

La Reserva Marina de la Badia de Palma

Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós al 2021

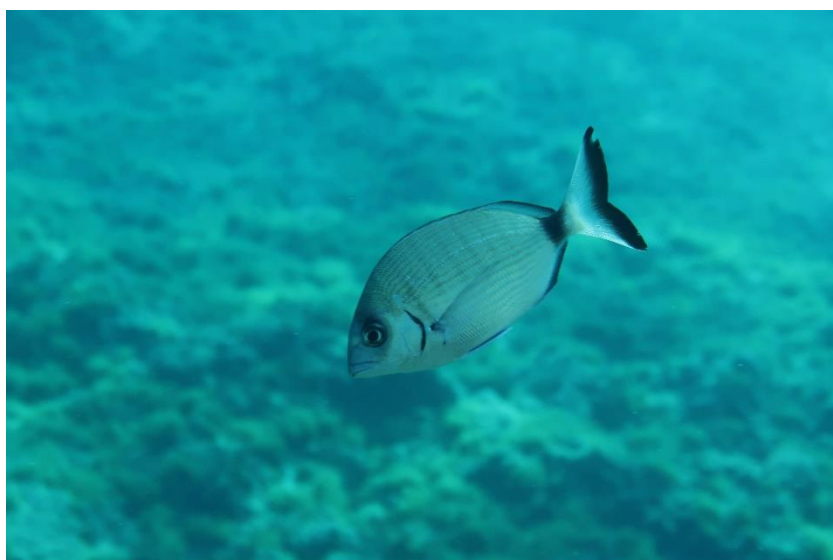


G CONSELLERIA
O AGRICULTURA,
I PESCA I ALIMENTACIÓ
B SERVEIS MILLORA
/ AGRÀRIA I PESQUERA



UNIÓN EUROPEA

FONDO EUROPEO MARÍTIMO
Y DE PESCA (FEMP)



Autors: Gabriel Morey¹, Josep Coll¹, Oliver Navarro², Maria Arpa¹

1: Tragsatec

2: Serveis de Millora Agrària i Pesquera



Citar com:

Morey G., J. Coll, O. Navarro i M. Arpa. 2021. La Reserva Marina de la Badia de Palma. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós al 2021. Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 30 pàgines.

INDEX

RESUM EXECUTIU.....	1
1. INTRODUCCIÓ.....	3
2. ÀREES D'ESTUDI I METODOLOGIA.....	4
2.1. L'àrea d'estudi i el disseny de mostreig.....	4
2.1.1. Els llocs d'estudi.....	4
2.1.2. La presa de dades.....	5
2.2. Tractament estadístic de les dades.....	9
3. RESULTATS.....	11
3.1. Variació espacial dels indicadors dins la reserva integral.....	11
3.1.1. Les espècies i la riquesa.....	11
3.1.2. L'abundància de peixos.....	13
3.1.3. La biomassa d'espècies demersals.....	15
3.1.4. La distribució de biomassa entre les espècies.....	17
3.1.5. La biomassa d'espècies d'elevat nivell tròfic.....	18
3.2. Comparació espacial dels indicadors entre la reserva integral i les zones control.....	20
3.2.1. Les espècies i la riquesa.....	20
3.2.2. L'abundància de peixos.....	22
3.2.3. La biomassa d'espècies demersals.....	23
3.2.4. La distribució de biomassa entre les espècies.....	25
3.2.5. La biomassa d'espècies d'elevat nivell tròfic.....	26
4. CONCLUSIONS.....	27
5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	29

RESUM EXECUTIU

La campanya de seguiment de la Reserva Marina de la Badia de Palma (RMBP) del 2021 es va dur a terme del 27 d'abril al 13 de maig. Es varen realitzar censos visuals en immersió a 4 llocs situats dins la reserva integral, i dos llocs control situats fora de la reserva, a la zona del Cap Regana. Aquest seguiment s'ha dut a terme a l'estrat superficial, entre 3 i 15 m de profunditat. En total s'han realitzat 24 transsectes de 50x5 m (250 m²), cobrint una àrea de 6000 m².

El disseny de mostreig ha diferit del d'anys anteriors degut a que l'objectiu principal d'aquesta campanya ha estat incrementar la informació dins la reserva integral, afegint dos nous llocs d'estudi, la qual cosa permetrà millorar el model de la capacitat de càrrega que ofereixen les zones tancades a la pesca a les Illes Balears. D'altra banda, el mostreig de les dues zones control ha permès avaluar les diferències degudes a la protecció, tot i que en aquest informe només es presenta una anàlisi espacial (llocs protegits vs. no protegits), i no l'evolució temporal d'uns i altres.

Els quatre indicadors avaluats han mostrat valors baixos. La riquesa d'espècies ha estat de $3,1 \pm 0,2$ espècies/250m² a dins la reserva integral i de $1,6 \pm 0,3$ espècies/250m² a la zona control. La densitat d'espècies demersals ha estat de $56 \pm 13,5$ individus/250m² a la reserva integral i de $8,1 \pm 2,5$ individus/250m² als controls. La biomassa ha mostrat valors de $3,2 \pm 0,4$ kg/250m² a dins la reserva integral, i de $0,4 \pm 0,2$ kg/250m² a les zones control. Per últim, la biomassa d'espècies demersals amb nivell tròfic elevat ha resultat de $0,5 \pm 0,2$ kg/250m² a dins la reserva, mentre que no se n'ha observat cap a les zones control. La biomassa total, presa com a principal indicador per a avaluar l'estat de les poblacions de peixos i, a l'hora, els efectes de la protecció, presenta uns valors baixos en el marc de les àrees marines protegides de les Illes Balears, i similars als obtinguts els anys 2011 i 2017, però inferiors al màxim assolit el 2019 ($5,6 \pm 0,14$ kg/250m²). La RMBP presenta un hàbitat que podem qualificar de limitant per a l'establiment de poblacions abundants de peixos sedentaris de fons rocosos litorals, com són l'anfós, l'escorball, la morena o el cap-roig. La causa d'això és l'escassetat de fons rocosos, que es troben circumscrits a un cinturó molt estret i a molt poca fondària dins l'hàbitat infralitoral, i que a més presenten baixa connectivitat amb altres zones de roca. Així, les espècies més importants, tant en termes d'abundància com de biomassa, han estat el sard *Diplodus sargus* i la variada *Diplodus vulgaris*, la dominància de les quals caracteritza les zones obertes a la pesca o

aquelles amb baix potencial per a l'establiment d'espècies sedentàries i/o longeves. Amb tot, s'han detectat diferències entre la reserva integral de la RMBP i la zona del Cap Regana, presa com a control, on els valors dels indicadors analitzats han estat notablement inferiors.

1. INTRODUCCIÓ

Mitjançant el Decret del 5 de novembre de 1982, el Consell Executiu del Consell General Interinsular va declarar reserva marina la zona compresa entre el Club Nàutic de s'Arenal i el cap Regana, i facultà el conseller de Transports, Comunicacions i Pesca per dictar les ordres necessàries per a la regulació de les activitats a desenvolupar dins la zona de reserva. No obstant això, fins el 1999 no es va publicar l'Ordre del Conseller d'Economia, Agricultura, Comerç i Indústria, de 6 d'agost, per la qual es regularen les activitats a desenvolupar dins la reserva marina, definint-se els límits geogràfics de la reserva i de la reserva integral, i establint una primera regulació per a la pesca d'arts menors, la pesca submarina i la pesca recreativa, a l'hora que definia una llista d'espècies protegides al seu interior. Així mateix, al seu article 5, l'ordre esmentava que la Direcció General de Pesca definiria anualment les modalitats i períodes d'utilització dels arts i ormeigs autoritzats als pescadors professionals i esportius i, depenent dels resultats del seguiment de la zona, podria establir anualment períodes de veda per a la caça submarina i la pesca recreativa de superfície. L'establiment de vedes espacials i temporals per a la pesca professional i recreativa dins la Reserva Marina de la Badia de Palma (RMBP) s'ha dut a terme mitjançant resolucions publicades entre 2001 i 2015, així com per l'Ordre de la Consellera d'Agricultura i Pesca d'1 de setembre de 2006, la qual també amplià l'àrea de protecció especial.

Des de l'any 2000, la Direcció de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears n'ha dut a terme el seguiment dels recursos pesquers, tant mitjançant pesques experimentals (Morales-Nin et al., 2004) com censos visuals en immersió. La campanya de mostreig realitzada el 2021 s'afegeix a les nou anteriors que es varen dur a terme entre 2000 i 2019 (Grané-Feliu et al., 2019).

En aquest informe es presenten els resultats de la campanya de censos visuals efectuada entre el 27 d'abril i el 13 de maig de 2021. L'objectiu d'aquesta campanya ha estat doble. Per una banda, s'ha abordat una ampliació del nombre de llocs o estacions d'estudi en l'estrat superficial de fondària (5-15 m), passant dels 2 llocs tradicionals a 4 llocs. Aquest objectiu està emmarcat dins un projecte de major abast, a escala balear, on es pretén conèixer la variació de la biomassa verge (no pescada) dins les zones de màxima protecció o reserves integrals. Dels estudis citats anteriorment es coneix prou bé que la reserva integral de la Reserva Marina de la Badia de Palma ha mostrat sempre valors baixos de biomassa de peixos respecte altres indrets de màxima protecció dins la Xarxa Balear

d'AMPs, de la qual cosa es desprèn que el nivell de protecció *per se*, no és un bon predictor de la biomassa de peixos. Conèixer altres factors implicats en aquesta variació era una tasca pendent. Tot i que ja es va abordar aquesta problemàtica en l'estudi de Coll *et al.*, (2013), l'increment de biomassa observat a altres reserves marines, transcorreguts més de 15 anys de protecció total, feia necessari actualitzar els resultats i ampliar l'escala espacial d'estudi. Això ens permetrà determinar els condicionants locals per assolir una capacitat de càrrega (Coll *et al.*, 2012) i determinar a partir d'ella punts de referència a llocs explotats (Caddy i Mahon, 1995; McClanahan *et al.*, 2011, 2019). L'esforç de mostreig ha estat més enfocat per tant en conèixer la variació a mitjana escala espacial, entre llocs separats cents de metres dins de la reserva integral, que no a nivell local, tal com es feia en el seguiment. En aquest informe tècnic es presenten els resultats preliminars d'aquest estudi de major abast espacial.

D'altra banda, també s'ha avaluat l'efecte de la protecció, comparant els dos llocs tradicionals dins la zona de reserva integral amb les dos llocs control, situats fora de la reserva. S'ha obviat l'anàlisi temporal degut a la diferent replicació (nombre de transectes per lloc) efectuada en la campanya de 2021 respecte d'anys anteriors.

2. ÀREES D'ESTUDI I METODOLOGIA

2.1. L'àrea d'estudi i el disseny de mostreig

2.1.1. Els llocs d'estudi

La RMBP ocupa una àrea de 2.394 ha marines (Figura 2.1) i està dividida en dos nivells de protecció: la reserva integral, que abasta prop de 300 ha, i la reserva parcial. Dins la reserva integral es varen seleccionar quatre llocs de mostreig: els dos tradicionals (assenyalats com R1 i R2, i localitzats als Corbmarins i al Cap Negret, respectivament), i dos nous (R3 i R4, a s'Escull de s'Esclata-sang i a Enderrocat) (Fig. 2.1). Aquests llocs es caracteritzen per presentar fons de roca circumscrits a la franja de costa, assolint poca amplària i profunditat. Els fons adjacents presenten herbeis de *Posidonia oceanica* i zones més o manco extenses d'arena que s'hi intercalen, amb presència ocasional de *Cymodocea nodosa* formant herbeis de baixa extensió i densitat. Els dos llocs control, els mateixos que en campanyes anteriors, estan situats a fora de la reserva, a la zona del Cap

Regana, i estan dominats per un sòcol de roca homogènia amb escassetat de blocs, sobre el qual s'hi troben ocasionalment taques de *P. oceanica* i arena.



Figura 2.1. Mapa amb els límits actuals i zonificació de la Reserva Marina de la Badia de Palma.

2.1.2. La presa de dades

La unitat de mostra la constituí el transsecte de 50x5 m (250 m²) que s'estenia sobre el perfil del fons amb una cinta mètrica mentre el bussejador avançava. Cada transsecte va ser mostrejat per dos bussejadors, sobre un conjunt d'espècies que per les seves característiques el feia quasi tancat: espècies de substrat rocós, objectiu de la pesca professional, submarina i recreativa i amb *home ranges* reduïts. El primer bussejador, més avançat, censava les espècies més mòbils. El segon bussejador, sempre per darrera del primer, censava les espècies més críptiques o amagades a caus i esclotxes. Les espècies tractades s'agrupen en la seva majoria en les categories espacials 3, 5 i 6 d'Harmelin (1987). Aquest grup reduït d'espècies millora considerablement la precisió del cens, tal com Greene i Alevizon (1989) demostraren amb l'anomenat *Discret Group Censusing*; consumeix menys temps i permet un major nombre de rèpliques que quan es té en compte tota la comunitat de peixos. Així mateix, en tractar-se d'un mètode de presa de dades no

destructiu, la seva aplicació és especialment adequada per a estudis relacionats amb les àrees marines protegides. Cada bussejador estava familiaritzat en el reconeixement de les espècies, el cens i l'estima de talla. L'estima de talla s'ha vingut entrenant amb els anys després de seguir protocols amb distribucions de peixos artificials i contrastar l'agrupament per classe de talla que menys diferència donà entre la distribució observada i la real mitjançant un test de Kolmogorov-Smirnov (Bell *et al.*, 1985). Tots els transsectes es van distribuir a l'atzar sempre sobre substrat rocós i amb una distància entre transsectes contigus superior a 20 m per tal d'evitar casos d'autocorrelació (Ordines *et al.*, 2005).

A cada lloc es varen realitzar 4 rèpliques (transsectes).



Figura 2.2. Situació de les zones d'estudi dins la reserva integral (R1, R2, R3 i R4), i a fora de la reserva marina (NR1 i NR2).

Sobre cadascun dels transectes s'identificaren les espècies objectiu i se'n va estimar el nombre d'individus i la seva talla. Es va procurar, en tot cas, que l'estima del nombre d'exemplars fos el més acurada possible. Si els peixos formaven moles denses 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; 3-5; 6-10; 11-30; 31-50; 51-100; etc.). Les talles s'estimaren en classes de 2 cm. L'error en l'estima visual de les talles s'ha demostrat com a mínim en exemplars de fins a 30 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, incrementant, si cal, l'interval de talla establert (de 2 a 4 o 5 cm) es podia obtenir una distribució de talles que no diferia significativament de la real, en peixos amb mides variables de fins a 60 cm de longitud total.

Les espècies vulnerables observades als transectes es poden agrupar dins de les categories espacials 1, 3, 5 i 6 de les sis que foren definides por Harmelin (1987) i que, breument descrites, son les següents:

Categoria 1: peixos que es mouen en aigües lliures, generalment molt mòbils i de caràcter erràtic. Poden formar moles i són d'activitat generalment diürna. Entre elles hi trobam la cirviola (*Seriola dumerili*), els espets (*Sphyraena* spp.), la palomida (*Lichia amia*), etc. De caire més demersal però amb moviments d'ampli abast també hem inclòs en aquesta categoria el déntol (*Dentex dentex*) i el llop (*Dicentrarchus labrax*).

Categoria 3: peixos característicament necto-bentònics, en general mesòfags, que efectuen desplaçaments verticals moderats i horitzontals importants, però amb una marcada fidelitat per zones determinades. Tots pertanyen a la família dels espàrids i presenten una activitat bàsicament diürna. Les morrudes, els sards i les variades (*D. puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris*), la càntera (*Spondyllosoma cantharus*) o l'orada (*Sparus aurata*) en són representants típics.

Categoria 5: Peixos necto-bentònics mesòfags i macròfags carnívors, marcadament sedentaris, amb desplaçaments verticals i horitzontals poc importants. Els grans làbrids (*Labrus* spp.) i els serrànids (*Epinephelus* spp. i *Mycteroperca 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 on troben un refugi momentani o un repòs cíclic. Poden presentar una activitat diürna o nocturna; en aquesta categoria s'hi troben espècies como el congre (*Conger conger*), la morena (*Muraena helena*), els escorpènids o la mòllera de roca (*Phycis phycis*).

A més de les dades referents al poblament de peixos, sobre cada transsecte es va realitzar una caracterització de l'hàbitat en base als trets més rellevants del fons. Així, s'enregistrà sempre la profunditat mínima i màxima, i es va tipificar la natura física del substrat en base al tipus de cobertura. Aquesta es va diferenciar en: roca homogènia; grans blocs ($\varnothing > 2\text{m}$), blocs mitjans ($1\text{m} < \varnothing < 2\text{m}$) i blocs petits ($\varnothing < 1\text{m}$); la cobertura d'arena o grava, i la de *Posidonia oceanica*. Les cobertures de cada tipus de substrat s'estimaren en base als percentatges ocupats sobre la llargada total del transsecte, assenyalada per la cinta mètrica de 50 m que serveix de corda guia. El relleu del fons, o "rugositat" (*sensu* Lukhurst i Lukhurst, 1978), es va estimar *de visu*, establint-se una escala de 4 graus, essent 1: relació entre la longitud real i la longitud lineal del fons, 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 2 m) 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 2 m; 4: presència de blocs i d'escletxes importants, ocupant més del 50% de la longitud del transsecte i/o importants variacions verticals amb una relació entre la longitud real i la lineal propera o superant el 2. Finalment, a cada transsecte s'estimà el pendent del substrat en base a una escala establerta de l'1 al 4, essent 1: un pendent d'entre 0 i 30°; 2: de 30 a 60; 3: de 60 a 90°; i 4: si el pendent superava els 90°, formant superfícies extraplomades.

2.2. Tractament estadístic de les dades

A partir de les dades d'espècies i talles es va generar una matriu de mostres/espècie/densitat i una altra matriu de mostres/espècie/biomassa. Cada transsecte es va prendre com a unitat de mostra o rèplica, i es va calcular el nombre d'espècies vulnerables, la densitat total de peixos, la biomassa total, la biomassa d'espècies amb nivell tròfic elevat ($NT > 3,5$ segons Froese i Pauly, 2021), i la densitat i biomassa per a cada espècie. Per al càlcul de la biomassa es va fer ús de les relacions talla:pes descrites per Morey *et al.* (2003). La riquesa es va calcular per a tot el conjunt d'espècies vulnerables, mentre que la resta d'indicadors tan sols es calculà per a les espècies demersals més residents, amb *home range* reduït, obviant les espècies de caire més divagant o pelàgic (categoria 1 d'Harmelin (1987)). Les espècies amb $NT > 3,5$ foren, d'entre les aparegudes als censos: l'anfós *Epinephelus marginatus*, el tord massot *Labrus merula*, la morena *Muraena helena* i l'escorball *Sciaena umbra*.

Es varen dur a terme dues anàlisis separades. En primer lloc, una comparació entre els quatre llocs mostrejats a dins la reserva integral. L'anàlisi entre llocs va estar dirigit en gran mesura a determinar l'efecte de les covariables d'hàbitat sobre cada transsecte: la fondària mitjana, la rugositat i el pendent. Així, per a cada indicador s'efectuà un anàlisi de la covariància, amb el lloc o estació com a factor fixo principal, tot extraient l'efecte de les covariables esmentades, preses com a variables contínues.

En segon lloc, es va procedir a la valoració dels efectes de la protecció, considerant únicament l'any 2021, a cadascun dels dos nivells considerats en aquesta campanya (reserva integral vs. zones control). És a dir, sense tenir en compte l'evolució al llarg del temps dels llocs estudiats per la raó abans esmentada d'una diferent replicació ($N = 4$ en front de $N = 9$ en anteriors campanyes). Així, es varen analitzar els dos llocs de la reserva integral estudiats des de 2000, i els dos llocs control. Això ha estat comprovat mitjançant una anàlisi de la variància (ANOVA) amb un factor fix, anomenat "Protecció" (Ph), que recull les diferències entre els nivells de protecció i es replica espacialment en "llocs" (Zi), aleatoris i encaixats dins el nivell de protecció. Així, cada rèplica o transsecte (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 (Ph), més la variació deguda al lloc i en el nivell de protecció h $Zi(h)$, més el terme d'error degut a la variació entre rèpliques ($ehijk$). El model lineal queda, doncs: $X_{hijk} = \mu + Ph + Zi(h) + ehijk$. Prèviament a l'anàlisi es va comprovar

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 foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). En qualsevol cas, les dades varen ser analitzades malgrat que no s'acomplissin totes aquestes condicions, prenent 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, d'afirmar que hi ha diferències quan realment no n'hi ha (Underwood, 1997).

En tots els casos en què l'efecte de la zona no resultà significatiu ($p>0,20$) es va procedir a realitzar un *pooling* de les sumes quadràtiques d'aquest factor niat i dels termes d'error (Underwood, 1997). D'aquesta manera s'incrementà el poder de detectar diferències degudes a la protecció.

En els casos en què es detectaren diferències entre llocs, o degudes al nivell de protecció, s'analitzaren les diferències entre els llocs o entre els diferents nivells de protecció mitjançant els tests *a posteriori* de Newman-Keuls.

Totes les anàlisis foren realitzades amb el programa estadístic Statistica 6.0.

3. RESULTATS

3.1. Variació espacial dels indicadors dins la reserva integral

3.1.1. Les espècies i la riquesa

En el conjunt dels 4 llocs de la reserva integral mostrejats el 2021 es varen censar 7 espècies vulnerables de les categories 3, 5 i 6, mentre que els anys anteriors (2000-2019) se n'enregistraren 11 als dos llocs mostrejats tradicionalment (Grané-Feliu et al. 2019). Seguint la tendència habitual, les espècies més abundants han estat la variada *Diplodus vulgaris* i el sard *Diplodus sargus*. La resta d'espècies censades han presentat abundàncies molt baixes (Taula 3.1.1).

Taula 3.1.1. Abundància de les espècies enregistrades el 2021 a cadascun dels llocs mostrejats (R1: Corbmarins; R2: Cap Negret; R3: Escull de s'Esclata-sang; R4: Enderrocat; NR1 i NR2: Cap Regana).

	R1	R2	R3	R4
Categoria 1				
<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	0	0	0
<i>Sphyraena viridensis</i>	0	1	0	0
Categoria 3				
<i>Diplodus puntazzo</i>	8	2	0	1
<i>Diplodus sargus</i>	127	54	75	80
<i>Diplodus vulgaris</i>	259	77	52	143
Categoria 5				
<i>Epinephelus marginatus</i>	0	2	0	0
<i>Labrus merula</i>	1	5	0	1
<i>Sciaena umbra</i>	0	3	2	1
Categoria 6				
<i>Muraena helena</i>	0	1	0	0
Nombre d'espècies	5	8	3	5

La riquesa d'espècies va ser major als dos llocs tradicionals (R1 i R2, amb 3,2 i 4,2 espècies/250 m², respectivament; Fig. 3.1.1), respecte dels dos nous llocs (R3 i R4, amb 2,2 i 2,7 espècies/250 m², respectivament). Aquests valors produïren diferències entre zones.

A la taula 3.1.2. A es pot observar com les diferències de riquesa mitjana entre zones dins la reserva integral són degudes a les petites variacions de rugositat, fondària mitjana i pendent, que tot i no resultar significatives en la variació d'aquest indicador (B), desproveeixen de variància l'efecte zona.

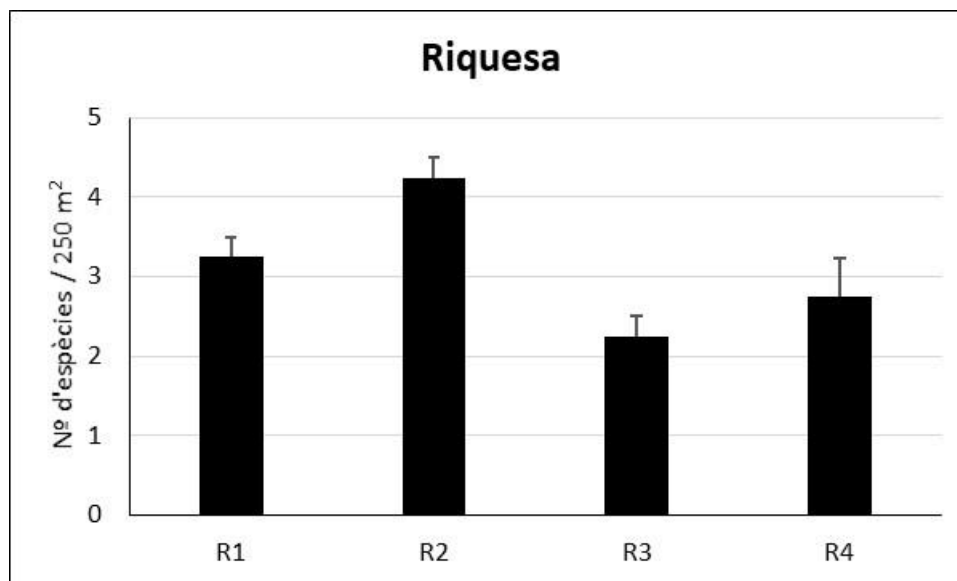


Figura 3.1.1. Variació de la riquesa mitjana d'espècies ($\pm$ EE) entre les 4 estacions de la reserva integral de la RMBP.

Taula 3.1.2. A) Anàlisi de la variància per a la riquesa d'espècies entre les 4 zones censades dins la reserva integral. B) Anàlisi de la covariància per a la riquesa d'espècies entre les 4 zones censades dins la reserva integral i les covariables: ProfM (profunditat mitjana), Rugositat i Pendent. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F= F test; p= nivell de significança (en vermell si significatiu; $p < 0,05$).

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	156,250	1	156,250	375,000	0,000000
Zona	8,750	3	2,917	7,000	0,005622
Error	5,000	12	0,417		
B)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	0,093	1	0,093	0,175	0,687038
Zona	5,075	3	1,692	3,185	0,084445
ProfM	0,445	1	0,445	0,837	0,387003
Rugositat	0,134	1	0,134	0,251	0,629539
Pendent	0,017	1	0,017	0,032	0,863430
Error	4,249	8	0,531		

3.1.2. L'abundància de peixos

Als llocs R1 i R2, mostrejats a les campanyes del 2000 al 2019, i més especialment a les tres darreres (2011, 2017 i 2019), la densitat d'espècies vulnerables s'havia situat en l'interval 30-50 individus/250 m². Aquests valors s'han vist clarament sobrepassats el 2021 a la R1, on s'han assolit els 98,75 individus/250 m² (Taula 3.1.3 i Figura 3.1.2). La causa d'aquest increment ha estat la presència, a un sol transsecte, de 200 exemplars de *D. vulgaris* d'entre 1 i 2 cm TL. De manera semblant, tot i que en menor mesura, els reclutes de *D. vulgaris* han causat que el lloc R4 hagi presentat un valor (56,5 individus/250 m²) per sobre de l'interval indicat.

La diferència de valors de densitat entre els llocs R1 i R4 (especialment el primer) respecte de R2 i R3 no s'ha traduït en diferències estadísticament significatives. Això és produeix per mor de la gran dispersió de valors a R1 i R4, a causa de l'esmentada gran abundància de reclutes de *D. vulgaris* a uns pocs transsectes. Per tant, deixant de banda aquesta *anormalitat*, la densitat d'espècies vulnerables és molt homogènia dins la reserva integral (Taula 3.1.4), sense variacions a l'escala espacial de la zona (cents de metres), i sense relació significativa amb les covariables d'hàbitat. És important assenyalar que l'elevada abundància de reclutes de *D. vulgaris* tendrà una escassa o nul·la incidència en els valors de biomassa.

Taula 3.1.3. Densitat mitjana (nombre de peixos/250 m² ± EE) de les espècies censades als 4 llocs de la reserva integral de la RMBP. Dt: densitat total; D_{NT>3,5}: densitat del conjunt de les espècies amb nivell tròfic >3,5.

	R1		R2		R3		R4	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Dt	98,75	44,01	36	6,60	32,25	7,30	56,5	25,85
D _{NT>3,5}	0,25	0,25	2,75	1,25	0,5	0,5	0,5	0,29
<i>D. puntazzo</i>	2	1,08	0,5	0,29	0	0	0,25	0,25
<i>D. sargus</i>	31,75	12,58	13,5	4,21	18,75	4,87	20	8,91
<i>D. vulgaris</i>	64,75	47,54	19,25	4,03	13	3,49	35,75	23,94
<i>E. marginatus</i>	0	0	0,5	0,29	0	0	0	0
<i>L. merula</i>	0,25	0,25	1,25	0,75	0	0	0,25	0,25
<i>M. helenae</i>	0	0	0,25	0,25	0	0	0	0
<i>S. umbra</i>	0	0	0,75	0,75	0,5	0,5	0,25	0,25

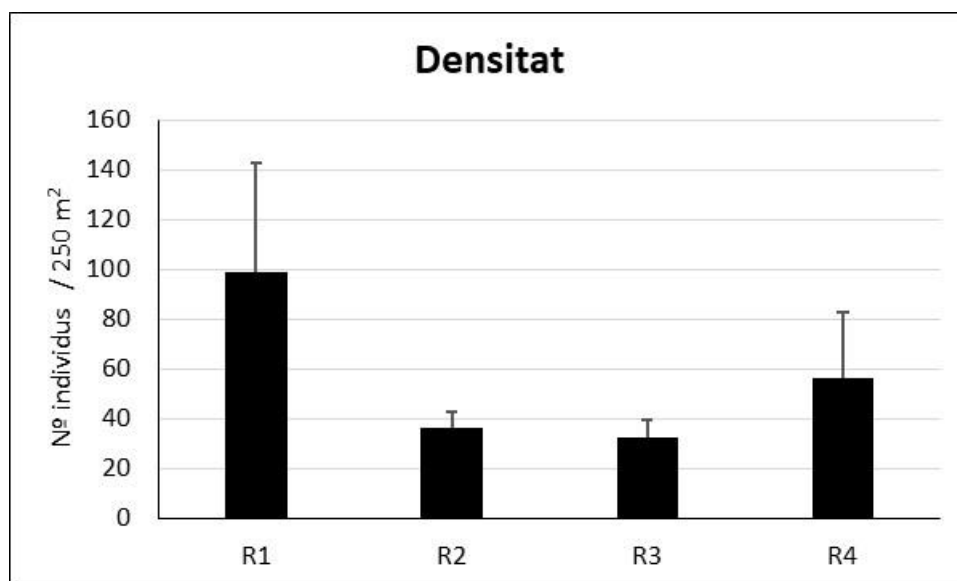


Figura 3.1.2. Variació de la densitat mitjana d'espècies vulnerables ($\pm$ EE) entre les 4 estacions de la reserva integral de la RMBP.

Taula 3.1.4. A) Anàlisi de la variància per a la densitat d'espècies entre les 4 zones censades dins la reserva integral. B) Anàlisi de la covariància per a la densitat d'espècies entre les 4 zones censades dins la reserva integral i les covariables: ProfM (profunditat mitjana), Rugositat i Pendent. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F= F test; p= nivell de significança (**en vermell si significatiu; $p < 0,05$**).

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	42,082	1	42,082	368,807	0,000000
Zona	0,399	3	0,133	1,166	0,363317
Error	1,369	12	0,114		
B)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	0,118	1	0,118	0,964	0,354933
Zona	0,060	3	0,020	0,163	0,918333
ProfM	0,033	1	0,033	0,273	0,615214
Rugositat	0,006	1	0,006	0,051	0,826296
Pendent	0,013	1	0,013	0,106	0,753356
Error	0,977	8	0,122		

3.1.3. La biomassa d'espècies demersals

El lloc R1 ha estat el que ha presentat una major biomassa mitjana (4,9 kg/250 m²), superant el lloc R2 tal com s'havia observat a les tres darreres campanyes de mostreig (Grané-Feliu et al., 2019; Morey et al., 2020). A la vegada, aquests dos llocs han mostrat una biomassa superior a l'enregistrada als dos llocs nous (Taula 3.1.5 i Figura 3.1.3).

La biomassa ha presentat diferències entre les diferents zones de la reserva (taula 3.1.6.A), i les covariables d'hàbitat mesurades no són les que causen aquestes diferències doncs en extreure el seu efecte (no significatiu), continua havent-hi un efecte significatiu de la zona (Taula 3.1.6.B). Altres variables, probablement de mesoescala, com la distribució dels fons de roca, posidònia i arena més enllà del transecte, podrien explicar aquestes diferències. Confirmant el que s'ha esmentat abans, el lloc R1 ha presentat una biomassa significativament superior a la resta de llocs estudiats (Taula 3.1.6.C).

Taula 3.1.5. Biomassa mitjana (g/250 m² ± EE) de les espècies censades als 4 llocs de la reserva integral de la RMBP. Biomassa NT>3,5: biomassa del conjunt de les espècies amb nivell tròfic >3,5.

	R1		R2		R3		R4	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	4927,9	743,6	3566,2	126,7	2381,5	724,5	1900,9	505,3
Biomassa NT>3,5	205,2	205,2	1331,6	444,8	257,7	257,7	93,7	73,8
<i>Diplodus puntazzo</i>	258,1	101,6	29,6	21,2	0,0	0,0	50,5	50,5
<i>Diplodus sargus</i>	2839,0	478,5	1040,3	431,4	1464,0	626,6	1527,8	533,2
<i>Diplodus vulgaris</i>	1625,5	727,3	1164,7	124,1	659,8	200,5	228,8	73,6
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,0	0,0	447,2	264,9	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	205,2	205,2	471,4	275,7	0,0	0,0	77,6	77,6
<i>Muraena helena</i>	0,0	0,0	164,5	164,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,0	0,0	248,5	248,5	257,7	257,7	16,1	16,1

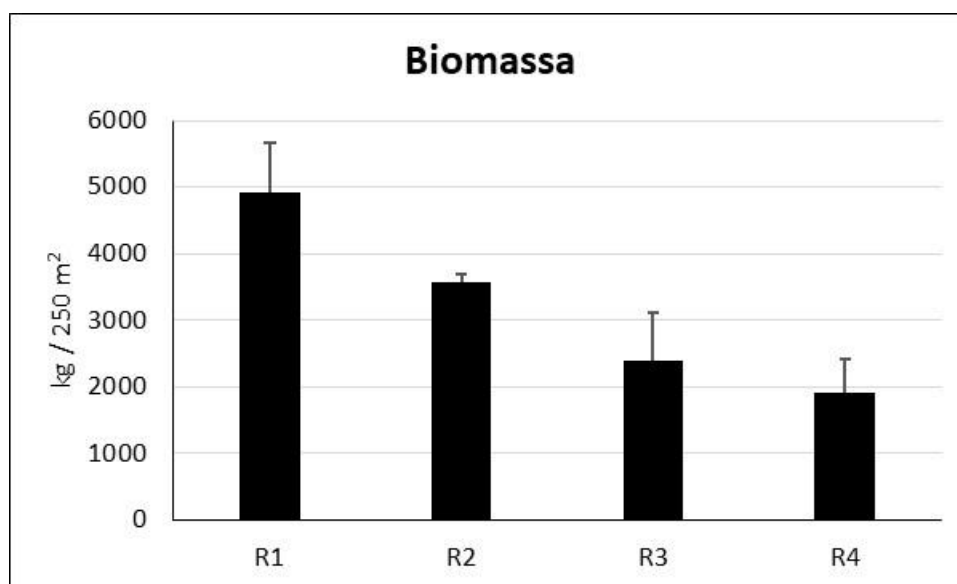


Figura 3.1.3. Variació de la biomassa mitjana d'espècies vulnerables ($\pm$ EE) entre les 4 estacions de la reserva integral de la RMBP.

Taula 3.1.6. A) Anàlisi de la variància per a la biomassa d'espècies entre les 4 zones censades dins la reserva integral. B) Anàlisi de la covariància per a la biomassa d'espècies entre les 4 zones censades dins la reserva integral i les covariables: ProfM (profunditat mitjana), Rugositat i Pendent. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F= F test; p= nivell de significança (**en vermell si significatiu; $p < 0,05$**). C) comparació a posteriori entre parells de zones, considerant les covariables, mitjançant el test de Newman-Keuls.

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	163237784	1	163237784	120,988	0,000000
Zona	21908533	3	7302844	5,413	0,013760
Error	16190477	12	1349206		
B)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	199222	1	199222	0,154	0,705385
Zona	19808604	3	6602868	5,090	0,029255
ProfM	136456	1	136456	0,105	0,754014
Rugositat	34802	1	34802	0,027	0,873962
Pendent	347786	1	347786	0,268	0,618633
Error	10378600	8	1297325		
C) Test N-K					
	R2	R3	R4		
R1	0,042782	0,012641	0,010033		
R2		0,195468	0,177699		
R3			0,582297		

3.1.4. La distribució de la biomassa entre les espècies

La biomassa ha estat dominada per dos espèrids: el sard *D. sargus* i la variada *D. vulgaris*, que han suposat al voltant del 90% de la biomassa a tres dels quatre llocs estudiats (Figura 3.1.4). Al Cap Negret (R2), la seva contribució ha estat menor (62%), relacionada amb una major importància del tord massot *L. merula*, l'anfós *E. marginatus* i l'escorball *S. umbra*, que en conjunt han suposat gairebé el 33% d'aquesta biomassa. A l'Escull de s'Esclata-sang (R3) també ha resultat notable la contribució de *S. umbra* (11%), tot i que el valor mitjà ha estat baix (0,26 kg/250 m²) i originat per la presència de dos únics exemplars a dins un mateix transsecte.

Per al conjunt dels 4 llocs mostrejats a la reserva integral, *D. sargus* i *D. vulgaris* han representat el 83% de la biomassa. L'altre espèrid censat, la morruda *D. puntazzo*, només n'ha suposat el 2,6 %. Per la seva banda, les espècies de nivell tròfic superior a 3,5 observades als censos (*E. marginatus*, *L. merula*, *S.umbra* i la morena *M. helena*) han contribuït, conjuntament, en un 15%.

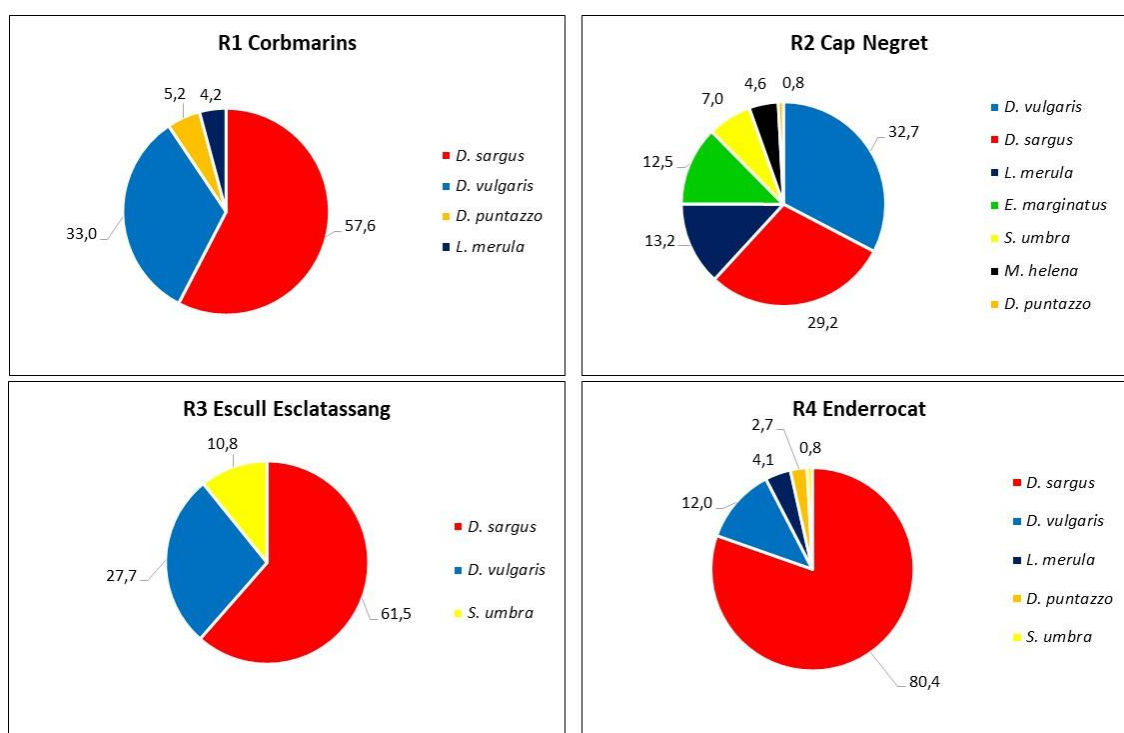


Figura 3.1.4. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades a la reserva integral el 2021.

3.1.5. La biomassa d'espècies d'elevat nivell tròfic

Com s'ha comentat a l'apartat anterior, la biomassa ha estat dominada per dos espèrids, el sard i la variada, a tota la reserva integral. Tan sols al Cap Negret (R2) s'ha observat una contribució destacable d'espècies de nivell tròfic elevat, que ha assolit el 37% (Figura 3.1.4). La incidència d'aquestes espècies s'observa, en termes de biomassa mitjana, a la figura 3.1.5, amb un valor de 1,33 kg/250 m² a R2, mentre que la resta de llocs se situen en l'interval 0,09-0,26 kg per transsecte.

Amb la biomassa d'espècies amb alt nivell tròfic ocorre el mateix que amb la riquesa: petites variacions no significatives en la fondària, el pendent i la rugositat són les causants de les diferències entre zones. En extreure el seu efecte, s'observa que les diferències gràfiques de la figura 3.1.5 no són significatives, i que, per tant, la biomassa d'aquestes espècies es pot considerar homogènia en tota la reserva integral, sense diferències entre les zones estudiades (Taula 3.1.7).

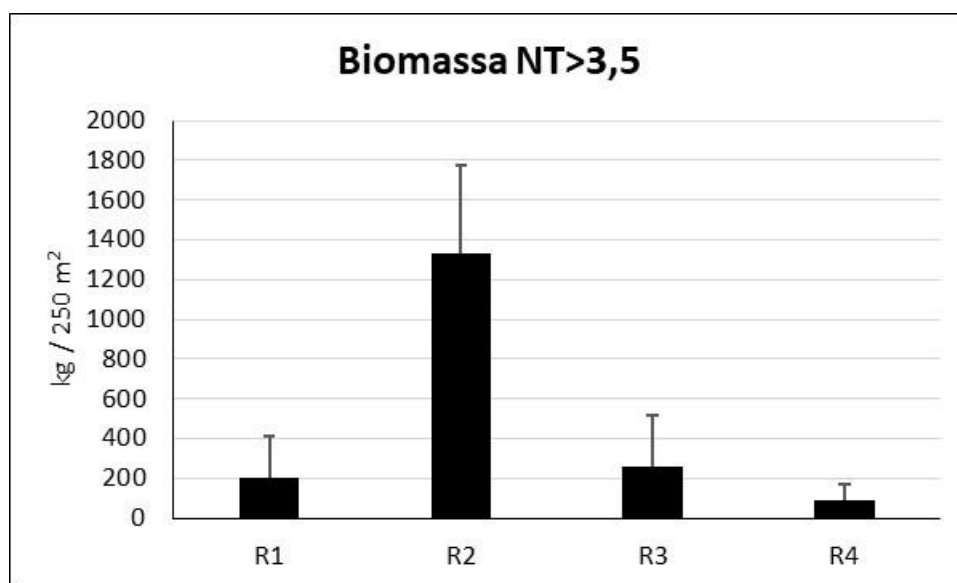


Figura 3.1.5. Variació de la biomassa mitjana ($\pm$ EE) d'espècies vulnerables amb nivell tròfic $>3,5$ entre les 4 estacions de la reserva integral de la RMBP.

Taula 3.1.7. A) Anàlisi de la variància per a la biomassa d'espècies amb nivell tròfic >3,5 entre les 4 zones censades dins la reserva integral. B) Anàlisi de la covariància per a la biomassa d'espècies amb nivell tròfic >3,5 entre les 4 zones censades dins la reserva integral i les covariables: ProfM (profunditat mitjana), Rugositat i Pendent. C) comparació a posteriori entre parells de zones mitjançant el test de Newman-Keuls. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F= F test; p= nivell de significança (**en vermell si significatiu; p<0,05**).

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	3565435	1	3565435	11,43579	0,005451
Zona	3996809	3	1332270	4,27313	0,028632
Error	3741343	12	311779		
B)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	9702	1	9702,2	0,028	0,872383
Zona	851697	3	283898,9	0,805	0,525500
ProfM	607312	1	607312,3	1,722	0,225842
Rugositat	10936	1	10936,3	0,031	0,864598
Pendent	0	1	0,0	0,000	1,000000
Error	2821543	8	352692,8		
C) Test N-K					
	R2	R3	R4		
R1	0,036151	0,896683	0,782474		
R2		0,018763	0,037563		
R3			0,910065		

3.2. Comparació espacial dels indicadors entre la reserva integral i les zones control

3.2.1. Les espècies i la riquesa

A les dues zones control del Cap Regana només s'hi ha enregistrat dues espècies, *D. sargus* i *D. vulgaris*, mentre que als dos llocs dins la reserva integral se n'han censat 5 i 8 (Taula 3.2.1). La riquesa mitjana ha estat més elevada a R2 (4,3 espècies/250 m²; Figura 3.2.1), superant amb caràcter estadísticament significatiu tant R1 com les dues zones control (Taula 3.2.2). L'existència de diferències entre R1 i R2 ha estat el motiu pel qual l'anàlisi de la variància no n'ha detectat entre nivells de protecció.

Taula 3.2.1. Abundància de les espècies enregistrades el 2021 a cadascun dels llocs mostrejats a la reserva integral (R1: Corbmarins; R2: Cap Negret) i als llocs control (NR1 i NR2) al Cap Regana.

	Corbmarins	Cap Negret	Cap Regana	
	R1	R2	NR1	NR2
Categoria 1				
<i>Dicentrarchus labrax</i>	1	0	0	0
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	1	0	0
Categoria 3				
<i>Diplodus puntazzo</i>	8	2	0	0
<i>Diplodus sargus</i>	127	54	18	9
<i>Diplodus vulgaris</i>	259	77	31	7
Categoria 5				
<i>Epinephelus marginatus</i>	0	2	0	0
<i>Labrus merula</i>	1	5	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0	3	0	0
Categoria 6				
<i>Muraena helena</i>	0	1	0	0
Nombre d'espècies	5	8	2	2

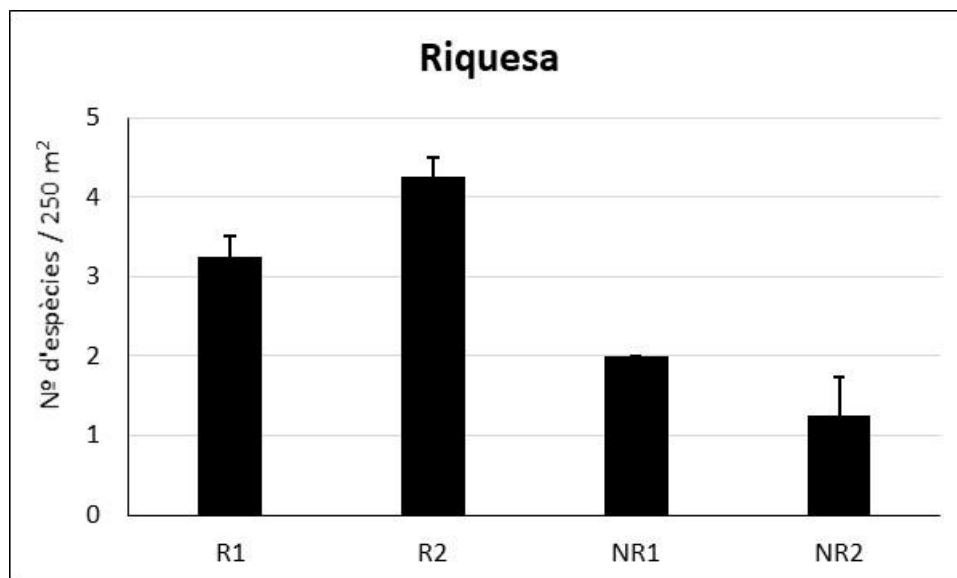


Figura 3.2.1. Variació de la riquesa mitjana d'espècies ($\pm EE$) entre les 2 estacions de la reserva integral de la RMBP i les dues estacions control al Cap Regana.

Taula 3.2.2. A) Anàlisi de la covariància per a la riquesa de peixos censats a les 2 zones dins la reserva integral i les 2 zones control. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F= F test; p= nivell de significança (**en vermell si significatiu; $p < 0,05$**). B) comparació a posteriori entre parells de zones mitjançant el test de Newman-Keuls.

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	115,563	1	115,563	73,960	0,013253
Prot	18,063	1	18,063	11,560	0,076687
Zona (Prot)	3,125	2	1,563	4,412	0,036624
Error	4,250	12	0,354		
B) Test N-K					
	R2	NR1	NR2		
R1	0,035141	0,011856	0,001405		
R2		0,000629	0,000249		
NR1			0,100150		

3.2.2. L'abundància de peixos

Com s'ha vist a l'apartat 3.1.2, la densitat obtinguda a R1, notablement major que la corresponent tant a R2 com a les dues zones control (Taula 3.2.3 i Figura 3.2.2), és originada per la presència de grups de reclutes de *D. vulgaris* en un sol transsecte. Això provoca una dispersió de valors que és la causa que a l'anàlisi de la variància no es detectin diferències entre les dues zones de la reserva integral (Taula 3.2.2.B). No obstant això, l'abundància ha estat superior dins la reserva integral respecte als controls, especialment al lloc 2, on la densitat mitjana ha estat de tan sols 4 individus/250 m².

Taula 3.2.3. Densitat mitjana (nombre de peixos/250 m² ± EE) de les espècies censades als 2 llocs de la reserva integral de la RMBP i als 2 llocs control (NR1 i NR2). Dt: densitat total; D_{NT>3,5}: densitat del conjunt de les espècies amb nivell tròfic >3,5.

	R1		R2		NR1		NR2	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Dt	98,75	44,01	36	6,60	12,25	3,45	4	2,48
D _{NT>3,5}	0,25	0,25	2,75	1,25	0	0	0	0
<i>D. puntazzo</i>	2	1,08	0,5	0,29	0	0	0	0
<i>D. sargus</i>	31,75	12,58	13,5	4,21	4,5	1,5	2,25	1,65
<i>D. vulgaris</i>	64,75	47,54	19,25	4,03	7,75	2,06	1,75	0,85
<i>E. marginatus</i>	0	0	0,5	0,29	0	0	0	0
<i>L. merula</i>	0,25	0,25	1,25	0,75	0	0	0	0
<i>M. helena</i>	0	0	0,25	0,25	0	0	0	0
<i>S. umbra</i>	0	0	0,75	0,75	0	0	0	0

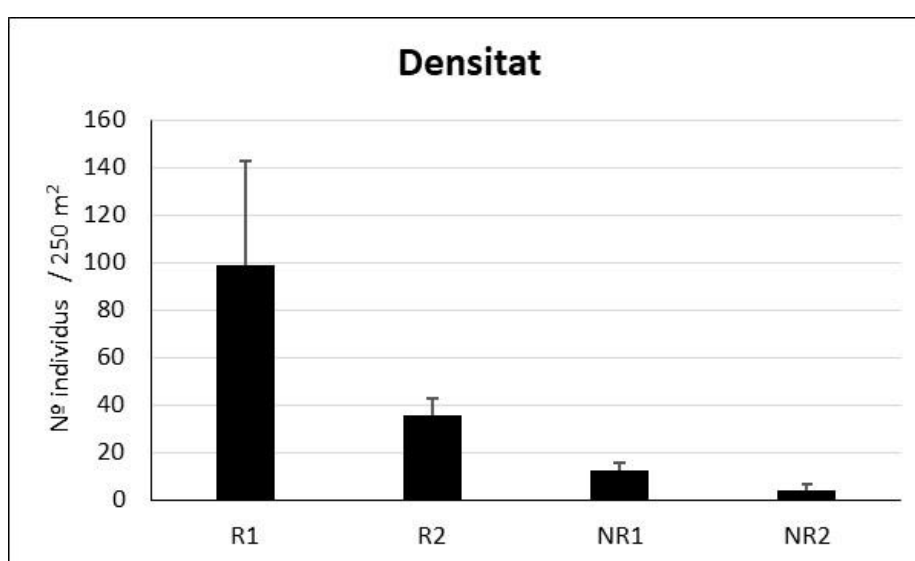


Figura 3.2.2. Variació de la densitat mitjana d'espècies vulnerables (±EE) a les dues estacions de la reserva integral (R1 i R2) i les dues estacions control (NR1 i NR2).

Taula 3.2.4. A) Anàlisi de la variància per a la densitat de peixos censats a les 2 zones dins la reserva integral i les 2 zones control. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F= F test; p= nivell de significança (**en vermell si significatiu; $p < 0,05$**). B) comparació a posteriori entre parells de zones mitjançant el test de Newman-Keuls.

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	25,336	1	25,336	59,881	0,016293
Prot	3,406	1	3,406	8,051	0,105011
Zona (Prot)	0,846	2	0,423	4,083	0,044408
Error	1,244	12	0,104		
B) Test N-K					
	R2	NR1	NR2		
R1	0,160949	0,009857	0,000475		
R2		0,058846	0,001996		
NR1			0,031575		

3.2.3. La biomassa d'espècies demersals

Els valors de biomassa als dos llocs de la reserva integral (interval: 3,6-4,9 kg/250 m²) varen ser clarament superiors als obtinguts als dos llocs control (interval: 0,1-0,7 kg/250 m²) (Taula 3.2.5 i Figura 3.2.3). No obstant això, les estrictes condicions de l'anàlisi de la variància, en no existir homogeneïtat d'aquesta variància, han impedit que aquestes diferències de biomassa es puguin considerar estadísticament significatives (Taula 3.2.6). Si hom les considerés com a significatives, l'error del diagnòstic seria del 3,6% ($p = 0,036$), un error que es pot considerar prou baix en estudis d'ecologia de peixos.

Taula 3.2.5. Biomassa mitjana (g/250 m² ± EE) de les espècies censades als 2 llocs de la reserva integral (R1 i R2) de la RMBP i als dos llocs control (NR1 i NR2). Biomassa NT>3,5: biomassa del conjunt de les espècies amb nivell tròfic >3,5.

	R1		R2		NR1		NR2	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	4927,9	743,6	3566,2	126,7	742,9	211,5	110,6	67,5
Biomassa NT>3,5	205,2	205,2	1331,6	444,8	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	258,1	101,6	29,6	21,2	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus sargus</i>	2839,0	478,5	1040,3	431,4	356,9	145,1	64,2	39,5
<i>Diplodus vulgaris</i>	1625,5	727,3	1164,7	124,1	386,0	74,9	46,4	28,9
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,0	0,0	447,2	264,9	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	205,2	205,2	471,4	275,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	0,0	0,0	164,5	164,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,0	0,0	248,5	248,5	0,0	0,0	0,0	0,0

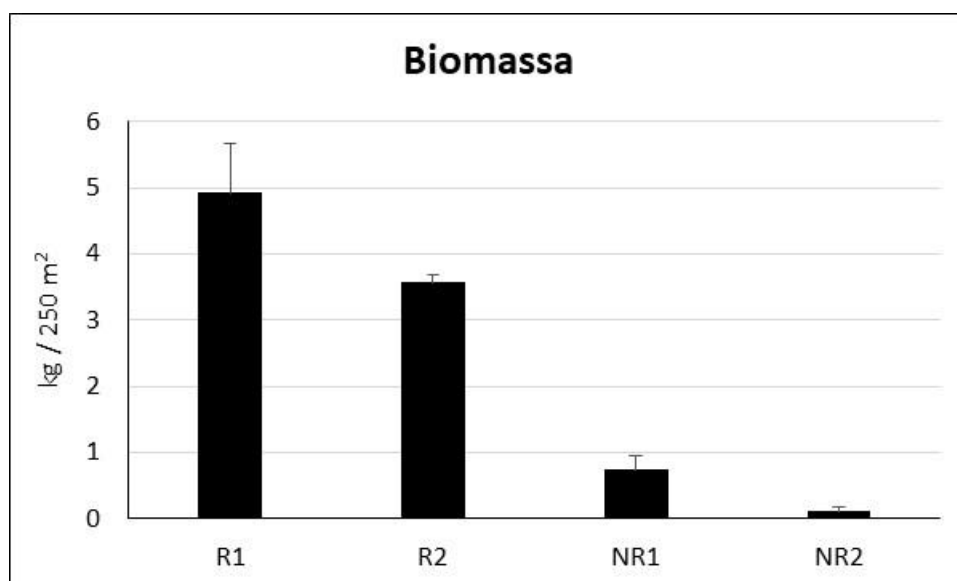


Figura 3.2.3. Variació de la biomassa mitjana d'espècies vulnerables ($\pm$ EE) a les dues estacions de la reserva integral (R1 i R2) i les dues estacions control (NR1 i NR2).

Taula 3.2.6. Anàlisi de la variància per a la biomassa total de peixos entre les 2 zones censades dins la reserva integral i les dues zones control. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F= F test; p= nivell de significança (**en vermell si significatiu; $p < 0,05$**).

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	87377014	1	87377014	38,766	0,024839
Prot	58378010	1	58378010	25,900	0,036509
Zona (Prot)	4507975	2	2253987	3,646	0,057931
Error	7419173	12	618264		

3.2.4. La distribució de la biomassa entre les espècies

Com ja s'ha comentat a l'apartat 3.1.4, el sard i la variada han estat les espècies més importants a dins la reserva integral. En el cas dels dos llocs de mostreig tradicionals (R1: es Corbmarins, i R2: Cap Negret), la contribució d'aquestes dues espècies ha estat del 91% i 62%, respectivament. Però als dos llocs control, *D. sargus* i *D. vulgaris* han estat les dues úniques espècies vulnerables censades (Figura 3.2.4).

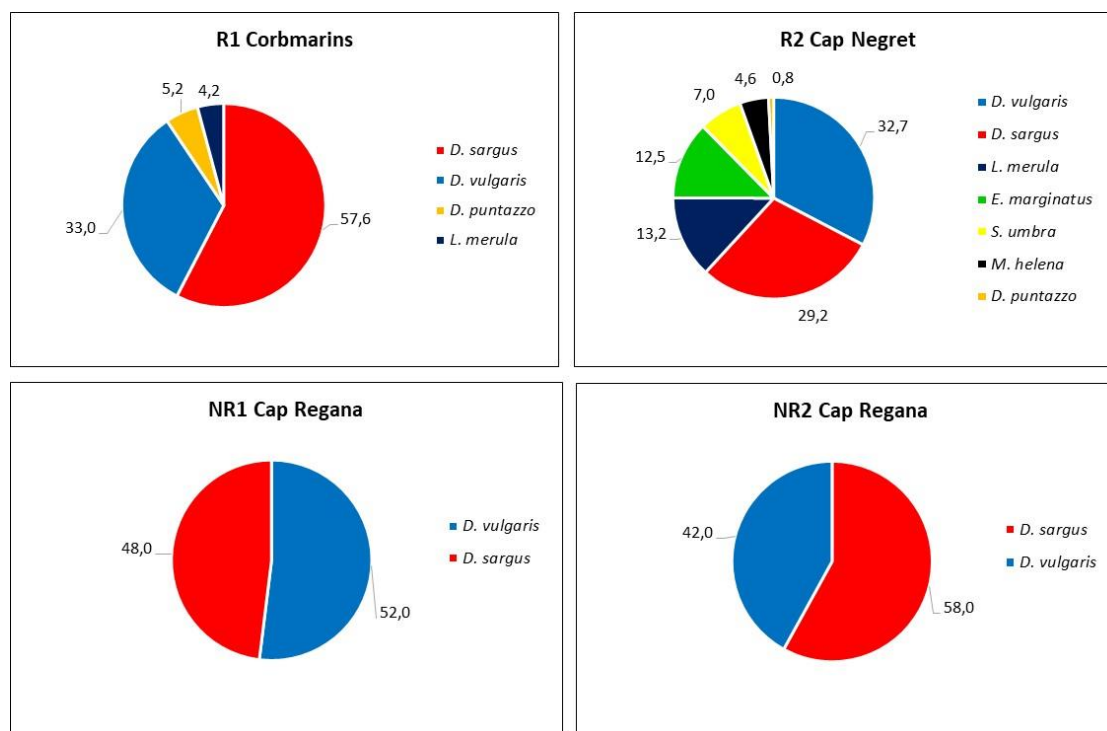


Figura 3.2.4. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades a la reserva integral i a les zones control el 2021.

3.2.5. La biomassa d'espècies d'elevat nivell tròfic

Dins la reserva integral, i pel que fa a les espècies de nivell tròfic elevat, al lloc R1 només s'ha censat un únic individu de *Labrus merula* (Taula 3.1.1), mentre que al lloc R2 s'han censat varis exemplars de *L. merula*, *E. marginatus*, *S. umbra* i un de *Muraena helena*. Això s'ha traduït en un valor molt baix de biomassa a R1: $0,2 \pm 0,2$ kg/250 m², mentre que a R2 han suposat $1,3 \pm 0,4$ kg/250 m² (Figura 3.2.5). Aquests valors, i l'absència de peixos amb NT>3,5 als controls, han resultat en diferències significatives entre R2 i la resta de llocs (Taula 3.2.7).

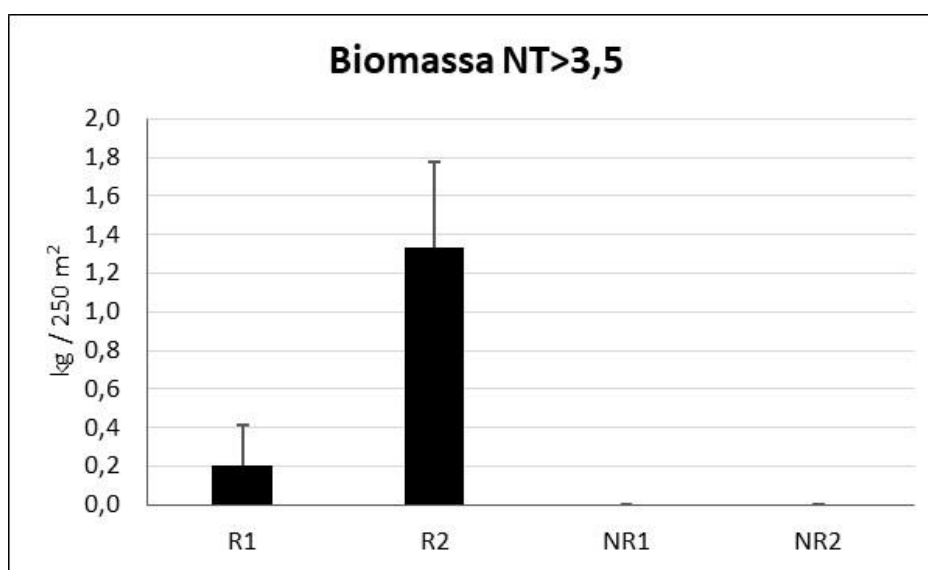


Figura 3.2.5. Variació de la biomassa mitjana ($\pm$ EE) d'espècies vulnerables amb nivell tròfic >3,5 entre les 2 estacions de la reserva integral (R1 i R2) i les dues estacions control (NR1 i NR2).

Taula 3.2.7. A) Anàlisi de la variància per a la biomassa total de peixos amb nivell tròfic >3,5 censats a les 2 zones dins la reserva integral i les 2 zones control. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F= F test; p= nivell de significança (**en vermell si significatiu; $p < 0,05$**). B) comparació a posteriori entre parells de zones mitjançant el test de Newman-Keuls.

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	2361997	1	2361997	1,862	0,305677
Prot	2361997	1	2361997	1,862	0,305677
Zona (Prot)	2537557	2	1268778	5,288	0,022554
Error	2879253	12	239938		
B) Test N-K					
	R2	NR1	NR2		
R1	0,007082	0,564640	0,826741		
R2		0,006244	0,010947		
NR1			1,000000		

4. CONCLUSIONS

Comparació dels 4 llocs dins la reserva integral:

- 1) La riquesa d'espècies és baixa, amb valors que oscil·len entre 2,25 i 4,25 espècies/250 m². El lloc 2 (Cap Negret) ha resultat el de major riquesa (4,25 espècies/250 m²), amb un valor per sobre dels mai enregistrats dins la reserva integral. El lloc 1 (Corbmarins) ha presentat 3,3 espècies/250 m², semblant als observats des de 2008 a aquest mateix lloc. Els llocs 3 i 4 han presentat una riquesa semblant a l'observada als llocs 1 i 2 durant els 5 primers anys d'estudi de la reserva (2000-2005).
- 2) La densitat d'espècies vulnerables no ha presentat diferències estadísticament significatives entre llocs de mostreig, i s'ha situat a l'interval 32-56 individus/250 m², excepte al lloc 1 (99 individus/250 m²) on aquest valor ha estat degut a l'elevada abundància de reclutes (1-2 cm TL) de *D. vulgaris*.
- 3) La biomassa total enregistrada al lloc 1 (Corbmarins, 4,9 kg/250 m²) ha estat similar a la de 2017 i inferior a la de 2019 (7 kg/250 m²), que va suposar el màxim històric dins la RMBP. La biomassa mitjana del lloc 1 ha resultat significativament superior a la dels dos nous llocs estudiats. Al lloc 2 (Corbmarins), la biomassa total ha estat similar a l'observada el 2019. Per als llocs 1 i 2, per tant, podem parlar d'oscil·lacions de biomassa mitjana al voltant de la capacitat de càrrega descrita a Coll et al. (2012).
- 4) Les anàlisis estadístiques per a la biomassa mitjana indiquen que les variables d'hàbitat considerades en aquest estudi (rugositat, pendent i profunditat mitjana) no són les causants de les diferències entre els 4 llocs mostrejats. Altres factors, molt probablement de mesosescala i que caldrà identificar, n'han d'estar implicats.
- 5) La biomassa d'espècies de nivell tròfic elevat (NT>3,5) ha resultat baixa, òbviament en relació amb els valors de biomassa del conjunt d'espècies demersals. Els valors de B_{NT>3,5} s'han situat a l'interval 0,25 – 1,3 kg/250 m².
- 6) El repartiment de la biomassa entre les espècies ha estat dominat per dos espèrids, el sard *D. sargus* i la variada *D. vulgaris*, que han representat en torn del 90% a tres dels llocs. Al lloc 2 (Cap Negret), on n'han suposat el 62%, s'hi ha observat una major presència d'espècies pròpies de fons rocosos (anfòs *E. marginatus* i escorball *S. umbra*) o divagants provinents d'herbeis propers (cas del tord massot *Labrus merula*).
- 7) Els valors de biomassa enregistrats als 4 llocs estudiats de la reserva integral (1,9-4,9 kg/250 m²) són baixos en el context de les zones de reserva integral de la Xarxa Balear d'AMPs. Se sap que l'hàbitat d'aquesta àrea de màxima protecció a la RMBP està dominat per fons d'alguers de posidònia, fons d'arena i lloses de roca amb molt baixa rugositat, un ambient que no afavoreix la presència de les espècies objecte d'estudi, però que té un gran valor científic en tractar-se d'unes condicions quasi extremes per la mancança d'hàbitat i que, a l'hora, estan molt esteses al llarg de l'infralitoral superior de les Illes Balears.

Comparació dels 2 llocs tradicionals dins la reserva integral amb els dos llocs control:

- 8) Els quatre indicadors analitzats (riquesa específica, densitat mitjana, biomassa mitjana i biomassa mitjana d'espècies de nivell tròfic elevat) han resultat clarament inferiors a les dues zones control respecte dels dos llocs de la reserva integral. A més de les limitacions d'hàbitat, més evidents als llocs utilitzats com a controls, és fàcil esbrinar l'efecte deleteri de la pesca recreativa, i en especial la submarina, ja que als dos controls només s'enregistraren dues espècies (el sard *D. sargus* i la variada *D. vulgaris*), típiques dominadores de zones explotades.

5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- BELL J.D., G.J.S. CRAIK, D.A. POLLARD and B.C. RUSSELL.** 1985. Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*, 4: 41-44.
- CADDY J.F. and R. MAHON.** 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 347. Rome, FAO, 83 pp.
- COLL J., A. GARCIA-RUBIES, G. MOREY and A.M. GRAU.** 2012. The carrying capacity and the effects of protection level in three MPAs in the Balearic Islands (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 76(4): 809-826.
- COLL J., A. GARCIA-RUBIES, G. MOREY, O. REÑONES, D. ÁLVAREZ-BERASTEGUI, O. NAVARRO and A.M. GRAU.** 2013. Using no-take marine reserves as a tool for evaluating rocky-reef fish resources in the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 70(3): 578-590.
- COLL J., G. MOREY., F. VERGER., O. NAVARRO i A.M. GRAU.** 2020. Seguiment de les poblacions de peixos a la Reserva Marina de la Badia de Palma i al ponent de Mallorca. Avaluació de l'efecte del període de confinament degut a la Covid-19 (març-maig de 2020). Direcció General de Pesca i Medi Mari/Govern de les Illes Balears -TRAGSATEC. 20 pp.
- FROESE R. and D. PAULY.** 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, versió (08/2021).
- GRANÉ-FELIU X., J. COLL i O. NAVARRO.** 2019. La Reserva Marina de la Badia de Palma. Seguiment de les espècies ictiques vulnerables sobre substrat rocós. Novembre de 2019. Direcció General de Pesca i Medi Mari/Govern de les Illes Balears -TRAGSATEC. 68 pp.
- GREENE L.E. and W.S. ALEVIZON.** 1989. Comparative accuracies of visual assesment methods for coral reef fishes. *Bulletin of Marine Science* 44: 899-912.
- 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.
- LUCKHURST B.E and K. LUCKHURST.** 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology* 49: 317-323.
- McCLANAHAN T.M., R.E. SCHROEDER, A.M. FRIEDLANDER, L. VIGLIOLA et al.,** 2019. Global baselines and benchmarks for fish biomass: comparing remote reefs and fisheries closures. *Marine Ecology Progress Series* 612: 167-192.
- McCLANAHAN T.R., N.A.J. GRAHAM, M.A. MacNEIL, N.A. MUTHIGA, J.E. CINNER, J.H. BRUGGEMANN and S.K. WILSON.** 2011. Critical thresholds and tangible targets for ecosystem-based management of coral reef fisheries. *PNAS*. 108: 17230-17233.
- MORALES-NIN B., G. MOREY, J. MORANTA, A. RUIZ, M. PALMER, F. ORDINES i P. TUGORES.** 2004. Seguiment de les mesures de protecció sobre la

comunitat íctica de les reserves marines de les Illes Balears. CSIC-IMEDEA. Informe tècnic, 756 pàg.

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

ORDINES F., J. MORANTA, M. PALMER, A. LERYCKE, A. SUAU, B. MORALES-NIN and A.M. GRAU. 2005. Variations in a shallow rocky reef fish community at different spatial scales in the western Mediteranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 304: 221-233.

UNDERWOOD, A.J. 1997. Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press. Cambridge. 504 pp.

ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Inc. New Jersey.