundància de *D. puntazzo* és en general baixa a les costes de la Mediterrània occidental si la comparem amb la dels seus congèneres el sard i la variada; per aquest motiu les densitats solen ser també baixes, als voltants d'un o dos ordres de magnitud inferiors.

Les densitats de morrudes observades a Sa Dragonera presenten valors mitjans de l'ordre de tres vegades superiors als de la costa mallorquina, encara que els transectes en els que no s'ha observat cap exemplar són freqüents, incrementant molt la variància en un mateix lloc i reduint així la potència de l'anàlisi (figura 13 i taula 12). El nivell de significància observat entre localitats ($p=0,03$) no és prou baix per rebutjar la hipòtesi nul·la degut a la manca d'homogeneïtat entre les variàncies. Això no obstant, la manca de diferències en els nivells zona i lloc ($p>0,25$) permet realitzar l'anàlisi directament entre la zona protegida i la costa mallorquina, integrant les sumes de quadrats dels diferents nivells espacials i els seus graus de llibertat. El resultat d'aquesta nova anàlisi directa, entre localitats, indica una diferència molt significativa ($p=0,003$) entre Sa Dragonera i la costa d'Andratx (taula 13).

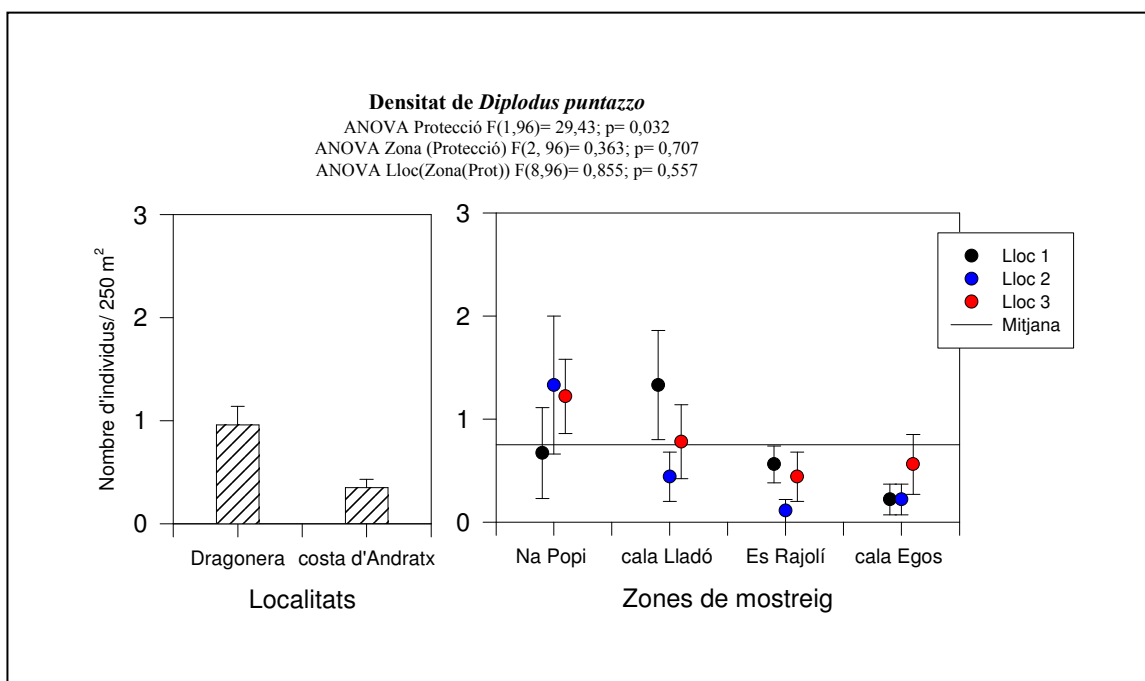


Figura 13. Densitats mitjanes de *D. puntazzo* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: localitat o protecció, zona i lloc.

Taula 12. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la densitat 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 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	
Protecció	10,083		1		10,083		29,432		0,032	
Zona(Prot)	0,685		2		0,343		0,363		0,707	
Lloc (Zona(Prot))	7,556		8		0,944		0,855		0,557	
Error	106,000		96		1,104					
Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup			
Sa Dragonera		54	0,96	1,35	0,18	0,60	1,33			
Costa d'Andratx		54	0,35	0,59	0,08	0,19	0,51			
Na Popi		27	1,074	1,492	0,287	0,484	1,664			
Cala Lladó		27	0,852	1,199	0,231	0,377	1,326			
Es Rajolí		27	0,370	0,565	0,109	0,147	0,594			
Cala Egos		27	0,333	0,620	0,119	0,088	0,579			
Na Popi	1	9	0,667	1,323	0,441	-0,350	1,684			
Na Popi	2	9	1,333	2,000	0,667	-0,204	2,871			
Na Popi	3	9	1,222	1,093	0,364	0,382	2,062			
Cala Lladó	1	9	1,333	1,581	0,527	0,118	2,549			
Cala Lladó	2	9	0,444	0,726	0,242	-0,114	1,003			
Cala Lladó	3	9	0,778	1,093	0,364	-0,062	1,618			
Es Rajolí	1	9	0,556	0,527	0,176	0,150	0,961			
Es Rajolí	2	9	0,111	0,333	0,111	-0,145	0,367			
Es Rajolí	3	9	0,444	0,726	0,242	-0,114	1,003			
Cala Egos	1	9	0,222	0,441	0,147	-0,117	0,561			
Cala Egos	2	9	0,222	0,441	0,147	-0,117	0,561			
Cala Egos	3	9	0,556	0,882	0,294	-0,122	1,233			

Taula 13. Anàlisi de la variància entre localitats (s'ha realitzat un *pooling* dels components zona, lloc i error) per a la densitat mitjana de *D. puntazzo*. S.Q: suma quadràtica, G.L: graus de llibertat, M.Q: mitjana quadràtica, F (estadístic F), p: nivell de significància.

	S.Q		G.L		M.Q		F		p	
Protecció	10,083		1,000		10,083		9,356		0,003	
Error	114,241		106,000		1,078					

Distribució de talles

A Sa Dragonera s'han observat més peixos amb talla grossa (> 22 cm) que a la costa d'Andratx (figura 14). Això no obstant, el nombre de peixos per classe de talla és molt baix en molts casos i minva la potència de l'anàlisi, que no indica diferències significatives entre les dues localitats. Les diferències entre les mitjanes, que es situen entre els 20 i els 22 cm, són baixes. El baix nombre d'individus no ha permès comparar les diferents zones dins cada localitat.

Diplodus puntazzo

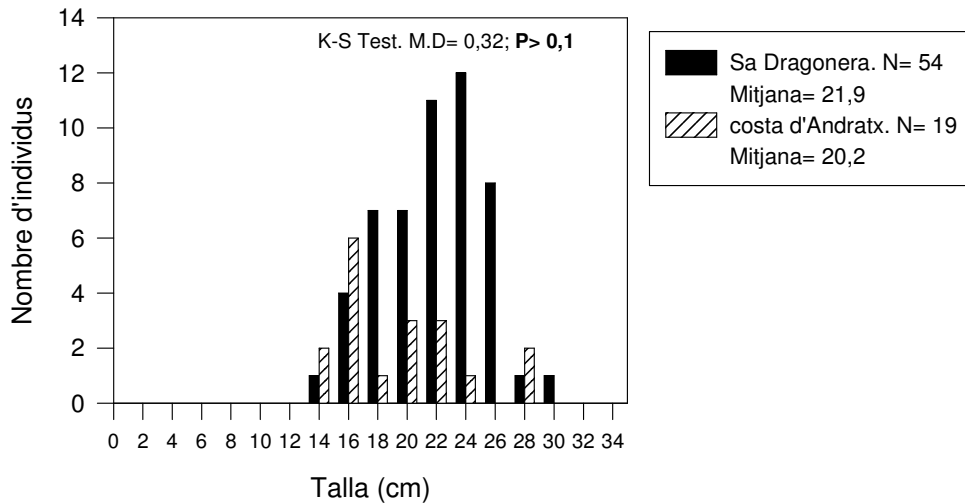


Figura 14. Distribució de freqüències de talla per a l'espècie *D. puntazzo* a l'illa de Sa Dragonera i a la costa veïna d'Andratx.

Biomassa

La biomassa de *D. puntazzo* a Sa Dragonera triplica l'observada a la costa d'Andratx (figura 15). Aquesta variable presenta una mitjana global relativament baixa, situant-se al voltant dels 100 g/250 m², xifra que només se supera a Sa Dragonera, concretament als llocs 2 i 3 de na Popi i al lloc 1 de cala Lladó (taula 14). La variància en aquests llocs és elevada, la qual cosa no permet diferenciar llocs i zones, ni, formalment, entre les diferents localitats o nivells de protecció, tot i haver una probabilitat d'error de tipus I sensiblement baixa, $p= 0,083$. Com fou el cas de la densitat, i fent un *pooling* dels diferents nivells encaixats (integració de les sumes quadràtiques dels nivells zona, lloc i error, i dels seus graus de llibertat), la biomassa mitjana de Sa Dragonera es pot considerar significativament superior a la de la costa d'Andratx (taula 15).

Biomassa de *Diplodus puntazzo*

ANOVA Protecció F(1, 96)= 10,56; p= 0,083

ANOVA Zona(Prot) F(2,96)= 0,95; p= 0,424

ANOVA Lloc(Zona) F(8,96)= 0,880; p= 0,536

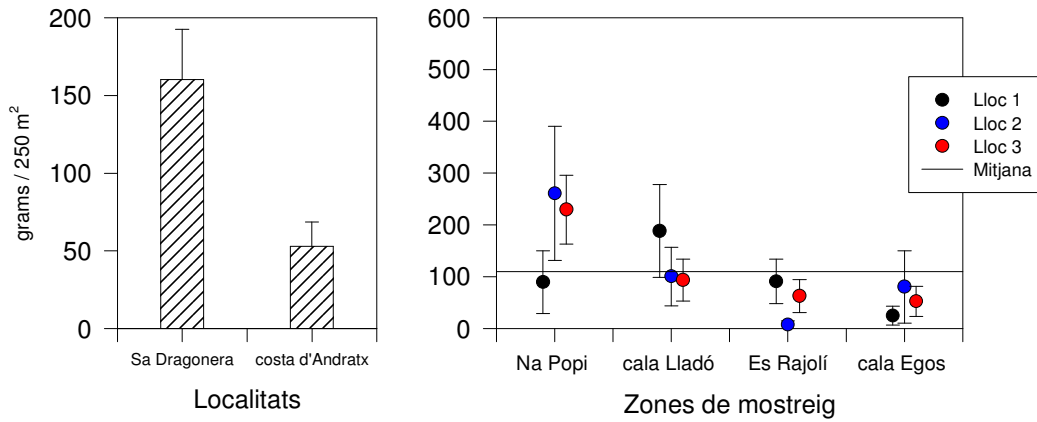


Figura 15. Biomassa mitjana de *D. puntazzo* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

Taula 14. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció) per a la biomassa (g) 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 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
Protecció	310983	1	310983	10,567	0,083
Zona(Prot)	58860	2	29430	0,956	0,424
Lloc (Zona(Prot))	246369	8	30796	0,880	0,536
Error	3357671	96	34976		

Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Sa Dragonera		54	160,33	236,82	32,23	95,69	224,97
Costa d'Andratx		54	53,01	114,13	15,53	21,86	84,16
Na Popi		27	193,3	273,2	52,6	85,3	301,4
Cala Lladó		27	127,3	193,5	37,2	50,8	203,9
Es Rajolí		27	53,5	96,3	18,5	15,4	91,6
Cala Egos		27	52,5	131,4	25,3	0,5	104,5
Na Popi	1	9	89,6	181,7	60,6	-50,1	229,3
Na Popi	2	9	260,9	388,8	129,6	-38,0	559,8
Na Popi	3	9	229,5	199,0	66,3	76,6	382,5
Cala Lladó	1	9	188,1	268,1	89,4	-18,0	394,2
Cala Lladó	2	9	100,5	169,9	56,6	-30,1	231,0
Cala Lladó	3	9	93,4	121,2	40,4	0,3	186,6
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

Taula 15. Anàlisi de la variància entre localitats (s'ha realitzat un *pooling* dels components zona, lloc i error) 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.

	S.Q	G.L	M.Q	F	p
Protecció	310983	1	310983	8,999	0,003
Error	3662899	106	34556		

3.3.4. L'anfós. *Epinephelus marginatus*

Efecte de la protecció i de l'escala espacial

Densitat

Les densitats mitjanes de Sa Dragonera i de la costa veïna d'Andratx no es poden diferenciar, tal com indica l'anàlisi de la variància (figura 16 i taula 16), però sí que existeixen diferències a mitjana escala espacial, entre zones concretes de la costa d'Andratx. La major densitat s'ha trobat en Es Rajolí amb 1,1 individus / 250 m² (i uns límits de confiança prou elevats, d'entre 0,7 i 1,5 individus), mitjana significativament superior a l'observada a cala Egos, amb només 0,4 individus/ 250 m² (taula 17). Ben al contrari, s'observa una certa homogeneïtat entre els llocs d'una mateixa zona (a una escala espacial de cents de metres).

Densitat d' *Epinephelus marginatus*

ANOVA Protecció F(1,96)= 0,221; p= 0,68
 ANOVA Zona(Protecció) F(2,96)= 12,61; p= 0,003
 ANOVA Lloc(Zona(Protecció)) F(8,96)= 0,309; p= 0,961

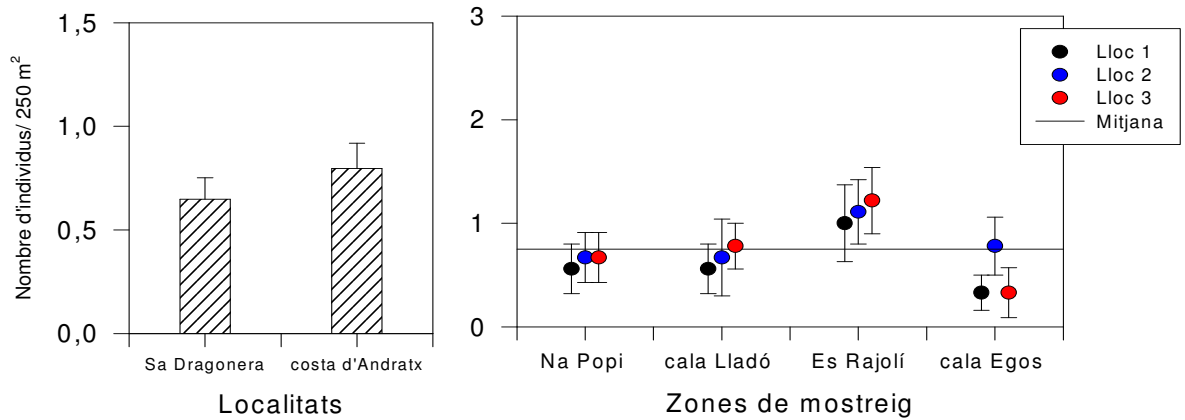


Figura 16. Densitats mitjanes de *E. marginatus* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: Localitat o Protecció, zona i lloc.

Taula 16. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la densitat mitjana de *E. marginatus*. 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 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
Protecció	0,593	1	0,593	0,221	0,685
Zona(Prot)	5,370	2	2,685	12,609	0,003
Lloc (Zona(Prot))	1,704	8	0,213	0,310	0,961
Error	66,000	96	0,688		

Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Sa Dragonera		54	0,648	0,756	0,103	0,442	0,855
Costa d'Andratx		54	0,796	0,898	0,122	0,551	1,041
Na Popi		27	0,630	0,688	0,132	0,358	0,902
Cala Lladó		27	0,667	0,832	0,160	0,338	0,996
Es Rajolí		27	1,111	0,974	0,187	0,726	1,496
Cala Egos		27	0,481	0,700	0,135	0,205	0,758
Na Popi	1	9	0,556	0,726	0,242	-0,003	1,114
Na Popi	2	9	0,667	0,707	0,236	0,123	1,210
Na Popi	3	9	0,667	0,707	0,236	0,123	1,210
Cala Lladó	1	9	0,556	0,726	0,242	-0,003	1,114
Cala Lladó	2	9	0,667	1,118	0,373	-0,193	1,526
Cala Lladó	3	9	0,778	0,667	0,222	0,265	1,290
Es Rajolí	1	9	1,000	1,118	0,373	0,141	1,859
Es Rajolí	2	9	1,111	0,928	0,309	0,398	1,824
Es Rajolí	3	9	1,222	0,972	0,324	0,475	1,969
Cala Egos	1	9	0,333	0,500	0,167	-0,051	0,718
Cala Egos	2	9	0,778	0,833	0,278	0,137	1,418
Cala Egos	3	9	0,333	0,707	0,236	-0,210	0,877

Taula 17. Comparacions *a posteriori* de les densitats mitjanes d' *E. marginatus* entre les diferents zones estudiades (test per rangs de Newman-Keuls).

	Na Popi 0,63	Cala Lladó 0,67	Es Rajolí 1,11	Cala Egos 0,48
Na Popi	-			
Cala Lladó	0,870	-		
Es Rajolí	0,088	0,051	-	
Cala Egos	0,513	0,691	0,031	-

Distribució de talles

La distribució de talles observada a Sa Dragonera no difereix significativament de la que s'ha trobat a la costa d'Andratx, amb mitjanes que es situen al voltant dels 25 cm en ambdues localitats (figura 17). Degut al baix nombre d'individus d'algunes classes de talla i a la presència d'individus superiors a 30 cm, les freqüències s'han agrupat en intervals de 4 cm. El rang de talles observat és ampli i se situa entre els 12 i els 56 cm, amb una major freqüència d'individus d'entre 12 i 24 cm, que es corresponen a peixos d'entre un i dos anys de vida (segons la relació talla – edat d'Harmelin-Vivien i Harmelin, 1998).

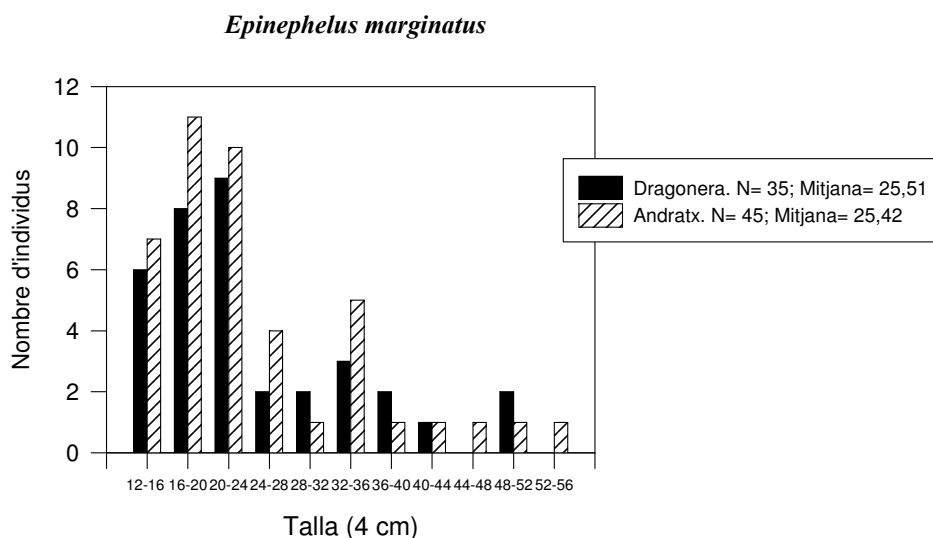


Figura 17. Distribució de freqüències de talla per a l'espècie *E. marginatus* a l'illa de Sa Dragonera i a la costa veïna d'Andratx.

En Es Rajolí és a on s'han observat les majors freqüències d'individus petits i grans. Així, es varen censar fins a sis individus de 16 cm i tres peixos d'una talla estimada entre 46 i 56 cm, que tot i ser escassos, es poden considerar d'una talla mitjana relativament gran pel que és normal a les poblacions superficials de les illes Balears (Ballesteros *et al.*, 2001, 2002, 2003; Garcia-Rubies i Coll, 2004 a,b; Ordines *et al.*, 2002). Les distribucions de freqüències de les diferents zones no presenten diferències significatives, tal i com era el cas de les localitats (figura 18).

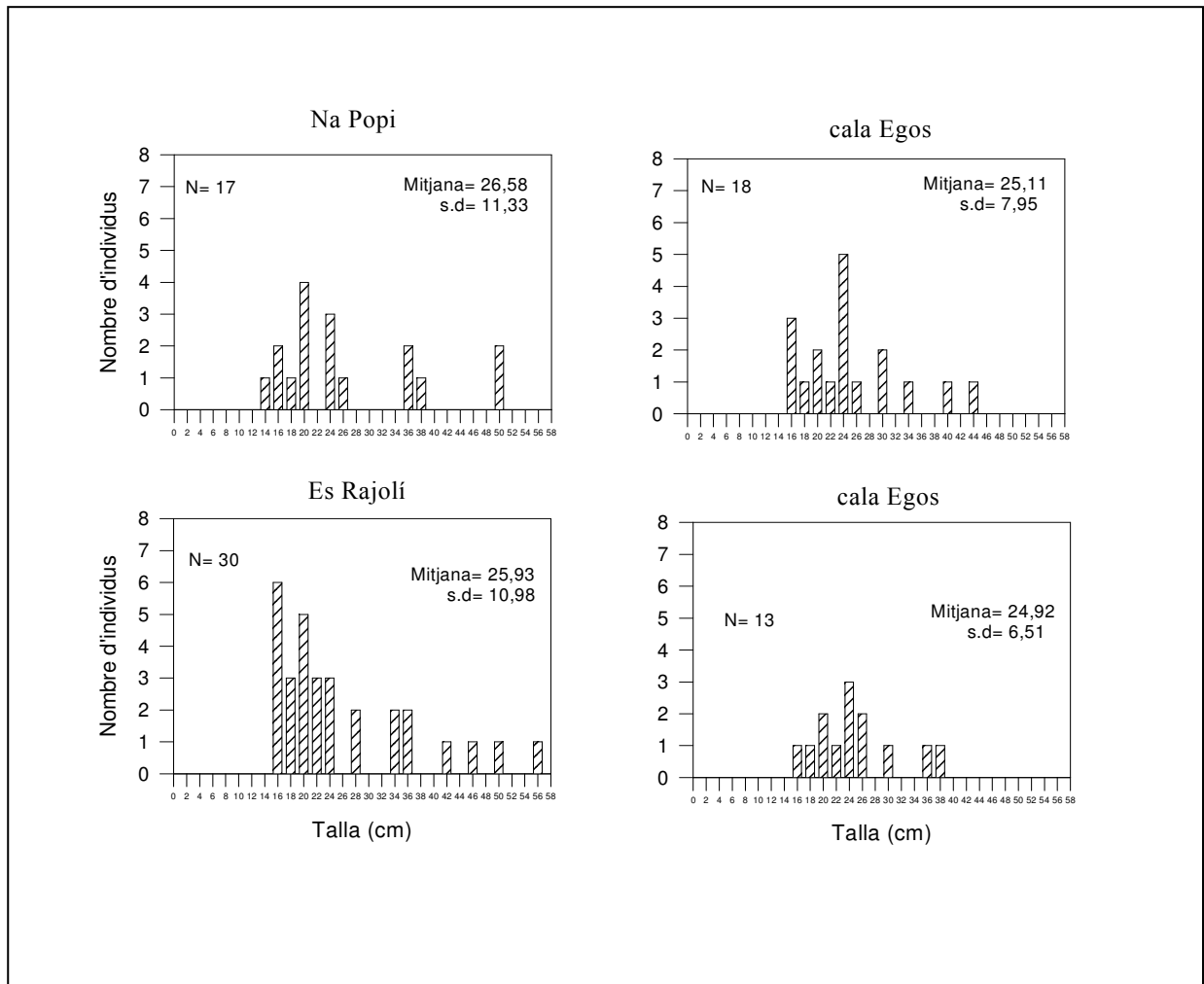


Figura 18. Distribució de freqüències de talla per a l'espècie *Epinephelus marginatus* a dues zones de l'illa de Sa Dragonera i a dues zones de la costa mallorquina veïna.

Biomassa

El resultat de l'anàlisi entre les biomasses mitjanes s'assembla més al que s'ha descrit per a la distribució de talles que no pas per a la densitat mitjana d'individus. Ni les localitats, ni les zones, ni els llocs presenten biomasses mitjanes diferents (figura 19 i taula 18). El fet que la zona d'Es Rajolí presentés més individus, però molts d'ells de talla petita (16 cm, reclutes de l'any), no implica una diferència significativa de la biomassa en aquesta zona respecte la resta. La presència aïllada d'algun individu de talla mitjana o grossa al lloc 3 d'Es Rajolí (figura 19), incrementa el valor mitjà fins a 925,5 g/250 m², un valor molt superior a la mitjana global, més aviat baixa, d'uns 300 g/250 m². Tot i això, els límits de confiança per a la mitjana en Es Rajolí són molt amples, situant-se entre els 200 i els 800 g/250 m², aproximadament (taula 18).

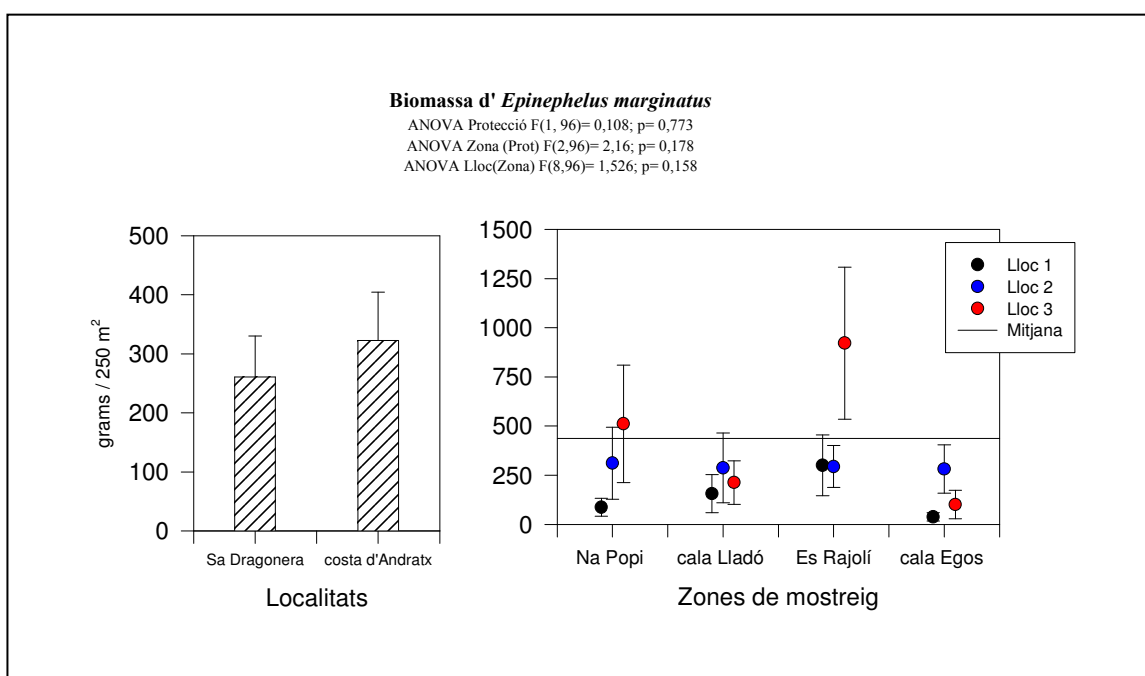


Figura 19. Biomassa mitjana d'*E. marginatus* per a cadascun dels diferents nivells contemplats a l'anàlisi de la variància: localitat o protecció, zona i lloc.

Taula 18. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció) per a la biomassa (g) mitjana d' *E. marginatus*. 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 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	
Protecció	102772		1		102772		0,108		0,773	
Zona(Prot)	1897366		2		948683		2,158		0,178	
Lloc (Zona(Prot))	3517626		8		439703		1,527		0,158	
Error	27650322		96		288024					
Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup			
Sa Dragonera			260,9	510,7	69,5	121,6	400,3			
Costa d'Andratx			322,6	602,5	82,0	158,2	487,1			
Na Popi		27	303,1	614,6	118,3	60,0	546,3			
Cala Lladó		27	218,7	387,5	74,6	65,4	372,0			
Es Rajolí		27	505,3	775,9	149,3	198,3	812,2			
Cala Egos		27	140,0	262,3	50,5	36,3	243,8			
Na Popi	1	9	86,8	135,7	45,2	-17,5	191,1			
Na Popi	2	9	311,1	550,9	183,6	-112,3	734,6			
Na Popi	3	9	511,5	896,8	298,9	-177,9	1200,9			
Cala Lladó	1	9	156,3	289,8	96,6	-66,5	379,1			
Cala Lladó	2	9	287,4	533,1	177,7	-122,3	697,2			
Cala Lladó	3	9	212,5	331,9	110,6	-42,6	467,6			
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. 4. La biomassa total de les espècies vulnerables a la pesca

3.4.1. La variació espacial

En general, la distribució de la biomassa total reflecteix el que ja s'ha vist amb les espècies més freqüents i abundants, amb unes variacions encara més pronunciades a petita escala (cents de metres), en llocs d'una mateixa zona que entre les dues grans localitats o entre les zones estudiades (figura 20 i taula 19). Tot i que la distribució de les dades (tant brutes com transformades amb l'arrel quadrada) no s'ajusta a la normalitat, la significació de l'anàlisi de la variància del factor encaixat (lloc) és prou forta com per no cometre un error de tipus I en establir diferències significatives en aquesta escala espacial. Els valors majors s'han observat a Sa Dragonera, amb $3,2 \pm 0,4 \text{ Kg}/250 \text{ m}^2$ a Na Popi i $2,3 \pm 0,4 \text{ Kg}/250 \text{ m}^2$ a Cala Lladó; mentre que a la costa d'Andratx els valors mitjans no han arribat mai als $2,0 \text{ Kg}/250 \text{ m}^2$ en ambdues zones.

Aquestes diferències són relativament petites si es comparen amb les que es troben als diferents llocs de Na Popi, on s'han observat els valors extrems de $1,9 \pm 0,3 \text{ Kg}/250 \text{ m}^2$, al lloc 2, i de $5,0 \pm 0,7 \text{ Kg}/250 \text{ m}^2$ al lloc 3. Les diferències observades entre els altres llocs dins cada zona no són significatives, malgrat l'elevat valor observat a la barra de cala Lladó (lloc 2), podent afirmar així que la heterogeneïtat a petita escala espacial ve determinada pels fons abrutes de Na Popi (taules 19 i 20).

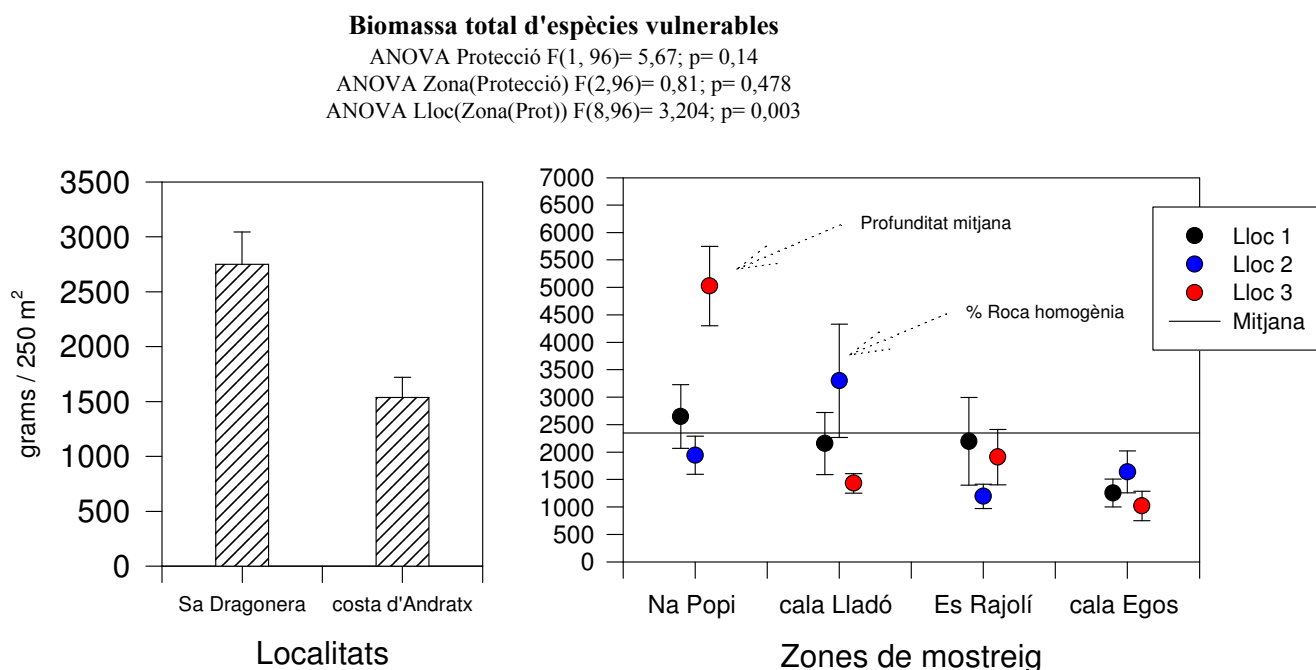


Figura 20. Anàlisi de la variància encaixat Lloc(Zona(Protecció)) per a un total de 108 mostres de biomassa dins 250 m². S'indiquen també els factors ambientals més característics dels llocs que presenten una major biomassa mitjana, analitzats posteriorment mitjançant la regressió múltiple.

Taula 19. Anàlisi de la variància encaixat Lloc (Zona(Protecció)) per a la biomassa (g) mitjana total 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 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
Protecció	39934566	1	39934566	5,672	0,140
Zona(Prot)	14081444	2	7040722	0,810	0,478
Lloc (Zona(Prot))	69532602	8	8691575	3,205	0,003
Error	260372221	96	2712211		

Localitat /Zona	Lloc	N	Mitjana	DE	EE	LC Inf	LC Sup
Sa Dragonera		54	2.750,70	2.157,40	293,58	2.161,84	3.339,56
Costa d'Andratx		54	1.534,54	1.354,97	184,39	1.164,70	1.904,37
Na Popi		27	3.205,90	2.127,12	409,36	2.364,44	4.047,36
Cala Lladó		27	2.295,51	2.129,03	409,73	1.453,29	3.137,72
Es Rajolí		27	1.765,98	1.668,77	321,15	1.105,83	2.426,12
Cala Egos		27	1.303,10	920,03	177,06	939,14	1.667,05
Na Popi	1	9	2.648,22	1.747,84	582,61	1.304,71	3.991,73
Na Popi	2	9	1.942,99	1.047,67	349,22	1.137,68	2.748,30
Na Popi	3	9	5.026,48	2.163,20	721,07	3.363,70	6.689,27
Cala Lladó	1	9	2.155,63	1.696,79	565,60	851,37	3.459,90
Cala Lladó	2	9	3.300,59	3.093,99	1.031,33	922,34	5.678,83
Cala Lladó	3	9	1.430,30	528,27	176,09	1.024,23	1.836,36
Es Rajolí	1	9	2.194,28	2.392,00	797,33	355,63	4.032,94
Es Rajolí	2	9	1.193,71	668,24	222,75	680,05	1.707,37
Es Rajolí	3	9	1.909,93	1.511,36	503,79	748,20	3.071,66
Cala Egos	1	9	1.254,05	760,17	253,39	669,73	1.838,37
Cala Egos	2	9	1.637,28	1.144,18	381,39	757,78	2.516,77
Cala Egos	3	9	1.017,96	802,59	267,53	401,04	1.634,89

Taula 20. Tests *a posteriori* entre les biomasses mitjanes totals als diferents llocs estudiats (test per rangs de Newman-Keuls; $p=0,05$).

Na Popi	Es Rajolí
Lloc 3 > Lloc 2 = Lloc 1	Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3
Cala Lladó	Cala Egos
Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3	Lloc 1 = Lloc 2 = Lloc 3

3.4.2. La influència dels diferents factors ambientals

El conjunt de variables ambientals que han estat mesurades expliquen una baixa proporció de la variància en la distribució de la biomassa dels 108 transectes realitzats. Aquest és un resultat que es pot esperar pel fet que les estacions de mostreig es trien *a priori*, en funció d'una sèrie de

característiques comunes. En el model de regressió múltiple, el recobriment de *Posidonia*, la profunditat mitjana, el percentatge de roca homogènia, i la rugositat són, en aquest ordre, les variables que expliquen un 30% aproximat de la variació total ($R^2 = 0,27$). A la taula 21 es pot comprovar com la variable que més pesa en el model és el recobriment de *Posidonia*, amb una correlació parcial negativa amb la biomassa de $R = -0,33$. En alguns dels llocs estudiats, la presència d'un cert percentatge de *Posidonia* és ineludible entre els ambients predominantment rocosos. Quan la proporció de *Posidonia* augmenta, la biomassa tendeix a minvar. Les variables que presenten una correlació positiva amb la biomassa, i s'inclouen de forma significativa dins el model, són la profunditat mitjana, la roca homogènia i la rugositat (taula 21).

Taula 21. 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.

Variable ambiental	R^2 múltiple	Significància	R parcial	Nombre de variables incloses
Posidònia	0,111	0,000	- 0,332	1
Profunditat Mitjana	0,174	0,005	0,319	2
Roca Homogènia	0,236	0,004	0,200	3
Rugositat	0,274	0,021	0,277	4
Blocs Mitjans	0,291	0,122 n.s	0,09	5

A la figura 21 es pot comprovar com la biomassa tendeix a créixer en funció de la profunditat (primera variable amb correlació positiva inclosa en el model) però amb una gran variància, que s'explica perquè hi ha un bon nombre de transsectes profunds amb biomasses baixes i també transsectes més superficials amb biomasses elevades. El mateix passa amb les altres variables incloses dins el model, la qual cosa indica una certa variabilitat en la distribució dels peixos dins l'ambient estrictament rocós que s'ha estudiat. En aquest sentit, s'ha de dir que una gran part de la biomassa ve determinada per l'abundància de sards i variades, uns peixos que poden considerar-se relativament ubics i poc lligats, en general, a una variable determinada del substrat rocós.

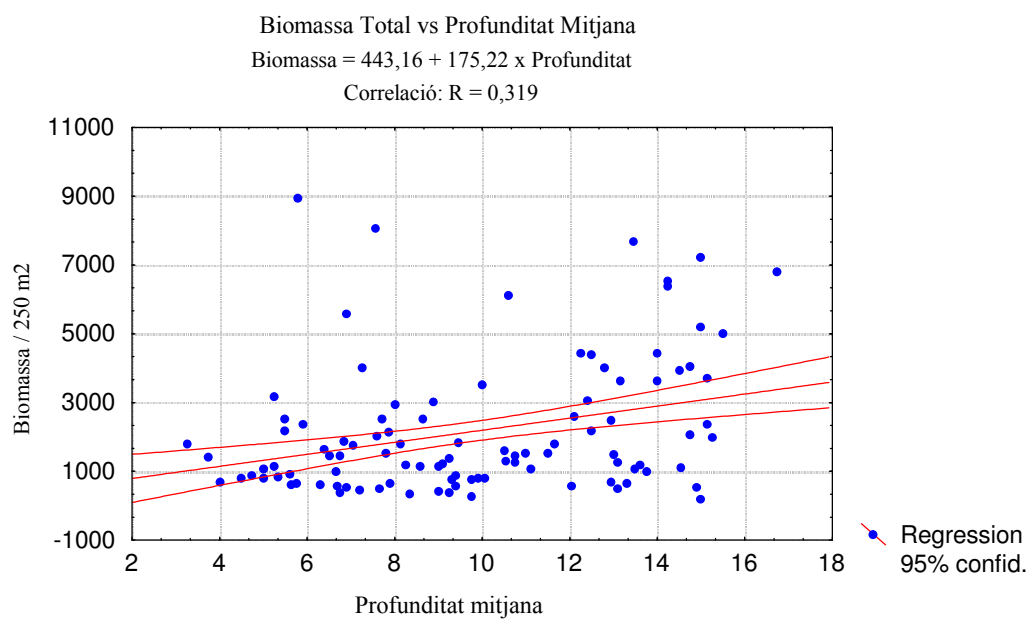


Figura 21. Variació de la biomassa d'espècies vulnerables amb la profunditat mitjana dels transectes

5. COMENTARIS I CONCLUSIONS

1. El gruix dels resultats que hom considera indicadors de l'estat de conservació d'una població o comunitat, ratifiquen en bona part la manca d'una protecció efectiva per als peixos de Sa Dragonera. Així mateix, alguns resultats observats a Sa Dragonera, s'aproximen més als d'àrees protegides (parcs i reserves marines) que no els observats a la costa sudoest mallorquina.
2. La major part de les diferències observades s'han produït a petita escala espacial; és a dir, les diferències entre llocs dins una mateixa zona han estat superiors a les diferències entre Sa Dragonera i la costa d'Andratx.
3. El nombre mitjà d'espècies vulnerables no ha presentat diferències entre les dues localitats ni entre les quatre zones estudiades, quan es tracta d'una de les variables més importants en respondre a l'efecte de la protecció. Només als llocs de mostreig 3 i 2 de Na Popi i cala Lladó, respectivament, s'han observat nombres mitjans superiors a les quatre espècies per transecte, semblants als observats al Parc Nacional de Cabrera (Coll i Grau, 2002) i a les reserves marines del nord de Menorca i dels Freus d'Eivissa i Formentera (Garcia-Rubies i Coll, 2004 a,b).
4. La pràctica totalitat de les espècies vulnerables observades coincideix amb les llistades per Deudero *et al.*, (2002) en un estudi comparatiu realitzat entre els hàbitats rocosos i els hàbitats mixts de roca i posidònia de Sa Dragonera i de la zona veïna d'influència. Tan sols l'espàrid *Dentex dentex*, molt important des del punt de vista pesquer, apareix en els inventaris d'aquest autors i no en els nostres, com ara, i en el sentit contrari, els espàrids *Diplodus cervinus* i *Sparus aurata*, i el muraenid *Gymnothorax unicolor*. Es tracta per tant d'espècies que com moltes altres (*S. scrofa*, *M. rubra*, *E. costae*, *P. phycis*) tenen una dificultat intrínseca per ser descrites a nivell poblacional, dificultat que s'accentua dins zones no protegides en presentar freqüències i densitats molts baixes.
5. Tant en el treball de Deudero *et al.* (2002) com en aquest, les espècies considerades com a vulnerables o quasi amenaçades en el llibre vermell dels peixos de les Balears Mayol *et al.*, (2000) han estat molt escasses en els inventaris.
6. Les espècies més comunes han permès l'obtenció de dades sobre les densitats, distribucions de talles i biomasses, la qual cosa permet situar i valorar el seu estat de conservació a escala balear. En aquest sentit cal remarcar el següent:
 - 6.1. La densitat de *D. vulgaris* a Sa Dragonera és superior a l'observada a indrets més septentrionals de la mateixa costa de Tramuntana mallorquina, com ara el Cavall Bernat, la Punta de la Sal o cala Extremer (segons Ordines *et al.*, 2002), o a la de zones protegides com la reserva del nord de Menorca (Garcia-Rubies i Coll, 2004 a). La densitat és, però, molt menor a l'observada a Cabrera, que, a fondàries comparables, se situa entre els 35 i els 55 individus per transecte (Coll i Grau, 2002 i Reñones *et al.*,

1999). La talla mitjana per a *D. vulgaris* a Sa Dragonera és netament inferior a la descrita en àrees protegides mentre que la biomassa mitjana només s'assembla a la d'aquestes àrees en els llocs on l'abundància és elevada (ex: llocs 1 i 3 de Na Popi i lloc 2 de cala Lladó).

- 6.2. No hi ha diferències entre la densitat mitjana de sards (*D. sargus*) a Sa Dragonera i a la costa d'Andratx. Així mateix, és important dir que aquesta densitat és molt superior a la de zones amb una manca absoluta de reclutament, com és el cas de molts illots de l'arxipèlag de Cabrera o el de l'Espardell a Formentera (Garcia-Rubies, 1993; Garcia-Rubies i Coll, 2004 b; Reñones *et al.*, 1999). La talla mitjana dels sards és superior a Sa Dragonera, però la biomassa mitjana presenta diferències importants a petita escala espacial sense que es diferenciïn les dues localitats estudiades. Si es compara la biomassa mitjana de Sa Dragonera amb les dades obtingudes a la costa d'Andratx, a la costa nord de Mallorca (Ordines *et al.*, 2002) i a les zones protegides abans esmentades, es pot dir que aquest descriptor es troba a mig camí entre les zones explotades i el de les reserves i parcs marins de les Illes Balears.
- 6.3. La densitat i biomassa mitjanes de la morruda (*D. puntazzo*) són superiors a Sa Dragonera. Els valors mitjans de biomassa (al voltant dels 100 g/250 m²), permeten afirmar que l'estat de conservació d'aquesta espècie a Sa Dragonera es troba en un nivell intermedi, entre els valors al voltant dels 250 g/250 m² de les reserves marines de Menorca, Formentera i Parc Nacional de Cabrera, i els de la costa d'Andratx (cala Egos i Es Rajolí) i nord de la serra de Tramuntana mallorquina (Ordines *et al.*, 2002), on les mitjanes, molt inferiors, se situen al voltant dels 50 g/250 m².
- 6.4. L'anfós *E. marginatus* és una espècie molt indicadora de l'estat de conservació d'una àrea. En el cas de Sa Dragonera, s'ha demostrat que aquest estat de conservació és baix, indiferenciable del d'altres localitats de Balears sotmeses a explotació. La freqüència d'individus de talla superior a 40 cm és molt baixa, i aquesta situació és similar a molts indrets de la costa mallorquina, com ara la costa d'Artà, o del Migjorn (del cap Blanc a cala Figuera de Santanyí) (segons Ballesteros *et al.*, 2003 i Garcia-Rubies i Coll, 2003). Aquestes dades es tradueixen en que l'esperança de vida més probable per a un anfós acabat d'assentar, difícilment supera els quatre anys, quan el potencial real de vida per a aquesta espècie és de fins a 50 anys (Chauvet, 1988). Aquest fet és especialment remarcable a Sa Dragonera degut a la continuïtat que presenten els fons rocosos entre les zones somes i les més pregones, característica que no és comuna a tot el sublitoral balear, i que com es demostrà al Parc Nacional de Cabrera, hauria de facilitar una recuperació de les poblacions superficials per l'anomenat efecte refugi (Francour, 1994; Coll *et al.*, 1998). En resum, hauríem de ser crítics amb l'aplicació de les mesures de protecció d'*E. marginatus* en funció de la

legislació que ha estat vigent a Balears durant 9 anys, que estableix la talla mínima de captura en 45 cm (Reglament CE 1626/94 de 27/06/94), i, de forma especial, en aigües situades dins la zona d'influència d'un Parc Natural, com n'és el cas de Sa Dragonera.

7. La biomassa total d'espècies vulnerables ha seguit el patró indicat per les espècies que més contribueixen en aquest sentit, és a dir, la biomassa d'espàrids nectobentònics de la categoria 3 (segons Harmelin, 1987). Per tant, les diferències observades han estat molt pronunciades a petita escala espacial, creant-se una variància important dins cada zona i localitat. Tant és així, que els valor mitjans de Sa Dragonera, al voltant dels 2750 g/250 m² en front dels 1500 g/250 m² de la costa d'Andratx, no han estat estadísticament diferents. A part de l'efecte negatiu del recobriment de posidònia, altres factors com la fondària o el percentatge de roca homogènia han explicat una proporció baixa de la variància per a la biomassa total de peixos de roca; encara que és a les zones on aquestes variables assoleixen els valors màxims on s'han obtingut els millors resultats pel que fa al nombre d'espècies, i la densitat o la biomassa de diverses espècies.
8. El conjunt de resultats observats en el present estudi són esperables en el context del Pla de Regulació d'Usos i Gestió del Parc Natural de Sa Dragonera (BOIB; Núm. 73 de 19/06/2001. El PRUG de Sa Dragonera no introdueix mesures significatives dins la zona d'influència marina. La prohibició de pescar amb canya des de terra afecta només a la costa oriental de l'illa, donat que la occidental és molt inaccessible per a la pràctica d'aquesta modalitat. Així mateix, aquesta limitació està afectant a un grup de pescadors que de per sí ja disposen d'embarcació per tal d'arribar a les pesqueres, per la qual cosa la disminució de l'esforç d'extracció a tota la zona d'influència marina es pot considerar baix.
9. En qualsevol cas, les diferències observades en els diferents nivells espacials estudiats, no afecten al disseny d'un estudi destinat a documentar possibles variacions temporals de les poblacions de peixos deguts a un canvi en la gestió. Aquesta relació causa-efecte, implica una evolució diferent dels descriptors o, dit d'una altra manera, d'una interacció entre el nivell de protecció i el temps, a partir de les dades de base que es forneixen en aquest estudi.

6. BIBLIOGRAFIA CITADA AL TEXT

BALLESTEROS, E., GARCIA-RUBIES, A., CEBRIÁN, E., COLL, J., 2001. Estudi sobre la cartografia, biodiversitat i efecte reserva en tres reserves de les Illes Balears. Technical report of CEAB-CSIC. Blanes, Spain.

BALLESTEROS, E., GARCIA-RUBIES, A., CEBRIÁN, E., COLL, J., 2002. Estudi sobre la cartografia, biodiversitat i efecte reserva en tres reserves de les Illes Balears. Technical report of CEAB-CSIC. Blanes, Spain.

BALLESTEROS, E., GARCIA-RUBIES, A., CEBRIÁN, E., 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.

BALLESTEROS, E., CEBRIÁN, A., GARCIA i J. COLL. 2003. Estudi sobre la bionomia bentònica i les comunitats de peixos en el Parc de Llevant-Artà i la reserva de Migjorn. Informe tècnic del CEAB-CSIC. 90 pàg.

BELL, J.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 i A. GRAU. 2002. Informe tècnic sobre la campanya de censos visuals al Parc Nacional de Cabrera l'agost de 2002. Direcció General de Pesca. Govern de les Illes Balears.

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

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

CHAUVET, C. 1988. Étude de la croissance du mérout *Epinephelus guaza* (Linné, 1758) des côtes tunisiennes. *Aquat. living Resour*, 1:277-288.

DEUDERO, S., FRAU, A., ALOU, LL i SÀNCHEZ, S. 2002. Memòria del projecte: caracterització de les comunitats íctiques de fons rocós del Parc Natural de Sa Dragonera. Informe Tècnic. Universitat de les Illes Balears. Laboratori de Biologia Marina.

FRANCOUR, P. 1991. Ichtyofaune de la reserve naturelle de Scandola (Corse Méditerranée nord-occidentale). Influence spatiale et temporelle de l'effect 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 & 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.

GARCÍA-RUBIES, A i J. COLL. 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.

GARCÍA-RUBIES, A i J. COLL. 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*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.

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

GARCIA-RUBIES, A.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.).

GOÑI, R. i J. COLL. 2003. Les Reserves Marines de les Illes Balears. Quadern de pesca 7^è, 119 pp. Conselleria d'Agricultura i Pesca, Govern de les Illes Balears, Palma de Mallorca, Spain.

GRAU, A.M. 1999. Inventari de la fauna ictiològica del freu de sa Dragonera (Mallorca, Mediterrània Occidental). *Bulletí Científic dels Parcs Naturals de les Balears.*, pàgs: 67-72.

GREENE, L.E. & W.S. ALEVIZON. 1989. Comparative Accuracies of Visual assesment methods for coral reef fishes. *Bull. Mar. Sci*, 44: 899-912.

GUBBAY, S., 1995. *Marine Protected areas. Principles and techniques for management*. Chapman & Hall Eds. London. 232 pp.

HALL, S.J., 1998. Closed areas for fisheries management - the case consolidates. *TREE.*, 13: 297-298.

HARMELIN, J-G & M. HARMELIN-VIVIEN. 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 Mérus de Méditerranée, novembre 1998, Embiez, France. Pages 83-94.

HARMELIN, J-G. 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rochouse protégée en Méditerranée (Parc national de port Cros, France). *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 8: 263-284.

HARMELIN, J-G., BACHET, F & 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 y G. LASSERRE, 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol (Terre Vie)*. 40: 467-539.

HURLBERT, S. J. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs*, 54: 187-211.

JIMENEZ, S., CANO, R., BAYLE, J., RAMOS, A., & SANCHEZ-LIZASO, J.L. 1996. Las praderas de *Posidonia oceanica* (L.) Delile como zona de protección de juveniles de especies de interés comercial. Resúmenes del Congreso de la XII Bienal de la RSEHN. Madrid marzo 1996. Pag. 224.

JOUVENEL, J-Y & D.A POLLARD. 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, along a rocky coast in the northwestern Mediterranean Sea. *Aquat Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 11: 1-9.

KELLEHER, G y R. KENCHINGTON. 1992. *Guidelines for establishing Marine Protected Areas*. 4th Congress on National Parks and Protected Areas, Caracas, Venezuela. I.U.C.N. Eds. 90 pp.

LAUCK, T; CLARK, C.W; MANGEL, M y G.R. MUNRO, 1998. Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves. *Ecol. Appl.*, 81: s72-s78.

LINDE, M. 1997. Memòria d'avaluació de la beca sobre "estudi dels recursos pesquers del freu de la Dragonera". Informe tècnic. Direcció General de Pesca. Palma de Mallorca, Spain.

LUCKHURST, B.E y K. LUCKHURST, 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Mar. Biol.*, 49: 317-323.

M.A.P.A, 1995. *Estudios sobre áreas marinas protegidas e islas del Mediterráneo español*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Pesca Marítima. Madrid, 102 pp.

MACPHERSON, E., A. GARCÍA-RUBIES & A. GORDOA. 2000. Direct estimation of natural mortality rates for littoral marine fishes using populational data from a marine reserve. *Marine Biology*, 137: 1067–1076.

MASSUTI, M., 1965. Estudio de los fondos de pesca de Baleares. Nota 1ª. Ciclo anual de los peces de las praderas de *Caulerpa* y *Posidonia* capturados por un pequeño arte de arrastre en la Bahía de Palma de Mallorca. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 119: 1-57.

MAYOL, J. GRAU, A.M., RIERA, F & OLIVER, J. 2000. Llista vermella dels peixos de les Balears. Quadern de pesca nº 4. 126 pp. Conselleria d'Agricultura i Pesca. Govern de les Illes Balears.

MOREY, G., J. MORANTA., E. MASSUTI, A. GRAU, M. LINDE, F. RIERA & B. MORALES-NIN. 2003. Weight-length relationship of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62: 89-96.

ORDINES, F., A. SUAUI i A. LERYCKE. 2002. Estudi de les espècies vulnerables de la ictiofauna a la zona de cala Sant Vicenç (Pollença), Cavall Bernat, cala Extremer i Punta de la sal. Informe Tècnic de l'Àrea de Medi Ambient de l'Excel·lentíssim Ajuntament de Pollença. 58 pàg.

PLAN DEVELOPMENT TEAM., 1990. *The potential of marine fishery reserves for reef fish management in the U.S. Southern Atlantic*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-261, 40p.

M. PONS. *Flora i fauna marines*. En: Sa Dragonera Parc Natural. Ed. Consell Insular de Mallorca. FODESMA, pàg: 61-84.

REÑONES, O., E. MASSUTI, J. MORANTA, J. COLL & I. MORENO. 1995. Fish fauna of *Posidonia oceanica* seagrass meadows in Palma Bay (Balearic Islands). *Cybium* 19 (2): 201-206.

REÑONES, O., R. GOÑI, M. POZO & S. DEUDERO. 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. 1st International Workshop on Marine Reserves, Murcia (Spain). March, 1999.

SALM, R.V y J.R. CLARK, 1984. *Marine and coastal protected areas: a guide for planners and managers*. IUCN, 302 pp.

SOKAL, R.R., 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.