

LA RESERVA MARINA DELS FREUS D'EIVISSA I FORMENTERA

**Seguiment de les espècies íctiques d'interès pesquer
sobre substrat rocós en el període 2000-2022**



Desembre 2022

Autors: Maria Arpa*, Gabriel Morey*, Josep Coll* i Oliver Navarro**

* Tragsatec

** Institut de Recerca i Formació Agroalimentària i Pesquera de les Illes Balears (IRFAP)

Citar el present informe com a:

Arpa M., Morey G., Coll J. i Navarro O. (2022). La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les espècies íctiques d'interès pesquer sobre substrat rocós. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears-Tragsatec. 77 pàgines.

Foto de portada:

Autor: Gabriel Morey

ÍNDIX

RESUM EXECUTIU	1
1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS	5
2. ÀREES D'ESTUDI I METODOLOGIA	6
2.1. Àrea d'estudi i disseny de mostreig.....	6
2.2. La presa de dades	7
2.3. Tractament estadístic de les dades.....	9
3. RESULTATS	12
3.1. Les espècies i la riquesa	12
3.2. L'abundància de peixos demersals.....	17
3.3. La biomassa de peixos demersals.....	28
3.4. La biomassa de meso i macrocarnívors amb nivells tròfics elevats (NT> 3,5).....	41
3.5. Les distribucions de talles de les espècies més freqüents i abundants	45
3.6. El cas de punta Rasa	59
4. DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS	67
4.1. Indicadors de riquesa, abundància i biomassa.....	67
4.2. Distribució de talles d'espècies freqüents i abundants.....	74
4.3. El cas de Punta Rasa.....	74
5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	75

RESUM EXECUTIU

La Reserva Marina d'interès pesquer dels Freus d'Eivissa i Formentera (RMFEF), amb una extensió de 15.353 ha, va ser declarada pel Decret 63/1999 de 28 de maig i posteriorment ampliada pel Decret 41/2015 de 22 de maig. Des de l'any 2000, la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears realitza el seguiment de les poblacions de peixos vulnerables a la pesca dins aquesta reserva marina. Aquest seguiment ha permès estudiar l'efecte de la seva protecció i disposar d'una descripció qualitativa i quantitativa de les poblacions de peixos litorals que habiten sobre els seus fons rocosos. El present informe descriu els canvis que s'han produït des de l'any 2000 dins les zones sotmeses a diferents graus de protecció (reserva integral, reserva parcial i zones control no protegides) pel que fa als següents indicadors: riquesa d'espècies, densitat i biomassa de peixos, biomassa d'espècies d'alt nivell tròfic i distribució de talles de les espècies més freqüents.

Seguint amb la metodologia utilitzada en anteriors campanyes, a l'octubre de 2022 s'ha realitzat la dotzena campanya de seguiment amb el mètode no intrusiu dels censos visuals mitjançant transsectes amb escafandre autònom. Aquest mostreig s'ha centrat en les aigües superficials (<15 m) de la reserva marina i l'han dut a terme 4 biòlegs bussejadors. Concretament, s'han estudiat dues estacions dins la zona de reserva integral (s'Espardell i s'Espardelló), tres dins la zona de protecció parcial (Es Banc, s'Espalmador i Punta Rasa) i dues fora de la reserva (Sol d'en Serra i Sud Punta Prima). En cada una d'aquestes estacions s'han mostrejat 9 transsectes de 50x5 m (250 m²) cobrint una extensió de zona rocosa equivalent a 15.750 m² (1,57 ha) i suposant un esforç de mostreig d'aproximadament 15 hores d'immersió.

Les anàlisis de les dades obtingudes al llarg de tota la sèrie temporal mostren resultats positius, ja que la majoria dels indicadors il·lustren una tendència en augment, sobretot dins la zona amb màxima protecció. Els resultats registrats en l'última campanya es poden consultar a la Taula 1.

Taula 1. Nombre de transectes (N), valors mitjans i error estàndard per a la riquesa (nombre d'espècies/250 m²), abundància de peixos (nombre de peixos/250 m²), biomassa d'espècies demersals (kg/250 m²) i biomassa d'espècies demersals d'alt nivell tròfic (NT>3,5) (kg/250 m²) a les zones de reserva integral, reserva parcial i control l'any 2022.

Zona	Estació	N	Indicador							
			Riquesa		Abundància		Biomassa		Biomassa NT>3,5	
			$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
Reserva Integral	Espardelló	9	5,78	0,64	63,89	36,68	15,36	6,37	5,24	1,53
	Espardell	9	5,44	0,56	43,22	9,84	8,47	1,57	4,41	1,03
Reserva Parcial	Es Banc	9	4,89	0,51	71,67	28,88	9,24	3,25	2,42	0,89
	Espalmador	9	5,44	0,41	45,89	5,52	8,34	0,99	4,06	0,65
	Punta Rasa	9	5,33	0,60	29,78	4,58	4,91	0,87	2,54	0,59
Control	Sol d'en Serra	7	5,57	0,48	33,14	13,01	3,55	0,50	1,45	0,34
	Sud Punta Prima	9	3,67	0,44	25,33	5,56	2,21	0,74	0,39	0,21

De la mateixa manera que en l'anterior campanya, les dues estacions de la reserva integral i la zona de protecció parcial de Es Banc destaquen per presentar els valors de biomassa més elevats. Tot i així, en comparació amb els resultats de la campanya de 2020, l'única estació que mostra un augment de la seva biomassa és s'Espalmador, amb una evolució discreta però positiva i constant al llarg del temps. Actualment el seu valor de biomassa és similar a l'obtingut a l'estació de màxima protecció de s'Espardell, fet que indica una evolució molt positiva d'aquesta estació dins la reserva parcial.

A part, l'estació de Es Banc ha superat la biomassa de la zona totalment protegida de s'Espardell, fet que torna a remarcar la importància local de l'hàbitat i els resultats positius de la protecció parcial. Aquests efectes positius també s'observen a l'estació de Punta Rasa, on ha augmentat x3 la biomassa total i x7,5 la biomassa de macrocarnívors respecte l'any 2000, quan encara no es tractava d'una zona parcialment protegida. Tot i això, els valors de biomassa de Es Banc i Punta Rasa són els més baixos de les últimes quatre campanyes. Concretament, les biomasses són semblants a les obtingudes l'any 2016, però al tractar-se d'una biomassa representada principalment per espàrids, aquests increments i posteriors davallades entren dins la normalitat de la dinàmica poblacional d'aquests peixos (Ricker, 1954, 1958).

Tot i així, és important remarcar que aquest 2022 la reducció de biomassa a l'estació de Es Banc també ha estat causada per la manca d'espècies d'alt interès pesquer com l'anfós (*Epinephelus marginatus*) i l'escorball (*Sciaena umbra*). En aquesta estació s'ha enregistrat un valor de biomassa de macrocarnívors semblant a l'obtingut l'any 2003 i aquest fet podria evidenciar una forta incidència de pesca en aquesta zona. Degut a les espècies i talles que hi manquen, és probable que aquest lloc hagi patit pesca submarina il·legal. Aquesta teoria guanya pes quan es coneix que la proximitat a costa de la zona de Es Banc dificulta o quasi impossibilita el calament d'ormeigs de pesca professional d'ús més regular (tremall i palangró) i a que les espècies objectiu tractades són poc sensibles a les modalitats permeses de pesca recreativa.

Posant el focus sobre la zona de reserva integral i analitzant els intervals de variació dels indicadors presentats en l'estudi de Coll *et al.* (2021), els quals indiquen l'assoliment de la capacitat de càrrega del sistema i el bon estat ambiental de la zona de màxima protecció, tots els valors de biomassa obtinguts al 2022 dins les estacions de s'Espardell i s'Espardelló s'ajusten dins dels marges establerts. Aquests resultats indiquen que la zona de reserva integral podria haver assolit una situació de maduresa per a les espècies d'interès pesquer. Alhora, la composició específica de la biomassa actual d'aquesta zona també és indicativa del seu bon estat de conservació. A mesura que han anat passant els anys s'ha anat diversificat el ventall d'espècies i actualment, tot i que les variades segueixen essent l'espècie principal, el segon i tercer lloc està ocupat per espècies més preuades pels pescadors com són l'escorball i l'anfós.

Pel que fa l'anàlisi de talles, els resultats d'enguany recolzen la teoria que la zona de reserva integral és una àrea d'alevinatge per a espècies importants dins l'ecosistema, com són els grans serrànids. En tots els anys d'estudi, el percentatge d'anfósos immadurs ha estat superior al 92% i en cap de les campanyes s'ha censat un anfós llis (*Epinephelus costae*) amb una talla major a 60 cm. Segons Louisy (2005) les talles més grosses habituals d'aquesta espècie estan compreses entre els 70 i els 100 cm. D'altra banda, s'ha observat que en les dues últimes campanyes la tendència és que sards, variades, morrudes i escorballs de major talla es concentrin dins de la zona de màxima protecció. Aquest fet torna a indicar el bon funcionament de la reserva integral, ja que una major talla mitjana de les espècies objectiu en llocs protegits envers dels no protegits és indicador de l'efecte reserva, i afavoreix la producció i dispersió d'ous i larves.

Per últim, dins del context de les àrees marines de les Illes Balears, l'estació de s'Espardelló destaca com a una zona excepcional de referència per a la biomassa verge o no pescada, ja que actualment és la zona de reserva integral amb la major biomassa de l'arxipèlag. A més, cal esmentar que les 3 estacions parcials de la RMFEF també presenten valors de biomassa que indiquen un bon estat de conservació, ja que se situen per sobre dels 5 kg per transsecte; un llindar que difícilment assoleixen les zones control no protegides de les Illes Balears (Coll, 2020). D'aquesta manera, l'objectiu de repoblar i incrementar els recursos marins explotables, segueix sent, per ara, una realitat dins la RMFEF.

1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera (RMFEF) va ser declarada pel Decret 63/1999 de 28 de maig i ampliada posteriorment pel Decret 41/2015 de 22 de maig. Actualment aquesta reserva marina ocupa una àrea marina de 15.353 ha i forma part de la Xarxa Balear d'Àrees Marines Protegides (Llei 6/2013 de 7 de novembre), la qual actualment està constituïda per un total de 12 reserves marines d'àmbit pesquer.

L'any 2000, la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears inicià el seguiment científic dels recursos marins de la reserva marina per tal de conèixer els efectes de la seva protecció. Aquell any es va iniciar el seguiment de les poblacions de peixos de fons rocosos mitjançant censos visuals amb escafandre autònom, el qual es segueix realitzant en l'actualitat. Aquesta tècnica de mostreig és adequada per realitzar estudis dins d'una reserva marina, ja que es considera un mètode de mostreig no intrusiu que té un nul impacte sobre les poblacions de peixos (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) i a part, s'ha utilitzat de forma estandarditzada en diverses reserves marines del mar Mediterrani (García-Rubies, 1993; Reñones *et al.*, 1997; García-Rubies, 1997; Sala *et al.*, 2012; Grané-Feliu *et al.*, 2019, etc.).

En aquest informe es presenten els resultats de la dotzena campanya de censos visuals realitzada els dies 12, 13, 14 i 15 d'octubre de 2022. Concretament, els objectius d'aquesta campanya foren estudiar les poblacions d'espècies de peixos vulnerables a la pesca que habiten en fons rocosos superficials (3-16 m) i determinar la seva evolució després de la creació de la reserva marina.

2. ÀREES D'ESTUDI I METODOLOGIA

2.1. Àrea d'estudi i disseny de mostreig

De la mateixa manera que en la majoria de les anteriors campanyes de censos, es va seguir el disseny de mostreig que estudia un mínim de dues zones dins de cada nivell de protecció (reserva integral, reserva parcial i zones control). El límits de la reserva marina i les estacions mostrejades a l'octubre de 2022 es mostren al mapa de la figura 1. La present campanya ha suposat el dotzè any d'estudi per a les aigües superficials, amb vint-i-tres anys de protecció acumulada per a la majoria de zones dins d'aquesta reserva marina.

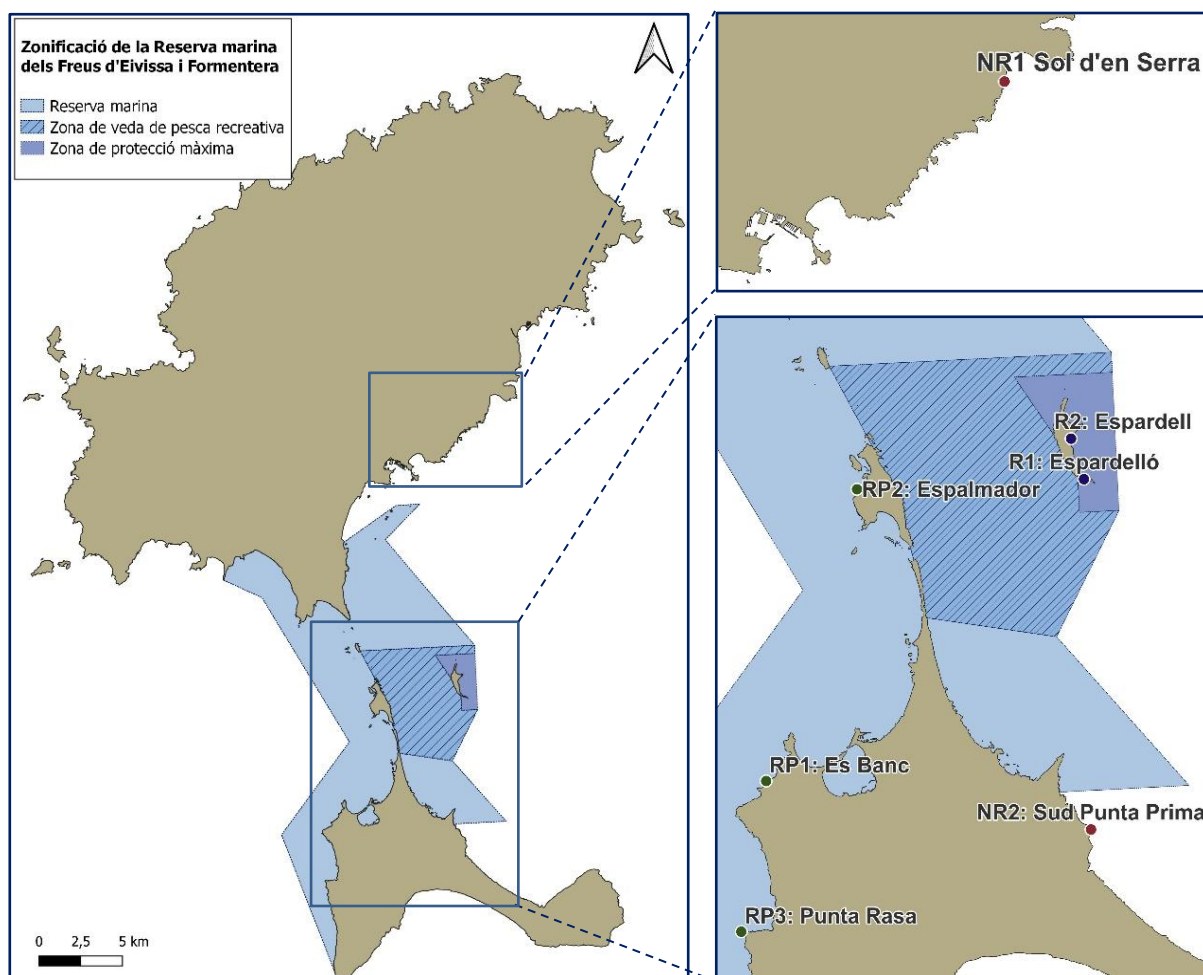


Figura 1. Situació i zonificació de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Zones d'estudi dins la reserva integral (R1 i R2), dins la reserva parcial (RP1, RP2 i RP3) i fora de la reserva marina (NR1 i NR2).

El fet de tenir tres estacions dins de la reserva parcial ve donat per l'ampliació de la RMFEF (Decret 41/2015 de 22 de maig de 2015), que originà que una de les estacions control, Punta Rasa, quedés inclosa dins la reserva parcial. Per tant, mentre que a les primeres 8 campanyes, des de l'any 2000 al 2009, aquesta estació representava una zona control fora de la reserva, a partir de 2016 esdevingué una nova estació dins la reserva. Per tant, en les campanyes realitzades des del 2016 en endavant es va haver d'establir una nova zona control que substituï la de Punta Rasa. En els estudis de 2016 i 2018, aquesta zona fora de la reserva es va situar als voltants de la Punta de sa Creu (Formentera). Però degut a que aquesta zona va quedar inclosa en la nova reserva marina de la Punta de sa Creu a finals del 2018, novament es va haver de localitzar una altra zona control. En les campanyes de 2020 i 2022, aquesta nova zona va establir-se a la costa est d'Eivissa, a la zona anomenada sol d'en Serra. A part dels canvis en aquestes estacions control, la resta de zones mostrejades l'any 2022 coincideixen amb les que es van estudiar en les 11 campanyes anteriors.

D'aquesta manera, S'Espardelló (R1) i s'Espardell (R2) foren les dues estacions dins de la reserva integral; Es Banc (RP1), s'Espalmador (RP2) i Punta Rasa (RP3) foren les tres estacions dins de la reserva parcial; i les estacions de Sol d'en Serra (NR1) i Sud de Punta Prima (NR2) foren les zones control (Fig. 1).

2.2. La presa de dades

La unitat de mostreig utilitzada durant els censos visuals va ser el transecte de 50x5 m, el qual cobreix una àrea total de 250 m². Es van realitzar un total de 63 transectes (9 en cada estació en un mateix dia), representant una àrea total de 15.750 m². Cal dir que per a les anàlisis de les dades de l'estació control de Sol d'en Serra només es va tenir en compte la informació recollida en 7 transectes, ja que els dos transectes restants no presentaren un hàbitat rocós adient per tal d'incloure'ls en aquest estudi. Tots aquests transectes es van distribuir a l'atzar sobre substrats rocosos entre 3 i 16 m de fondària mitjana, i se separaren per una distància mínima de 20 m per tal d'evitar casos d'autocorrelació espacial (Ordines *et al.*, 2005).

Els censos es van dur a terme per parelles de bussejadors, un dels quals avançava en primer lloc estenent una cinta mètrica sobre el fons mentre censava les espècies de peixos més mòbils. El segon bussejador anava darrere inspeccionant els caus en busca de les espècies més críptiques. Ambdós bussejadors censaren un conjunt de peixos amb les característiques de ser

espècies de substrat rocós i objectiu de la pesca professional, submarina i recreativa de superfície. Aquest grup reduït d'espècies d'estudi millora considerablement la precisió del cens, tal com Greene i Alevizon (1989) demostraren amb l'anomenat *Discrete Group Censusing*. Aquesta tècnica, alhora, consumeix menys temps i permet un major nombre de rèpliques comparat amb un cens on es considera tota la comunitat íctica.

Sobre cadascun dels transsectes s'identificaren les espècies objectiu i s'enregistrà el nombre d'individus observats juntament amb una estima de la seva talla. Les espècies vulnerables a la pesca observades als transsectes es van poder agrupar dins de les categories espacials 1, 3, 5 i 6 de les sis definides per Harmelin (1987) (Taula 2).

Taula 2. Exemples de les diferents espècies enregistrades en els censos visuals, les quals estan incloses dins les categories espacials 1, 3, 5 i 6 de Harmelin (1987).

Categoria Espacial	Definició	Exemples
1	Espècies molt mòbils, erràtiques, generalment diürnes i que viuen en bancs (incloses espècies planctòfagues, omnívores i carnívores).	Cirviola (<i>Seriola dumerili</i>) Espet (<i>Sphyraena viridensis</i>)
3	Espècies nectobentòniques, mesòfagues, amb importants desplaçaments horitzontals i moviments moderats al llarg de l'eix vertical. Presenten una activitat bàsicament diürna i mostren una marcada fidelitat per zones determinades.	Morruda (<i>Diplodus puntazzo</i>) Sard (<i>Diplodus sargus</i>) Variada (<i>Diplodus vulgaris</i>) Càntera (<i>Spondyliosoma cantharus</i>) Orada (<i>Sparus aurata</i>) Dèntol (<i>Dentex dentex</i>).
5	Espècies nectobentòniques, meso i macrocarnívores. Marcadament sedentàries, amb desplaçaments verticals i horitzontals poc importants.	Grans làbrids (<i>Labrus merula</i> i <i>Labrus viridis</i> .) Grans serrànids (<i>Epinephelus</i> spp. i <i>Mycteroperca rubra</i>) Escorball (<i>Sciaena umbra</i>)
6	Espècies nectobentòniques molt sedentàries que depenen d'un cau on troben un refugi momentani o un repòs cíclic (incloses espècies d'hàbits tant diürns com nocturns).	Morena (<i>Muraena helena</i>) Escorpènids (<i>Scorpaena porcus</i> i <i>Scorpaena scrofa</i>) Mòllera de roca (<i>Phycis phycis</i>)

Per tal de completar les dades del mostreig, juntament amb la recollida de dades d'espècies de peixos vulnerables a la pesca també es van anotar descriptors d'hàbitat, permetent la caracterització de la zona en base als trets més rellevants del fons. Així, s'enregistrà la profunditat mínima i màxima de cada transsecte i el tipus de cobertura present al llarg dels seus 50 m de llargada.

L'àrea ocupada per cada tipus de cobertura s'estimà en base als metres que ocupava en la llargada total del transsecte. Les diferents cobertures es classificaren en: roca homogènia, grans blocs ($\varnothing > 2\text{m}$), blocs mitjans ($1\text{m} < \varnothing < 2\text{m}$), blocs petits ($\varnothing < 1\text{m}$), arena, grava, còdols i *Posidonia oceanica*.

A part, també s'enregistrà el relleu del fons o “rugositat” sota el transsecte (Luckhurst i Luckhurst, 1978), la qual es va estimar *de visu*, prèvia estandardització entre observadors, establint-se una escala de 4 graus:

- 1: Relació entre la longitud real i la longitud lineal, igual o lleugerament superior a 1, sense escletxes, anfractuositats aparents i/o 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 d'escletxes importants, ocupant més del 25% de la longitud del transsecte i/o pregoneres variacions verticals amb una relació entre la longitud real i la lineal propera o major a 2.

Finalment, per cada transsecte també s'estimà el pendent del substrat en base a una escala establerta de l'1 al 4, essent:

- 1: Pendent d'entre 0 i 30°.
- 2: Pendent de 30° a 60°.
- 3: Pendent de 60° a 90°.
- 4: Pendent que superava els 90° formant superfícies extraplomades.

2.3. Tractament estadístic de les dades

La base de dades generada el 2022 es va integrar amb la ja existent, la qual recollia la informació de les campanyes del 2000 al 2020. Així els resultats descrits en aquest informe corresponen a les anàlisis espacials i temporals associades al període 2000-2022.

Amb la matriu de dades obtinguda, es va calcular la riquesa d'espècies (nombre d'espècies/250 m²), l'abundància de peixos (nombre d'individus/250 m²) i la biomassa de

peixos (kg/250 m²) per a cada mostra (transsecte). Les espècies de la categoria 1 (aquelles més pelàgiques i mòbils, com *Sphyraena viridensis*, *Seriola dumerili*, o *Caranx crysos*, i també les divagants entre el litoral i la plataforma com és el cas de *Dentex dentex*) es varen considerar per a la riquesa específica, però no en els indicadors d'abundància i biomassa, degut a l'efecte massiu que provoquen aquestes espècies sobre aquests indicadors. Alhora, el *home range* d'aquestes espècies és molt major que el de la zona d'estudi i per tant, no s'acompleix una assumptió importat: que l'abundància de les espècies objecte del cens sigui constant en l'escala espacial i temporal de l'estudi.

D'altra banda, vista l'abundància i la major variació de les espècies amb baix nivell tròfic, sobretot les del gènere *Diplodus*, i la importància de les espècies que es troben més a dalt en la xarxa tròfica (Sandin i Sala, 2012), es va calcular un nou indicador tan sols amb aquelles espècies que presenten un nivell tròfic superior a 3,5 (Froese i Pauly, 2023, www.fishbase.org).

Per al càlcul de la biomassa es va fer ús de les relacions talla:pes de cada espècie descrites per Morey *et al.* (2003) i, en el cas de no ser descrites per aquests autors, es van consultar a la web de www.fishbase.org (Froese i Pauly, 2023). Posteriorment, les dades es van analitzar i representar gràficament utilitzant els softwares STATISTICA i R i l'entorn de desenvolupament integrat (IDE) RStudio.

Concretament es va representar gràficament l'evolució dels diferents indicadors al llarg de tota la sèrie temporal i es va realitzar una anàlisi de la variància (ANOVA) per analitzar l'efecte del temps de protecció entre 2020 i 2022. Per tal que el test fos simètric amb dues estacions dins de cada nivell de protecció, l'estació de Punta Rasa no es va considerar en aquesta anàlisi i es va estudiar a part. Les zones encaixades dins cada nivell de protecció es consideren rèpliques aleatòries de mitjana escala espacial (cents a milers de metres de distància entre elles) i que tenen aleshores la seva variació, que es confronta amb la variació entre nivells de protecció.

L'ANOVA es va dur a terme amb un factor fix, anomenat "Protecció" (Ph), que recull les diferències entre els nivells de protecció i es replica espacialment en "zones" (Zi), aleatòries i encaixades dins el nivell de protecció. Per a aquests factors espacials s'analitzà l'efecte de la interacció amb el temps Tj . Així, cada rèplica o transsecte ($Xhijk$) 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 a la zona i al nivell de protecció h $Zi(h)$, més l'efecte del temps (Tj), més la interacció del temps amb cada zona $Tj \times Zi(h)$, més la interacció del temps

amb la protecció $T_j \times Ph$, més el terme d'error degut a la variació entre rèpliques ($ehijk$). El model lineal queda, doncs, d'aquesta manera:

$$X_{hijk} = \mu + Ph + Zi(h) + T_j + T_j \times Zi(h) + T_j \times Ph + ehijk$$

Prèviament a aquesta anàlisi es va comprovar l'homogeneïtat de les variàncies (mitjançant el test de Cochran (Zar, 1984)), i en el cas que no es complís aquest requeriment, les dades foren transformades logarítmicament ($x' = \log(x+1)$). Si després de la transformació logarítmica tampoc es complien els paràmetres d'homogeneïtat, les dades varen ser analitzades malgrat que no s'acomplís aquesta condició, prenent la precaució de rebaixar el nivell de significança 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). Totes les comparacions *a posteriori*, un cop detectades diferències entre els factors principals, s'efectuaren mitjançant el test de Tukey.

En l'anàlisi niada, i en tots els casos en què l'efecte de la zona no resultà significatiu amb un p.valor superior a 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 interacció entre els diferents nivells de protecció i el temps.

D'altra banda, com s'ha esmentat abans, es va considerar analitzar el cas de l'estació Punta Rasa de manera aïllada ja que l'any 2016 aquesta estació va passar a formar part de la zona de reserva parcial, trencant la sèrie temporal de 8 anys com a zona control. D'aquesta manera es va analitzar la seva evolució al llarg del temps i es va comprovar estadísticament si els indicadors de riquesa, abundància i biomassa de peixos mostraven algun canvi degut a la seva declaració com a zona protegida. Per a aquestes anàlisis, novament es va realitzar una ANOVA però aquesta vegada només per analitzar les diferències degut al factor "Temps".

Per últim, es va analitzar l'estructura de talles de les espècies vulnerables a la pesca més freqüents i abundants dins les zones d'estudi per als mesos d'octubre dels anys 2000, 2003, 2016, 2018, 2020 i 2022. Les distribucions de talles es van comparar entre els diferents nivells de protecció utilitzant la prova de Kolmogorov-Smirnov (KS Test) (Bell *et al.*, 1985).

3. RESULTATS

3.1. Les espècies i la riquesa

En el conjunt de les 12 campanyes realitzades en aigües de la RMFEF s'han censat 29 espècies de peixos vulnerables a la pesca, 21 de les quals s'observaren durant la campanya d'octubre de 2022. Totes les espècies censades en cada estació es poden consultar a la taula 3.

Taula 3. Espècies de peixos censades l'any 2022 dins del llistat general d'espècies observades des de l'any 2000. En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma. NT= nivell tròfic segons Froese i Pauly (2023). N= nombre de transsectes de 250 m². +: presència i -: absència.

Espècie	NT	Reserva Integral		Reserva Parcial			No Reserva	
		Espardelló	Espardell	Es Banc	Espalmador	Punta Rasa	Sol d'en Serra	Sud Punta Prima
		N = 9	N = 9	N = 9	N = 9	N = 9	N = 7	N = 9
<i>Auxis rochei</i>	4,3	-	-	-	-	+	-	-
<i>Euthynnus alletteratus</i>	4,0	+	-	-	+	-	-	-
<i>Seriola dumerili</i>	4,5	-	+	+	-	-	+	+
<i>Lichia amia</i>	4,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sarda sarda</i>	4,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphyraena viridensis</i>	4,3	-	-	-	+	-	-	-
<i>Caranx crysos</i>	4,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dentex dentex</i>	4,5	+	-	-	-	-	-	-
<i>Diplodus cervinus</i>	3,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diplodus puntazzo</i>	3,2	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus sargus</i>	3,4	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus vulgaris</i>	3,5	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sparus aurata</i>	3,7	-	-	+	-	-	-	-
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	3,3	+	+	+	+	+	+	+
<i>Conger conger</i>	4,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muraena helena</i>	4,2	+	+	-	-	+	+	-
<i>Gymnothorax unicolor</i>	3,6	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pomadasys incisus</i>	3,8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epinephelus caninus</i>	3,8	+	+	-	-	-	-	-
<i>Epinephelus costae</i>	3,9	-	+	+	-	-	+	-
<i>Epinephelus marginatus</i>	4,4	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mycteroperca rubra</i>	4,1	-	-	-	+	-	+	-
<i>Labrus merula</i>	3,6	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labrus viridis</i>	3,9	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sciaena umbra</i>	3,8	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scorpaena porcus</i>	3,9	+	-	-	-	-	+	-
<i>Scorpaena scrofa</i>	4,3	+	+	-	-	-	+	-
<i>Scorpaena notata</i>	3,7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phycis phycis</i>	4,3	-	-	-	-	-	-	-

El major nombre d'espècies s'ha observat a l'estació de s'Espardelló dins de la reserva integral, seguida de l'estació fora de la reserva de Sol d'en Serra i de l'altra zona dins de la reserva integral, s'Espardell. Tenint en compte el nivell de protecció i deixant de banda l'estació de Punta Rasa, la reserva integral mostra una riquesa de 17 espècies seguida de la reserva parcial i la zona control, ambdues amb 14 espècies. Les famílies més ben representades en nombre d'espècies són els espàrids, els serrànids i els escorpènids.

La riquesa mitjana, tenint en compte tots els transectes dins de cada nivell de protecció, mostra el valor més elevat dins de la reserva integral ($5,6 \pm 0,1$ espècies/250 m²), seguit de la reserva parcial ($5,2 \pm 0,05$ espècies/250 m²) i acabant amb el valor de les zones control ($4,5 \pm 0,1$ espècies/250 m²). D'altra banda, la riquesa d'espècies obtinguda en cada estació es pot consultar a la figura 2. L'estació amb major riquesa mitjana ha estat s'Espardelló amb $5,78 \pm 0,6$ espècies/250 m², seguida de Sol d'en Serra amb $5,57 \pm 0,5$ espècies/250 m² i per s'Espardell i s'Espalmador, ambdues amb una mitjana de $5,44$ espècies/250 m². La riquesa més baixa la presenta la zona control del Sud de Punta Prima amb $3,67 \pm 0,4$ espècies/250 m².

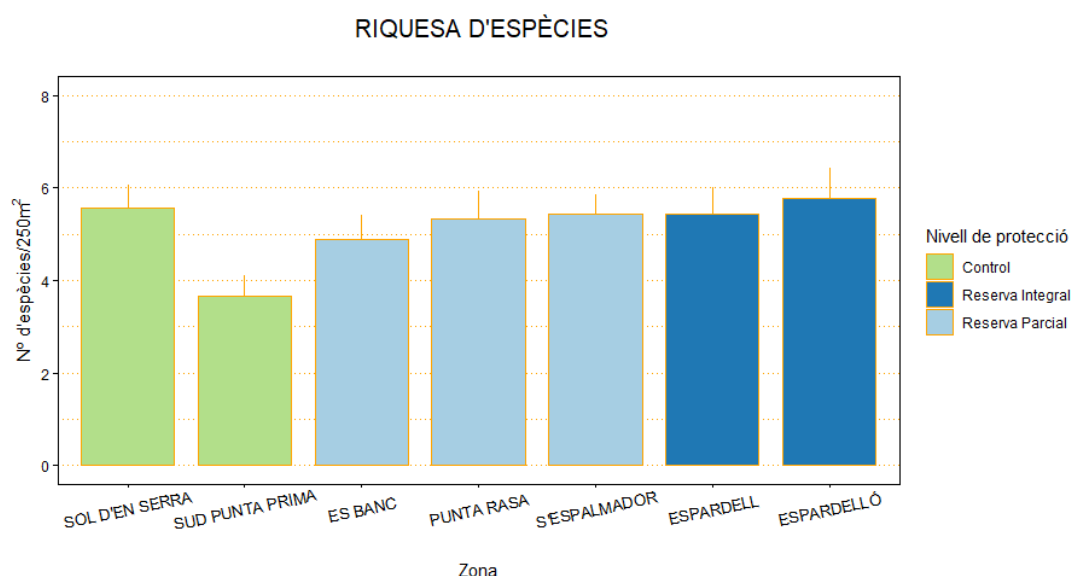


Figura 2. Riquesa mitjana d'espècies (Nombre d'espècies/250 m² ± EE) a cadascuna de les zones establertes en el seguiment de la reserva integral, reserva parcial i zones control l'any 2022.

A la figura 3 es mostra l'evolució de la riquesa mitjana d'espècies per transecte al llarg de totes les campanyes d'estudi. Es pot observar una tendència positiva al llarg del temps per les estacions dins de la reserva integral i de la reserva parcial. Dins la zona integral els valors mitjans han passat de 2'5 espècies/250 m² l'any 2000 a 5'6 l'any 2022. L'increment de la

riquesa dins de la reserva parcial no és tant acusat però és igualment destacable, passant d'una riquesa mitjana de 3'5 espècies/250 m² l'any 2000 a 5'22 espècies aquest any 2022. Per últim, no es detecta un increment tant positiu de la riquesa a les zones control. Parant atenció a l'estació del Sud de Punta Prima, la qual es va mostrejar en totes les campanyes, la seva riquesa només ha incrementat de 2,9 espècies/250 m² a 3,7. Pel que fa a l'època control de l'estació de Punta Rasa, els valors de riquesa també mostraren valors similars al llarg dels anys. Per últim, l'estació de Punta Sa Creu va ser una zona control amb una riquesa d'espècies relativament superior a la resta de zones fora de reserva i la nova estació de Sol d'en Serra mostra una riquesa lleugerament superior a la del Sud de Punta Prima.

L'anàlisi de l'ANOVA per a estudiar les diferències interanuals entre els valors de riquesa dels anys 2020 i 2022 (Taula 4) ha mostrat diferències significatives pel factor temps i pel factor protecció. Aquests resultats han determinat que els valors de riquesa obtinguts al 2022 han estat lleugerament inferiors als de 2020 i l'anàlisi de Tukey (Taula 5) mostra que la riquesa obtinguda en les zones de reserva integral ha estat significativament major a l'obtinguda fora de la reserva.

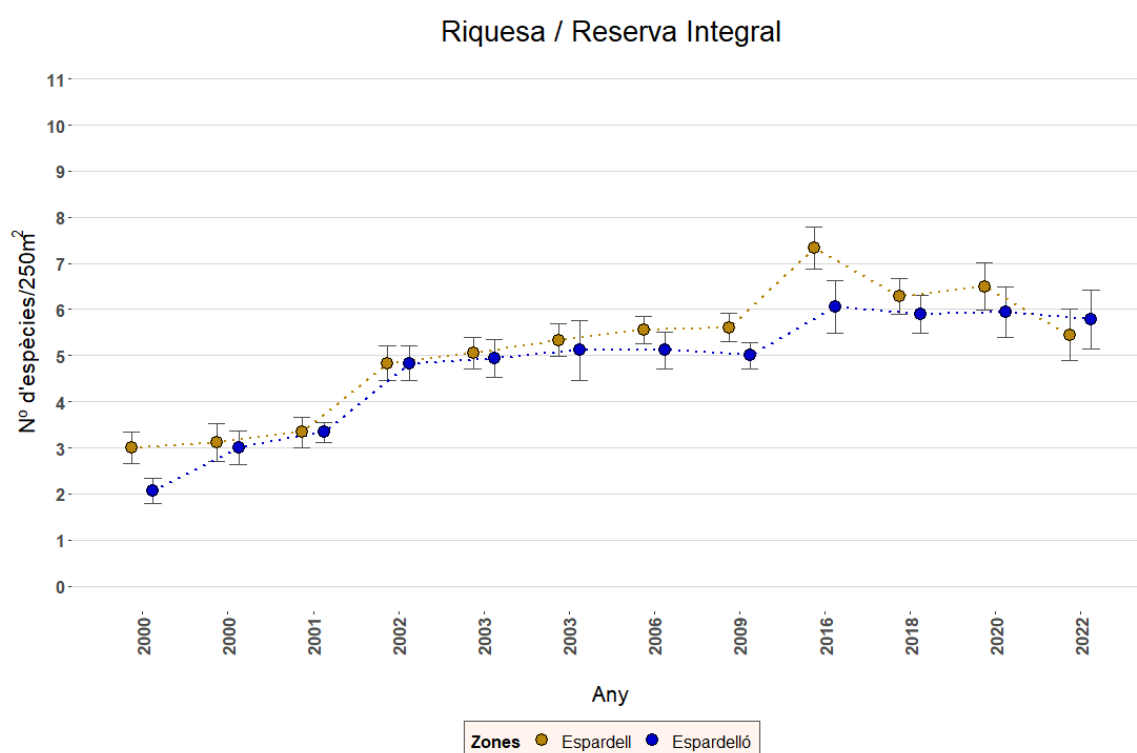


Figura 3. Evolució temporal de la riquesa mitjana (Nombre d'espècies/250 m² ± EE) d'espècies vulnerables a la pesca a les 12 campanyes realitzades entre el 2000 i el 2022 dins de cada zona de la reserva integral, reserva parcial i zones control.

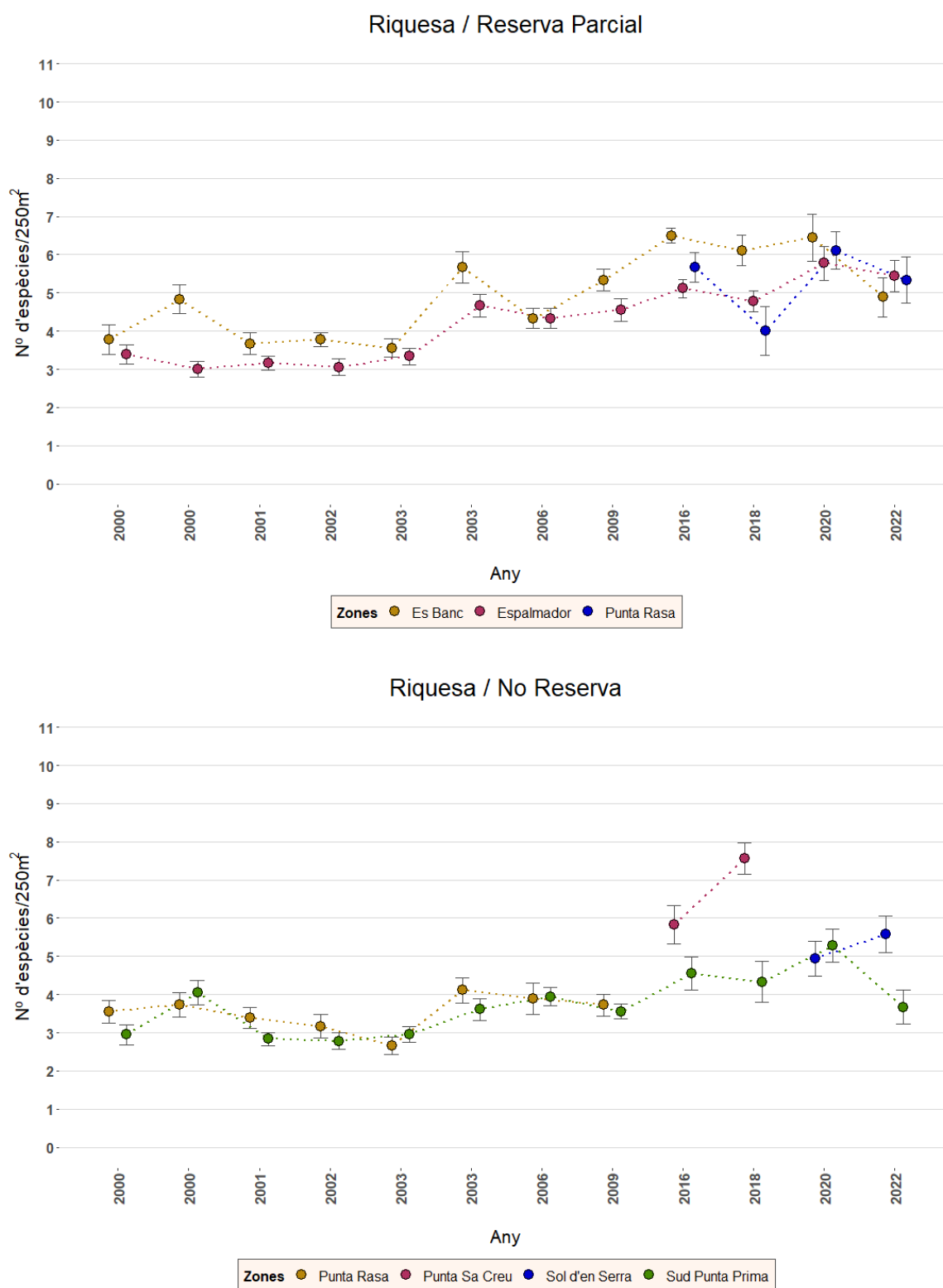


Figura 3. cont. Evolució temporal de la riquesa mitjana (Nombre d'espècies/250 m² ± EE) d'espècies vulnerables a la pesca a les 12 campanyes realitzades entre el 2000 i el 2022 dins de cada zona de la reserva integral, reserva parcial i zones control.

Taula 4. Anàlisi de la variància sobre la riquesa d'espècies vulnerables i els factors Protecció, Zona (dins protecció) i Temps. SS= Suma de quadrats, GL: Graus de llibertat, MS: Mitjana quadràtica, F= test F, p= significança estadística (**vermell = significatiu per a $p < 0,05$**).

RIQUESA 2020-2022	SS	GL	MS	F	P
Intercept	4125,055	1	4125,055	1024,452	0,000000
TEMPS	19,975	1	19,975	4,961	0,027440
PROT	22,773	2	11,387	2,828	0,062339
TEMPS*PROT	1,259	2	0,629	0,156	0,855453
ZONA(PROT)	6,949	3	2,316	0,575	0,632141
TEMPS*ZONA(PROT)	23,535	3	7,845	1,948	0,124333
Residus	595,937	148	4,027		
Pooling					
Intercept	4110,811	1	4110,811	1017,607	0,000000
TEMPS	22,210	1	22,210	5,498	0,020314
PROT	26,140	2	13,070	3,235	0,042032
TEMPS * PROT	0,659	2	0,329	0,082	0,921727
Residus	622,111	154	4,040		

Taula 5. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de riquesa mitjana entre els diferents nivells de protecció mostrejats els anys 2020 i 2022. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	NR	RP	R
NR		0,065256	0,024201
RP	0,065256		0,922333
R	0,024201	0,922333	

3.2. L'abundància de peixos demersals

A la figura 4 s'observa que l'estació amb una major abundància d'espècies demersals vulnerables a la pesca és Es Banc amb 71,67 individus/250 m² seguida de s'Espardelló (63,89 individus/250 m²) i s'Espalmador (45,89 individus/250 m²). Les zones amb menor abundància corresponen a les dues estacions control i a l'estació de Punta Rasa. Considerant totes les estacions en conjunt dins del mateix nivell de protecció, la reserva integral és la zona que presenta una major abundància ($53,6 \pm 15,18$ individus/250 m²) seguida de la reserva parcial ($49,1 \pm 12,38$ individus/250 m²) i acabant amb la zona fora reserva ($28,75 \pm 6,32$ individus/250 m²).

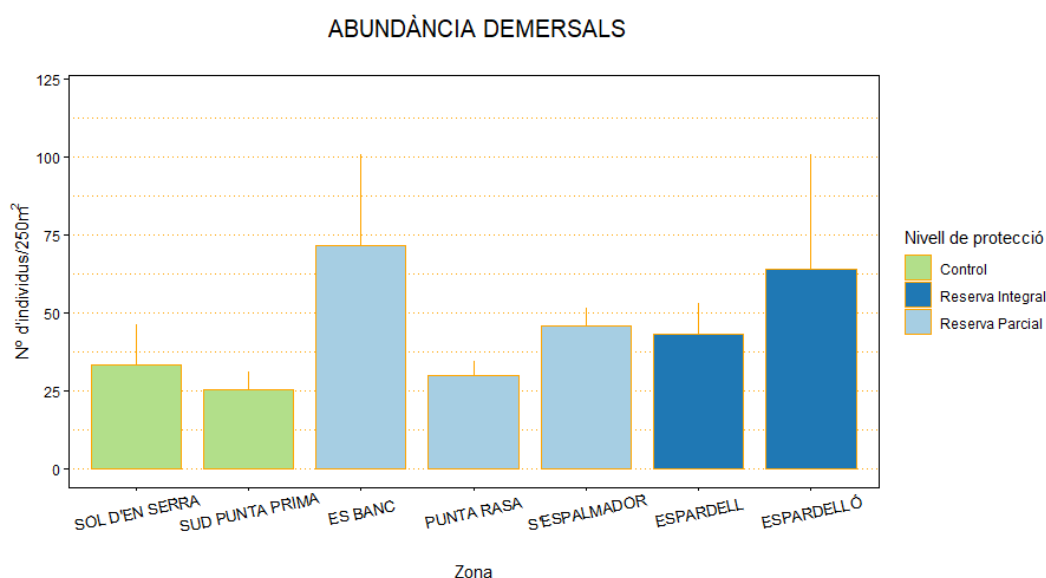


Figura 4. Abundància mitjana (Nombre de peixos/250 m² ± EE) d'espècies demersals vulnerables a la pesca a cadascuna de les zones establertes en el seguiment de la reserva integral, reserva parcial i zones control l'any 2022.

L'evolució temporal d'aquest indicador (Fig. 5) mostra que dins la reserva marina totes les estacions experimenten un augment en l'abundància de peixos al llarg del temps. En el cas de s'Espardelló aquest increment ha passat d'un valor mitjà de 27,5 individus/250 m² l'any 2000 als 63,9 individus/250 m² actuals i de 15,28 a 43,22 individus/250 m² en el cas de s'Espardell. Dins la reserva integral, l'estació de s'Espardelló sempre ha tingut una major abundància comparada amb s'Espardell. Pel que fa la zona de reserva parcial, l'estació que ha mostrat un major augment de l'abundància de peixos ha estat Es Banc, passant de 44,1 a 71,6 individus/250 m², assolint el seu màxim l'any 2018. Casualment, l'estació de s'Espardelló també presenta el

seu valor màxim d'abundància aquest any ,degut principalment a la presència de grans moles de variades. D'altra banda, l'estació de s'Espalmador també mostra un augment, tot i que menys acusat, per a aquest indicador. Per últim, els valors d'abundància en les zones control es mantenen més constants, mostrant menys variacions al llarg del temps i mantenint uns valors d'entre 11 i 40 peixos/250 m². Fou un cas a part l'estació de Punta sa Creu al 2016 i 2018, ja que els seus valors d'abundància foren relativament més elevats comparats amb els d'altres zones control (de la mateixa manera que per a l'indicador de riquesa). Aquesta estació va mostrar uns valors mitjans de 35 i de 57 peixos/250 m² els dos anys que va ser estudiada.

En referència a les anàlisis estadístiques en comparar els anys 2020 i 2022, aquestes indiquen que no hi ha diferències interanuals per a cap dels factors estudiats (Taula 6). Cal dir que per analitzar aquests resultats s'ha rebaixat el p.valor a 0,01 ja que no es va complir l'homogeneïtat de variàncies. Per tant, es pot concloure que aquests dos anys presenten valors similars pel que fa a l'abundància de peixos vulnerables a la pesca.

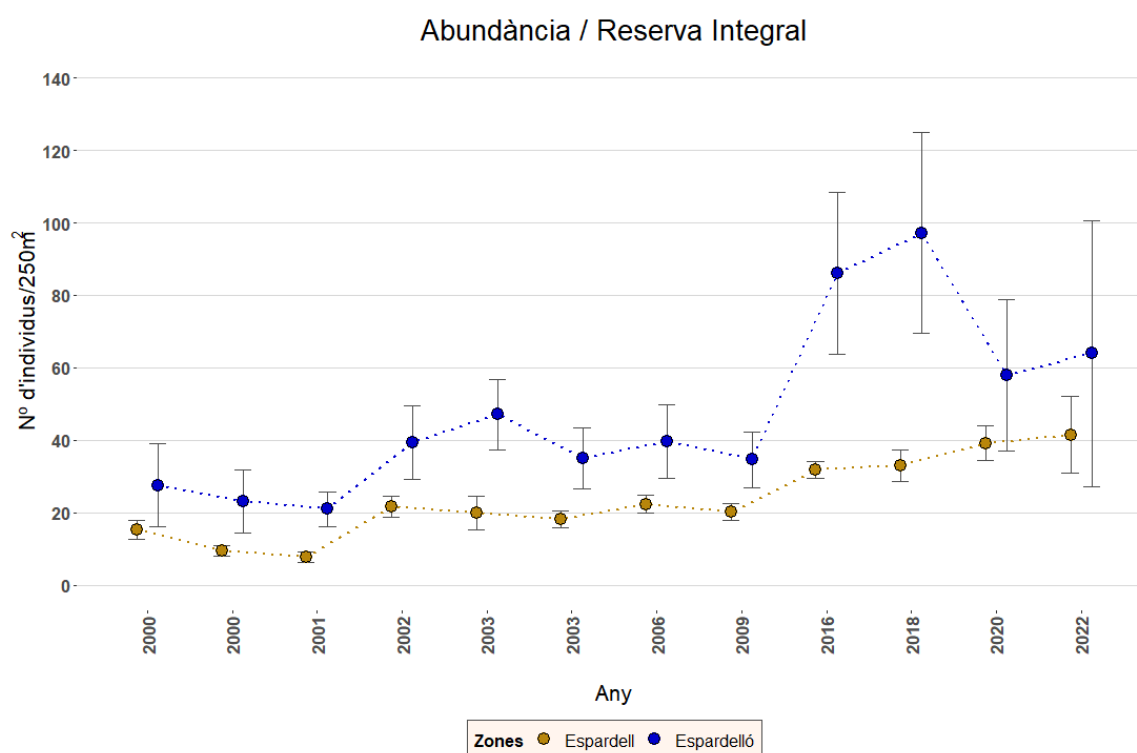


Figura 5. Evolució temporal de l'abundància mitjana (Nombre de peixos/250 m² ± EE) d'espècies demersals vulnerables a la pesca a les 12 campanyes realitzades entre el 2000 i el 2022 dins de cada zona de la reserva integral, reserva parcial i zones control.

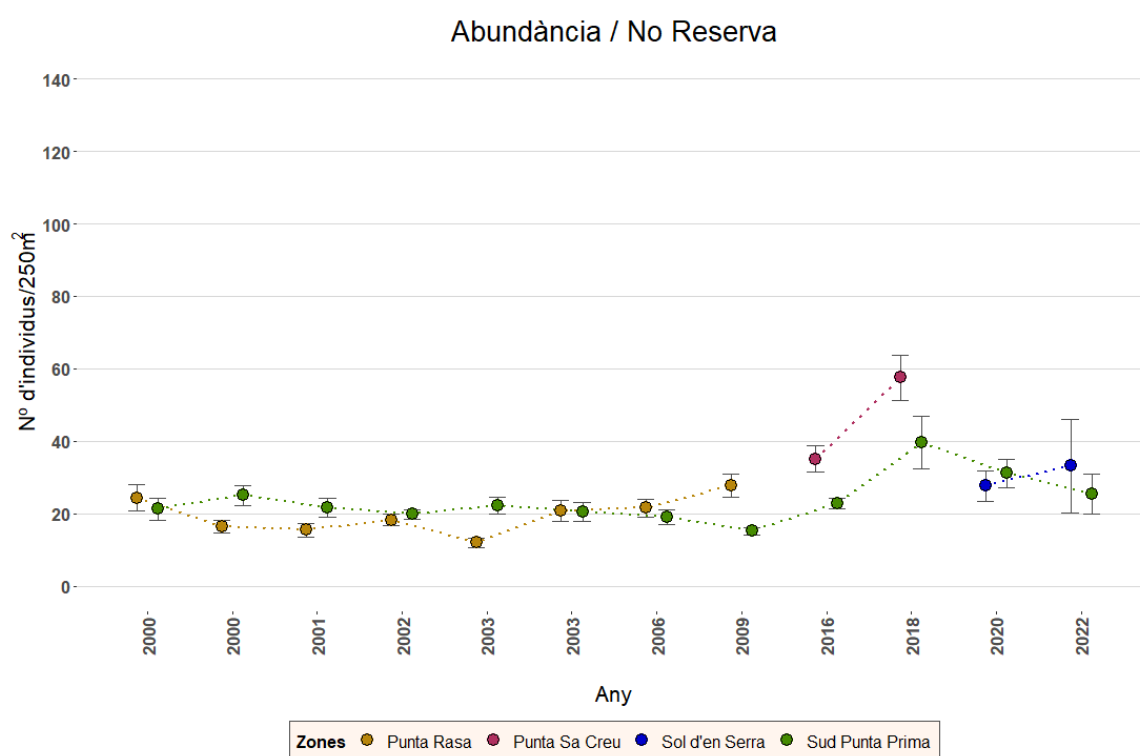
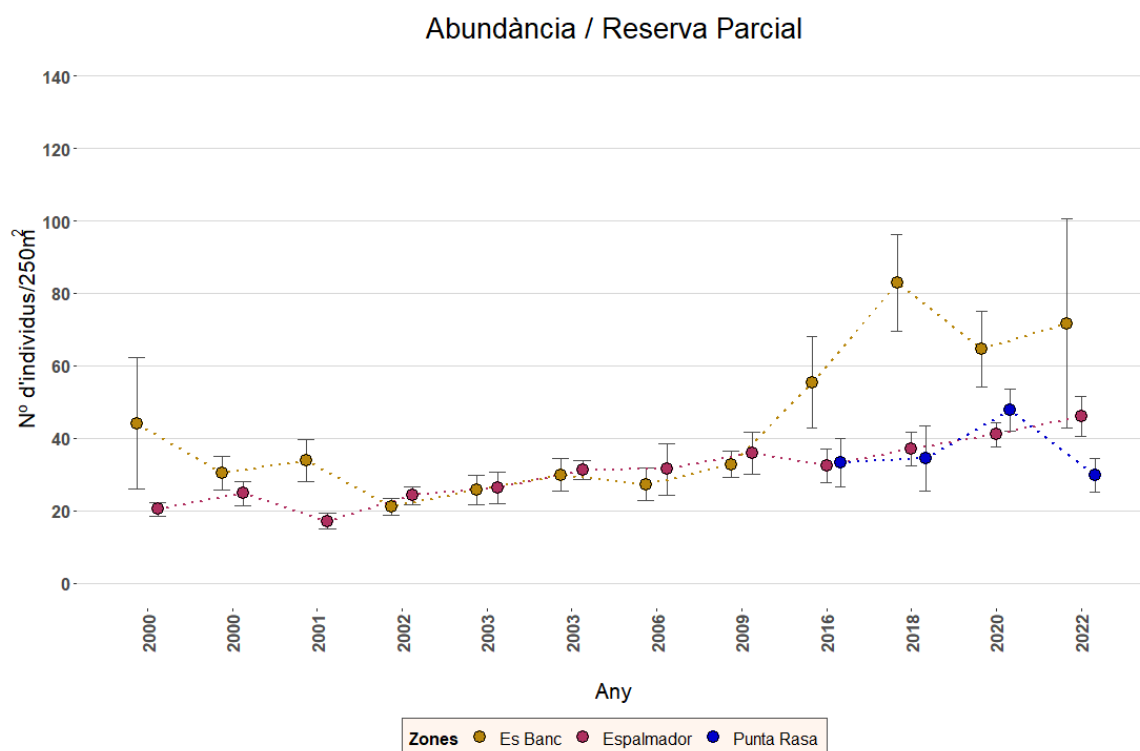


Figura 5. cont. Evolució temporal de l'abundància mitjana (Nombre de peixos/250 m² ± EE) d'espècies demersals vulnerables a la pesca a les 12 campanyes realitzades entre el 2000 i el 2022 dins de cada zona de la reserva integral, reserva parcial i zones control.

Taula 6. Anàlisi de la variància sobre l'abundància d'espècies vulnerables i els factors Protecció, Zona (dins protecció) i Temps. SS= Suma de quadrats, GL: Graus de llibertat, MS: Mitjana quadràtica, F= test F, p= significança estadística (**vermell = significatiu per a $p < 0,01$**).

ABUNDÀNCIA 2020-2022	SS	GL	MS	F	P
Intercept	285576,3	1	285576,3	116,1826	0,000000
TEMPS	384,6	1	384,6	0,1565	0,692990
PROT	17800,7	2	8900,4	3,6210	0,029153
TEMPS*PROT	225,3	2	112,7	0,0458	0,955216
ZONA(PROT)	12484,3	3	4161,4	1,6930	0,171022
TEMPS*ZONA(PROT)	400,6	3	133,5	0,0543	0,983263
Residus	363783,3	148	2458,0		

A les taules 7-13 es pot apreciar com varies espècies han augmentat la seva abundància dins les zones protegides des de la creació de la RMFEF l'any 2000. Amb el pas del temps s'observa un augment de l'abundància d'espècies indicadores de l'efecte reserva com *Sciaena umbra* i *Epinephelus marginatus*. Dins la zona control del Sud de Punta Prima (l'única zona control estudiada al llarg de tota la sèrie temporal) ha disminuït l'abundància d'anfossos respecte a l'any 2000 i ha augmentat mínimament l'abundància d'escorballs.

Taula 7. Abundància mitjana (Núm. d'individus/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de s'Espardelló (Reserva Integral). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma.

Espardelló	Reserva Integral							
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	2,5	2,5	1,1	0,7	0	0
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyraena viridensis</i>	0	0	0	0	5,6	5,6	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0,3	0,3	0	0	0,3	0,2	0,1	0,1
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,8	0,2	1,1	0,2	0,8	0,2	1,0	0,4
<i>Diplodus sargus</i>	1,1	0,7	1,3	0,6	3,8	0,8	4,1	1,1
<i>Diplodus vulgaris</i>	25,2	11,5	19,5	8,3	37,9	19,2	48,3	35,8
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0	0	0,2	0,1	5,8	3,1	1,2	1,0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,1	0,1	0,4	0,1	1,7	0,3	1,7	0,3
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0,1	0,1	0	0	2,2	0,3	2,1	0,5
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0	0	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0	0	3,8	1,2	3,5	1,6
<i>Conger conger</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
<i>Muraena helena</i>	0	0	0,2	0,1	0,5	0,2	0,4	0,2
<i>Scorpaena porcus</i>	0,2	0,2	0,3	0,2	0	0	0,1	0,1
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	1,0	0,2	1,0	0,4
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 8. Abundància mitjana (Núm. d'individus/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de s'Espardell (Reserva Integral). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma

Espardell	Reserva Integral							
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	1,5	1,4	0,1	0,1	1,1	1,1
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyræna viridensis</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0,2	0,1	0	0	0,2	0,2	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,5	0,2	0,9	0,2	1,0	0,3	0,67	0,3
<i>Diplodus sargus</i>	0,6	0,2	0,8	0,2	2,2	0,4	2,1	0,7
<i>Diplodus vulgaris</i>	12,6	2,5	5,9	1,2	25,4	4,3	32,9	9,6
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0,2	0,2	0,1	0,1	1,8	0,5	0,7	0,3
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,6	0,2	1,0	0,3	2,2	0,4	2,1	0,6
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0,1	0,1	0,3	0,1	2,2	0,4	0,8	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	0,3	0,4	0,2
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0,3	0,2	2,7	0,6	2,9	1,3
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2
<i>Scorpaena porcus</i>	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,3	0,2	0	0	0,6	0,1	0,1	0,1
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 9. Abundància mitjana (Núm. d'individus/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de Es Banc (Reserva Parcial). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma.

Es Banc	Reserva Parcial							
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0,1	0,1	0,7	0,5	11,5	8,6	1,9	1,7
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyræna viridensis</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,8	0,2	0,8	0,2	1,1	0,3	1,1	0,5
<i>Diplodus sargus</i>	5,5	1,7	8,3	1,4	12,1	1,8	10	2,7
<i>Diplodus vulgaris</i>	34,3	17,5	15,7	4,4	40,3	9,5	52,7	25,3
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	2,6	1,0	2,6	1,0	2,0	0,7	1,3	0,9
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,2	0,1	1,0	0,3	2,1	0,4	1,3	0,6
<i>Epinephelus caninus</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Labrus merula</i>	0,3	0,2	0,6	0,2	1,2	0,3	0,3	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0,2	0,1	0,4	0,2	0,5	0,2	0,1	0,1
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0,6	0,3	4,6	1,2	4,6	2,6
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 10. Abundància mitjana (Núm. d'individus/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de s'Espalmador (Reserva Parcial). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma.

S'Espalmador	Reserva Parcial							
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0,1	0,1	2,9	2,8	0	0
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyræna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	33,9	22,6
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,9	0,2	0,6	0,2	1,4	0,5	0,6	0,24
<i>Diplodus sargus</i>	9,2	1,4	14,1	2,3	10,9	1,6	10,4	2,24
<i>Diplodus vulgaris</i>	8,8	1,4	9,4	1,7	22,5	3,6	28,8	3,33
<i>Sparus aurata</i>	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Spondylisoma cantharus</i>	0,7	0,7	0	0	0,9	0,5	0,1	0,1
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,1	0,1	0,2	0,1	1,6	0,3	2,3	0,5
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0,2	0,1	0,6	0,3
<i>Labrus merula</i>	0,3	0,1	0,3	0,1	1,1	0,3	0,3	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,2	0,1
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0	0	1,6	0,6	2,6	0,9
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 11. Abundància mitjana (Núm. d'individus/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de Punta Rasa. Aquesta estació fou zona de no reserva l'any 2000 i zona de reserva parcial els anys 2020 i 2022. En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma.

Punta Rasa	No Reserva				Reserva Parcial			
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	1,2	0,8	0	0
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyræna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,6	0,2	0,4	0,2	1,2	0,3	0,6	0,2
<i>Diplodus sargus</i>	5,1	1,1	6,2	1,2	20,7	4,2	6,4	1,0
<i>Diplodus vulgaris</i>	15,1	3,2	7,7	0,8	18,2	2,3	15,8	3,6
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	2,6	1,1	0,6	0,3	1,2	0,6	1,3	0,6
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,1	0,1	0,3	0,1	1,8	0,3	1,2	0,4
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0,2	0,1	0,5	0,1	0,7	0,2	1,0	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
<i>Sciaena umbra</i>	0,1	0,1	0,3	0,1	3,7	1,4	3,2	1,4
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Scorpaena porcus</i>	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 12. Abundància mitjana (Núm. d'individus/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de Sol d'en Serra (No Reserva). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma.

Sol d'en Serra	No Reserva			
	Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0,3	0,3	0,4	0,3
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0
<i>Sphyraena viridensis</i>	0,1	0,1	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,8	0,2	0,3	0,2
<i>Diplodus sargus</i>	3,9	0,7	3,4	1,6
<i>Diplodus vulgaris</i>	18,9	3,8	23,9	12,8
<i>Sparus aurata</i>	0,1	0,1	0	0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>Pomadasys incisus</i>	0,2	0,1	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,3	0,1	1,0	0,2
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0,1	0,1
<i>Labrus merula</i>	0,6	0,2	1,7	0,4
<i>Labrus viridis</i>	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>Sciaena umbra</i>	2,1	0,7	1,9	0,8
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0,1	0,1	0	0
<i>Muraena helena</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Scorpaena porcus</i>	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0

Taula 13. Abundància mitjana (Núm. d'individus/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de Sud Punta Prima (No Reserva). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma.

Sud Punta Prima	No Reserva							
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyræna viridensis</i>	0	0	0	0	12,2	12,2	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,4	0,2	1,1	0,3	1,4	0,3	0,3	0,2
<i>Diplodus sargus</i>	6,0	1,0	8,6	1,3	6,0	0,8	5,4	1,4
<i>Diplodus vulgaris</i>	14,2	2,4	13,7	1,7	19,3	3,5	17,7	4,3
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0	0	0,1	0,1	0,9	0,4	0,4	0,3
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,2	0,1	0,6	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	0,3	0,1	1,6	0,2	0,4	0,3
<i>Labrus viridis</i>	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1	0,1
<i>Sciaena umbra</i>	0,1	0,1	0,3	0,2	0,7	0,4	0,8	0,3
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

3.3. La biomassa de peixos demersals

A la figura 6 s'observa que, al 2022, l'estació amb major biomassa és s'Espardelló ($15,36 \pm 6,37$ kg/250 m²), seguida de Es Banc ($9,24 \pm 3,25$ kg/250 m²), s'Espardell ($8,47 \pm 1,57$ kg/250 m²), s'Espalmador (Espalmador: $8,34 \pm 0,99$ kg/250 m²), Punta Rasa ($4,91 \pm 0,87$ kg/250 m²) i finalment de les zones control de Sol d'en Serra ($3,55 \pm 0,5$ kg/250 m²) i Sud Punta Prima ($2,21 \pm 0,74$ kg/250 m²). De la mateixa manera que a l'any 2020, l'estació de s'Espardelló destaca dins la zona integral i l'estació de Es Banc ho fa dins la zona parcial.

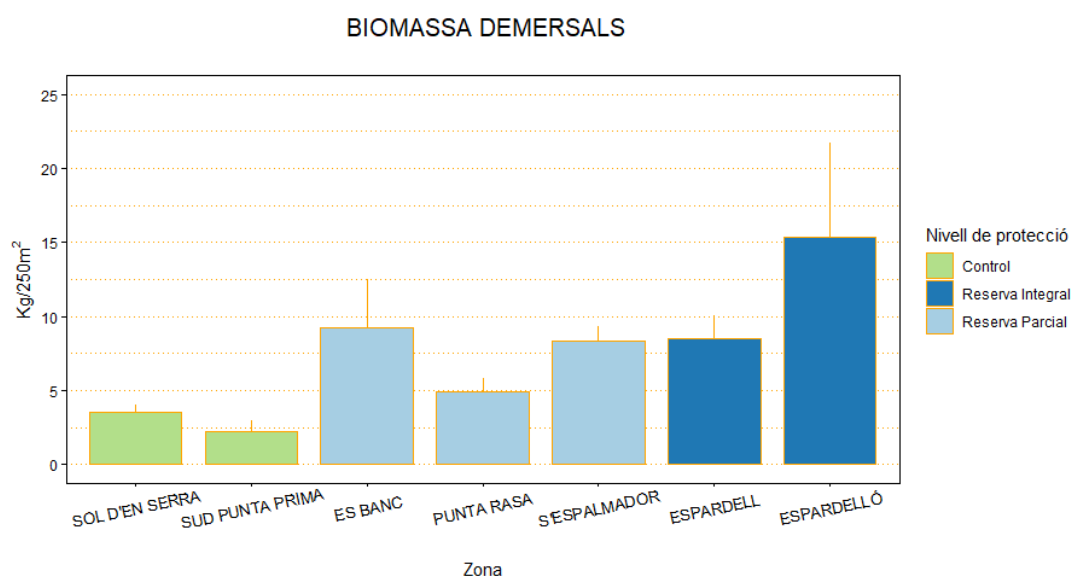


Figura 6. Biomassa mitjana (kg/250 m² ± EE) d'espècies demersals vulnerables a la pesca a cadascuna de les zones establertes en el seguiment de la reserva integral, reserva parcial i zones control l'any 2022.

A la figura 7 es pot observar l'efecte reserva que s'ha vingut produint al llarg del temps, sobretot dins les estacions de s'Espardelló i de Es Banc, tot i que els valors actuals de Es Banc són relativament més baixos comparats amb els dels dos últims anys. Aquesta davallada és deguda principalment a la menor biomassa de sards, anfosos i escorballs (Taula 17). Pel que fa a la biomassa de l'altra estació de la reserva parcial, s'Espalmador, aquesta ha anat augmentant discretament però sense pausa al llarg dels anys, passant de $1,08 \pm 0,18$ kg/250 m² l'any 2000 als $8,34 \pm 0,99$ kg/250 m² d'aquest 2022. En referència a les zones dins la reserva integral, a la figura 7 es veu que l'any 2018 hi hagué un pic de biomassa a s'Espardelló, el qual fou degut a una excepcional biomassa de variades (*D. vulgaris*) amb un valor mitjà de 12 kg/250 m². Pel que fa als valors de biomassa de s'Espardell, aquests semblen que s'han estabilitzat, ja

que els valors de les últimes 4 campanyes s'han mantingut al voltant dels 10 kg/250 m². Per últim, en referència a les zones control, els valors de biomassa gairebé mai han superat els 5 kg/250 m². Fou una excepció l'estació de Punta sa Creu els anys 2016 i 2018, que de la mateixa manera que pels valors de riquesa i abundància, destaca entre els valors de les altres zones control.

Pel que fa a les anàlisis estadístiques en comparar els anys 2020 i 2022, aquestes indiquen que no hi ha diferències interanuals per a cap dels factors estudiats (Taula 14). Per tant, es pot concloure que aquests dos anys presenten valors similars de biomassa de peixos vulnerables a la pesca.

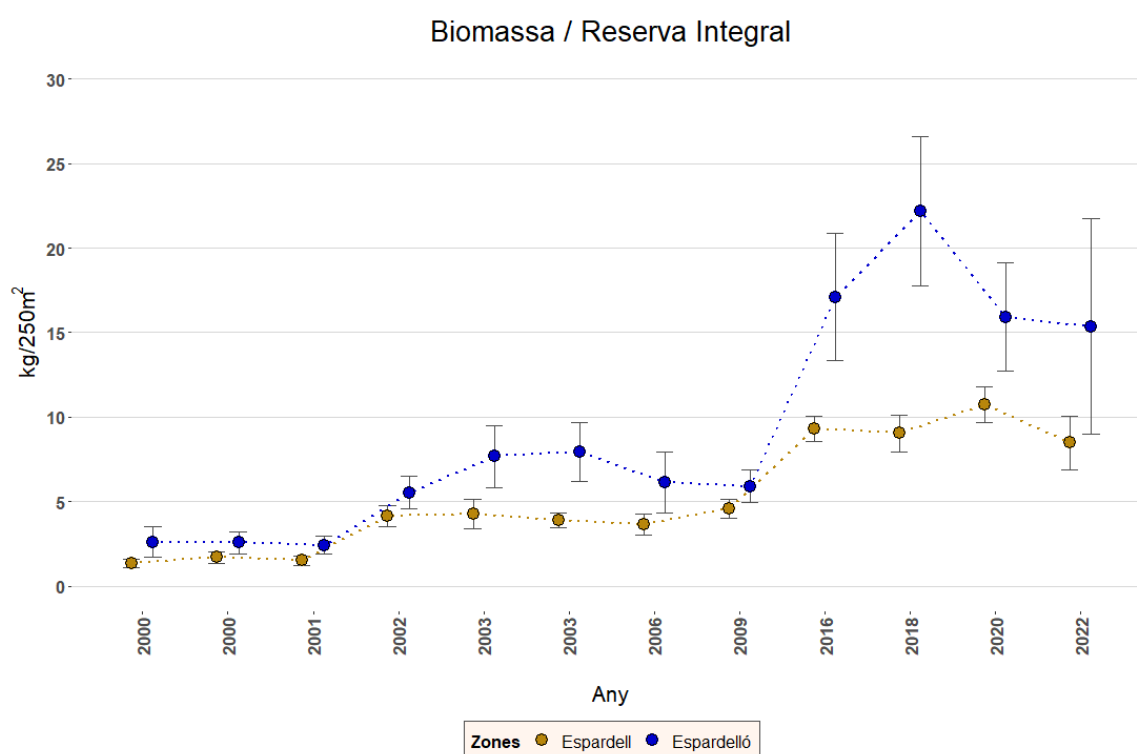


Figura 7. Evolució temporal de la biomassa mitjana (kg/250 m²±EE) d'espècies demersals vulnerables a la pesca a les 12 campanyes efectuades entre 2000 i 2022 dins de cada zona de la reserva integral, reserva parcial i zones control.

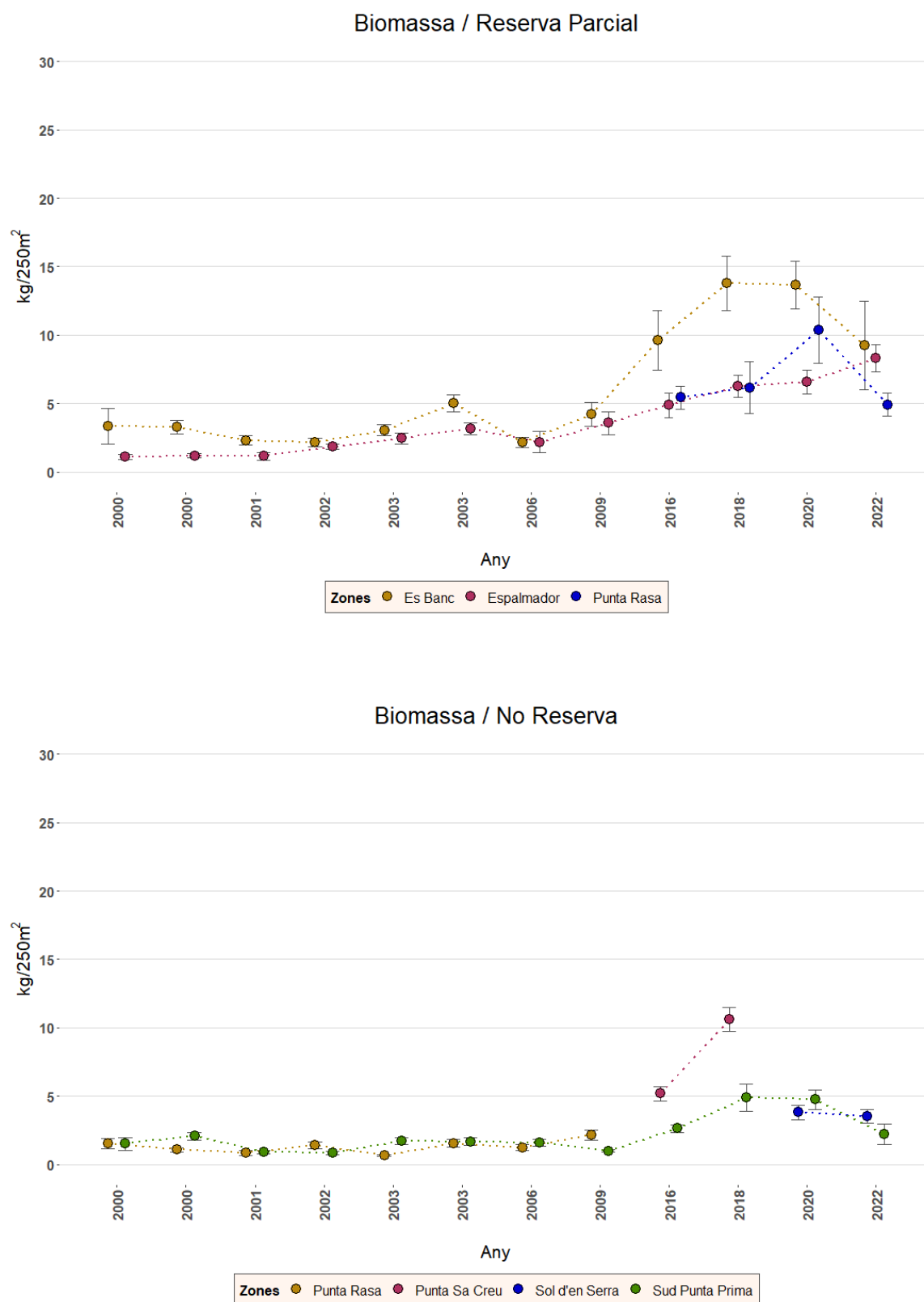


Figura 7. cont. Evolució temporal de la biomassa mitjana (kg/250 m²±EE) d'espècies demersals vulnerables a la pesca a les 12 campanyes efectuades entre 2000 i 2022 dins de cada zona de la reserva integral, reserva parcial i zones control.

Taula 14. Anàlisi de la variància sobre la biomassa d'espècies vulnerables i els factors Protecció, Zona (dins protecció) i Temps. SS= Suma de quadrats, GL: Graus de llibertat, MS: Mitjana quadràtica, F= test F, p= significança estadística (**vermell = significatiu per a $p < 0,01$**).

BIOMASSA 2020-2022	SS	GL	MS	F	P
Intercept	1,021005E+10	1	1,021005E+10	48,81603	0,005998
TEMPS	6,690317E+07	1	6,690317E+07	1,46836	0,311963
PROT	1,915677E+09	2	9,578385E+08	4,57650	0,122586
TEMPS*PROT	4,073165E+04	2	2,036583E+04	0,00045	0,999553
ZONA(PROT)	6,282842E+08	3	2,094281E+08	4,59912	0,121034
TEMPS*ZONA(PROT)	1,366096E+08	3	4,553653E+07	0,75823	0,519264
Residus	8,888360E+09	148	6,005648E+07		

A les taules 15-21 es pot consultar la variació de biomassa detallada per a cada espècie de les campanyes dels anys 2000, 2020 i 2022. El 2022, espècies que tenien nul·la o escassa biomassa l'any 2000 (*L. merula*, *L. viridis*, *S. cantharus*, *S. umbra* i *S. scrofa*) han guanyat pes dins de la reserva marina, i també ho han fet altres espècies que ja hi eren més presents (*E. marginatus*, *D. sargus* i *D. vulgaris*).

D'altra banda, pel que fa a la zona control del Sud de Punta Prima (amb més trajectòria temporal) els valors són més discrets. S'observa un augment moderat de la biomassa de *D. vulgaris*, un manteniment de les biomasses de *E. marginatus* i *D. sargus* (tot i que amb valors baixos) i d'espècies amb nul·la biomassa l'any 2000 com foren: *S. cantharus*, *L. merula*, *L. viridis* i *S. umbra*.

Taula 15. Biomassa mitjana (kg/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de s'Espardelló (Reserva Integral). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma. En color verd es remarquen les espècies d'alt nivell tròfic considerades en l'indicador de biomassa de meso i macrocarnívors.

Espardelló	Reserva Integral							
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	2,5	2,5	1,1	0,7	0	0
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	0	0	0	5,6	5,6	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0,3	0,3	0	0	0,3	0,2	0,2	0,2
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1
<i>Diplodus sargus</i>	0,3	0,2	0,3	0,2	1,5	0,4	1,3	0,4
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,7	0,9	1,2	0,5	5,3	2,8	8,1	6,0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0	0	0	0	2,1	1,0	0,4	0,4
<i>Conger conger</i>	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0,5	0,3	0,6	0,2	0,5	0,3
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0	0	0,2	0,1	2,1	0,5	1,3	0,6
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	0	0	1,0	0,2	0,7	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0	0	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0	0	2,0	0,7	2,1	1,1
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0,7	0,2	0,6	0,3
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 16. Biomassa mitjana (kg/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de s'Espardell (Reserva Integral). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma. En color verd es remarquen les espècies d'alt nivell tròfic considerades en l'indicador de biomassa de meso i macrocarnívors.

Espardell	Reserva Integral							
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	1,5	1,4	0,1	0,1	0,4	0,4
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0,2	0,1	0	0	0,2	0,2	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,1	0,1	0,1	0	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>Diplodus sargus</i>	0,2	0,1	0,3	0,1	0,8	0,2	0,7	0,2
<i>Diplodus vulgaris</i>	0,7	0,1	0,3	0,1	3,2	0,6	3,1	0,9
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0	0	0	0	0,5	0,2	0,2	0,1
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,2	0,1	0,6	0,2	2,4	0,5	1,9	0,7
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	0	0	0,9	0,2	0,2	0,1
<i>Labrus viridis</i>	0,1	0,1	0	0	0,2	0,1	0,2	0,2
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0,1	0,1	1,6	0,4	1,6	0,7
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0,5	0,2	0,1	0,1
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 17. Biomassa mitjana (kg/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de Es Banc (Reserva Parcial). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma. En color verd es remarquen les espècies d'alt nivell tròfic considerades en l'indicador de biomassa de meso i macrocarnívors.

Es Banc	Reserva Parcial							
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0,1	0,1	0,7	0,5	11,5	8,6	0,7	0,6
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyraena viridensis</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,1	0	0,1	0	0,2	0,1	0,2	0,1
<i>Diplodus sargus</i>	1,0	0,4	1,0	0,2	2,7	0,5	2,0	0,7
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,8	1,1	0,7	0,2	4,2	1,3	4,3	2,3
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0,1	0	0,1	0,1	0,5	0,2	0,3	0,2
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0,1	0,1	0,1	0	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,2	0,1	0,7	0,3	2,7	0,6	0,6	0,4
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	0,1	0	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0,1	0	2,2	0,8	1,5	0,7
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 18. Biomassa mitjana (kg/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de s'Espalmador (Reserva Parcial). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma. En color verd es remarquen les espècies d'alt nivell tròfic considerades en l'indicador de biomassa de meso i macrocarnívors.

Espalmador	Reserva Parcial							
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0,1	0,1	2,9	2,8	0	0
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyraena viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	30,1	20,4
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0	0	0	0	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>Diplodus sargus</i>	0,5	0,1	0,8	0,1	1,6	0,2	1,7	0,4
<i>Diplodus vulgaris</i>	0,2	0	0,3	0,1	2,1	0,4	2,5	0,5
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0	0	0,1	0	1,3	0,3	2,3	0,5
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,1
<i>Labrus merula</i>	0,1	0,1	0,1	0	0,3	0,1	0,1	0
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0	0	0,4	0,2	1,4	0,6
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 19. Biomassa mitjana (kg/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de Punta Rasa. Aquesta estació fou zona de no reserva l'any 2000 i zona de reserva parcial els anys 2020 i 2022. En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma. En color verd es remarquen les espècies d'alt nivell tròfic considerades en l'indicador de biomassa de meso i macrocarnívors.

Punta Rasa	No Reserva				Reserva Parcial			
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyraena viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,1	0	0,1	0	0,2	0,1	0,1	0
<i>Diplodus sargus</i>	0,5	0,2	0,4	0,1	5,1	1,6	1,0	0,2
<i>Diplodus vulgaris</i>	0,5	0,2	0,2	0	1,7	0,4	1,0	0,2
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0	0	0	0	0,5	0,2	0,3	0,1
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,2	0,2	0,1	0	1,2	0,3	1,0	0,4
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	0	0	0,2	0,1	0,3	0,1
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0,1	0	0	0	1,4	0,7	1,2	0,5
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 20. Biomassa mitjana (kg/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de Sol d'en Serra (No Reserva). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma. En color verd es remarquen les espècies d'alt nivell tròfic considerades en l'indicador de biomassa de meso i macrocarnívors.

Sol d'en Serra	No Reserva			
	Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0,3	0,3	0,2	0,1
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0
<i>Sphyraena viridensis</i>	0,1	0,1	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,1	0	0,1	0
<i>Diplodus sargus</i>	0,7	0,2	0,5	0,3
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,8	0,3	1,5	0,5
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0,1	0,1
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0,1	0,1
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,3	0,2	0,4	0,1
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0,1	0,1	0,5	0,1
<i>Labrus viridis</i>	0,1	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0,5	0,2	0,3	0,1
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0,1	0,1
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0

Taula 21. Biomassa mitjana (kg/250 m²) i error estàndard (EE) de les espècies vulnerables censades en el primer (2000) i en els dos darrers anys de seguiment (2020 i 2022) dins l'estació de Sud Punta Prima (No Reserva). En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma. En color verd es remarquen les espècies d'alt nivell tròfic considerades en l'indicador de biomassa de meso i macrocarnívors.

Sud Punta Prima	No Reserva							
	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0	0
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarda sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyraena viridensis</i>	0	0	0	0	12,2	12,2	0	0
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,1	0,1	0,1	0	0,2	0,1	0	0
<i>Diplodus sargus</i>	0,6	0,2	0,9	0,3	0,8	0,1	0,4	0,1
<i>Diplodus vulgaris</i>	0,3	0,1	0,6	0,1	2,2	0,6	1,3	0,5
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0	0	0	0	0,2	0,1	0,1	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,3	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	0	0	0,4	0,1	0,1	0,1
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0	0	0,3	0,2	0,1	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

La contribució percentual de biomassa dins la reserva integral per a les diferents espècies d'interès pesquer es pot consultar a les figures 8 i 9. L'any de la declaració de la reserva (2000), a l'estació de s'Espardelló es va registrar una baixa diversitat d'espècies i una clara dominància de *D.vulgaris*, la variada, representant un 67,9 % del pes total. Amb el pas del temps, la biomassa d'aquesta espècie és encara dominant tot i què s'ha reduït fins al voltant del 50% en aquesta estació. Actualment, la segona espècie amb major biomassa a s'Espardelló és l'escorball, seguida de l'anfós i el sard.

D'altra banda, a l'altra estació de la reserva integral, s'Espardell, l'any 2000 també hi hagué una clara dominància de l'espècie *D. vulgaris*, la qual representava un 54,4 % de la biomassa total. En l'actualitat, tot i encara ser la espècie més abundant, la seva biomassa s'ha reduït fins a un 36,4%. Novament, les espècies que ocupen les següents posicions en aquesta estació i que mostren una elevada contribució a la biomassa total són l'anfós, seguit de l'escorball i el sard.

El 2022 s'ha enregistrat una biomassa total de 138 kg a s'Espardelló i de 75 kg a s'Espardell. Aquests valors són inferiors als obtinguts en anys anteriors, ja que al 2022 s'han mostrejat la meitat de transsectes.

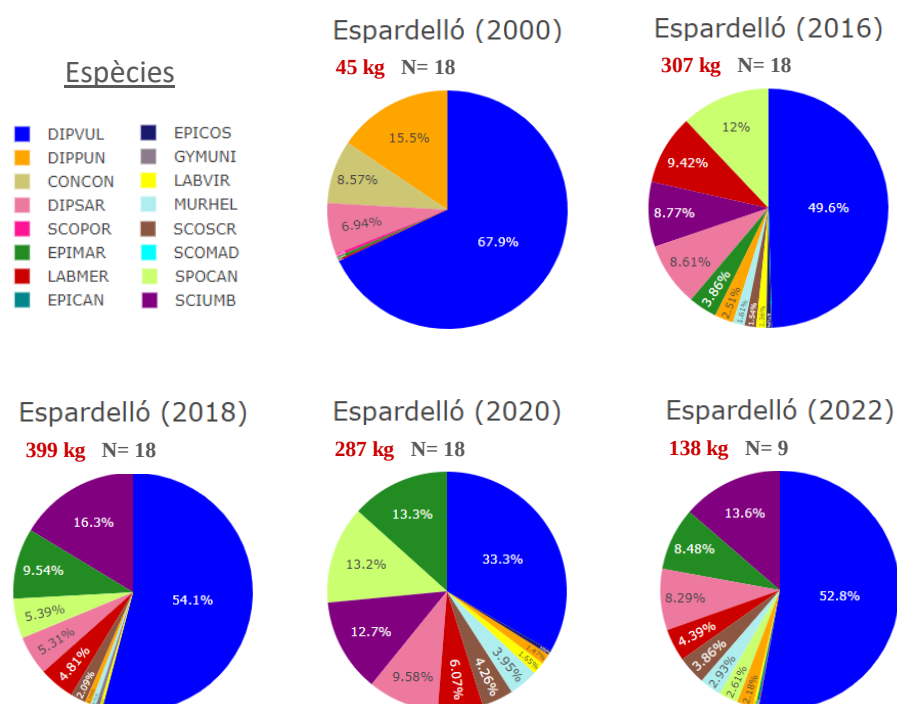


Figura 8. Distribució percentual de la biomassa d'espècies vulnerables dins la zona de màxima protecció de s'Espardelló a les campanyes d'octubre de 2000, 2016, 2018, 2020 i 2022. Suma total de la biomassa obtinguda i número de transsectes realitzats (N).

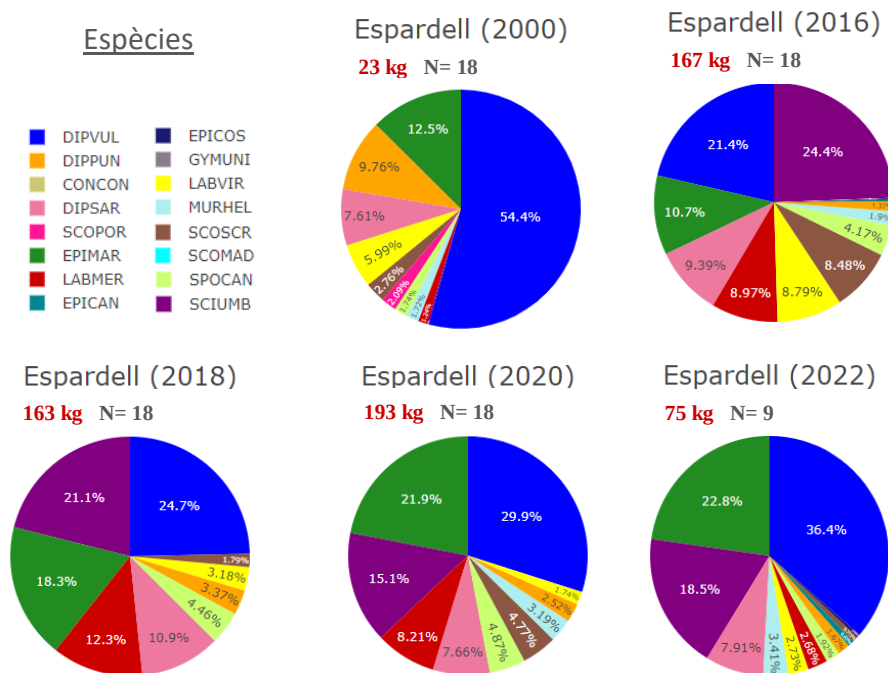


Figura 9. Distribució percentual de la biomassa d'espècies vulnerables dins la zona de màxima protecció de s'Espardell a les campanyes d'octubre de 2000, 2016, 2018, 2020 i 2022. Suma total de la biomassa obtinguda i número de transsectes realitzats (N).

3.4. La biomassa de meso i macrocarnívors amb nivells tròfics elevats (NT> 3,5)

La biomassa d'espècies de major nivell tròfic obtinguda en cada estació es pot consultar a la figura 10. Les estacions dins la reserva integral (s'Espardelló i s'Espardell), juntament amb s'Espalmador dins la reserva parcial, destaquen amb una major biomassa de meso-macrocarnívors, amb $5,24 \pm 1,53$ kg/250 m², $4,41 \pm 1,03$ kg/250 m² i $4,06 \pm 0,65$ kg/250 m², respectivament. Les altres dues estacions de la reserva parcial presenten una biomassa similar entre elles, amb $2,54 \pm 0,59$ kg/250 m² i $2,42 \pm 0,89$ kg/250 m². Per últim, la zona control del Sol d'en Serra mostra un valor de $1,45 \pm 0,34$ kg/250 m² i l'estació de Sud de Punta Prima presenta el valor més baix amb $0,39 \pm 0,21$ kg/250 m².

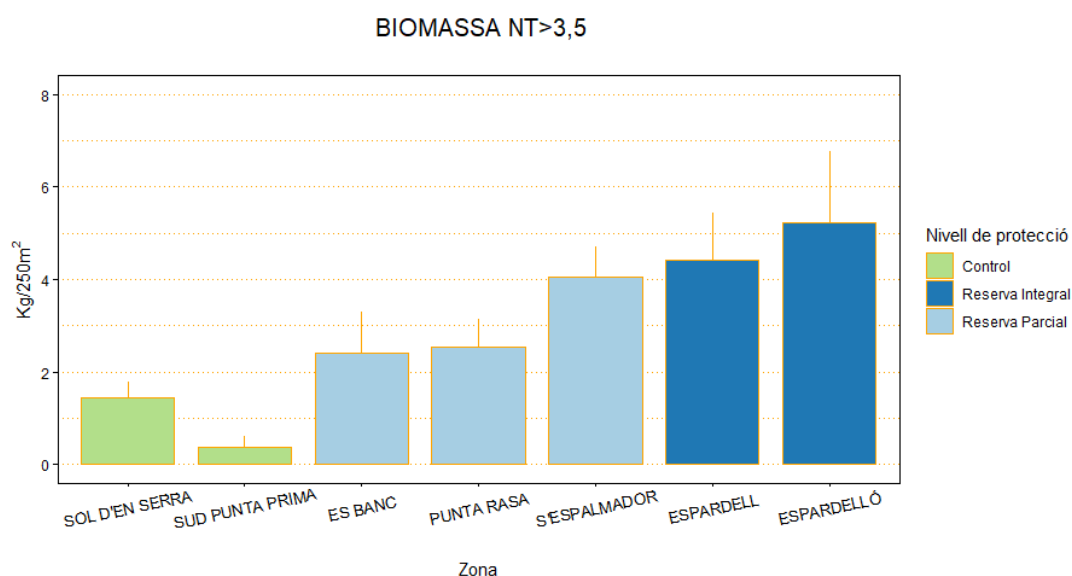


Figura 10. Biomassa mitjana (kg/250 m² ± EE) de meso i macrocarnívors (Nivell Tròfic > 3,5) d'espècies demersals vulnerables a la pesca a cadascuna de les zones establertes en el seguiment de la reserva integral, reserva parcial i zones control l'any 2022.

L'anàlisi gràfica de l'evolució temporal d'aquest indicador (Fig. 11) mostra que, en general, la biomassa de meso i macrocarnívors s'ha reduït respecte a l'any 2020. Cal destacar que la tendència creixent que s'observava dins l'estació de Es Banc dins la reserva parcial ha canviat dràsticament en aquest últim any (Fig. 11). Aquesta zona és la que presenta la reducció més acusada de biomassa de meso i macrocarnívors, passant de 6,10 kg/250 m² l'any 2020 als actuals 2,42 kg/250 m². Aquesta reducció és deguda principalment a la baixa aportació d'espècies importants com l'anfós i l'escorball (Taula 17). El 2022, aquestes espècies només sumen 2,1 kg enfront dels 4,9 kg que sumaven l'any 2020. Fa dos anys també es van censar

individus més grossos, ja que actualment els anfossos i els escorballs no sobrepassen la talla dels 42 cm. En referència a s'Espalmador, l'altra estació dins la reserva parcial, la biomassa de meso i macrocarnívors ha seguit la seva tendència en augment des de l'any 2000 i enguany ha superat el valor de Es Banc.

Pel que fa a les zones control, es manté la tendència de no superar els 2 kg/250 m². De nou, fou una excepció l'estació de Punta sa Creu l'any 2018, la qual mostrà un valor de 4,05 kg/250 m² (Fig. 11).

En referència a les anàlisis estadístiques en comparar els anys 2020 i 2022, aquestes indiquen que no hi ha diferències interanuals però el factor del nivell de protecció sí que mostra un efecte sobre els valors de biomassa de meso i macrocarnívors (Taula 22). El test *a posteriori* de Tukey indica que hi ha diferències significatives entre els tres nivells, fins i tot entre la zona de reserva integral i reserva parcial (Taula 23).

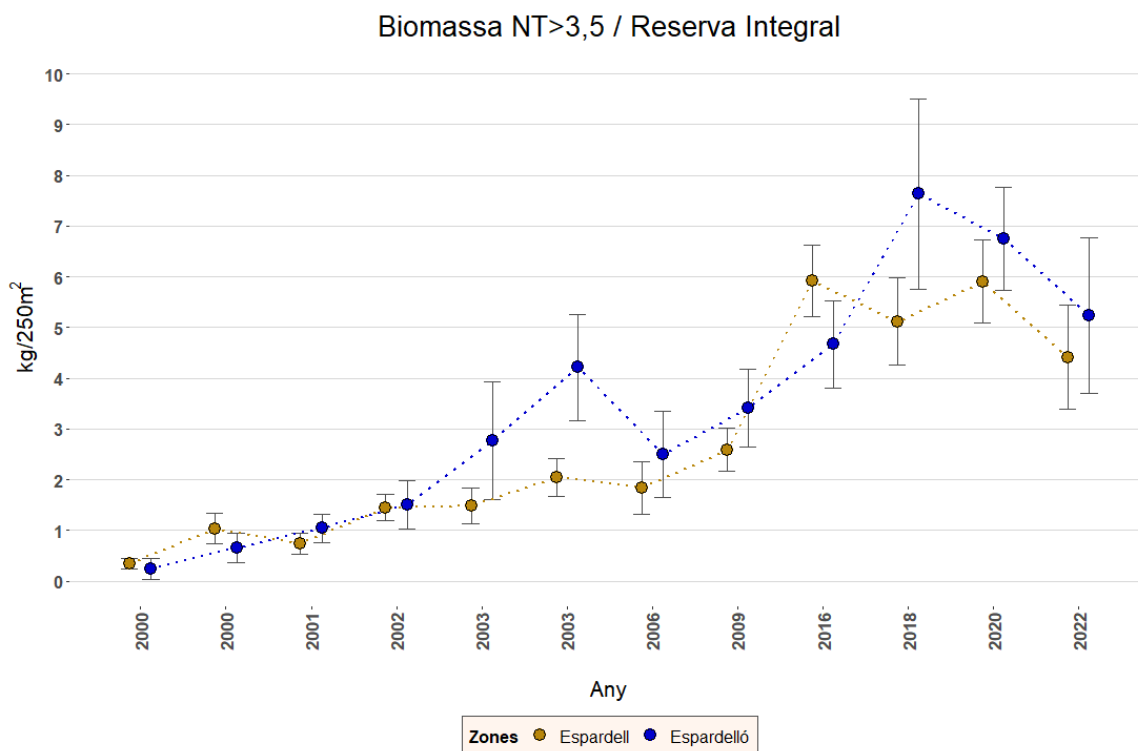


Figura 11. Evolució temporal de la biomassa mitjana (kg/250 m²±EE) de meso i macrocarnívors (Nivell Tròfic > 3,5) d'espècies demersals vulnerables a la pesca a les 12 campanyes efectuades entre 2000 i 2022 dins de cada zona de la reserva integral, reserva parcial i zones control.

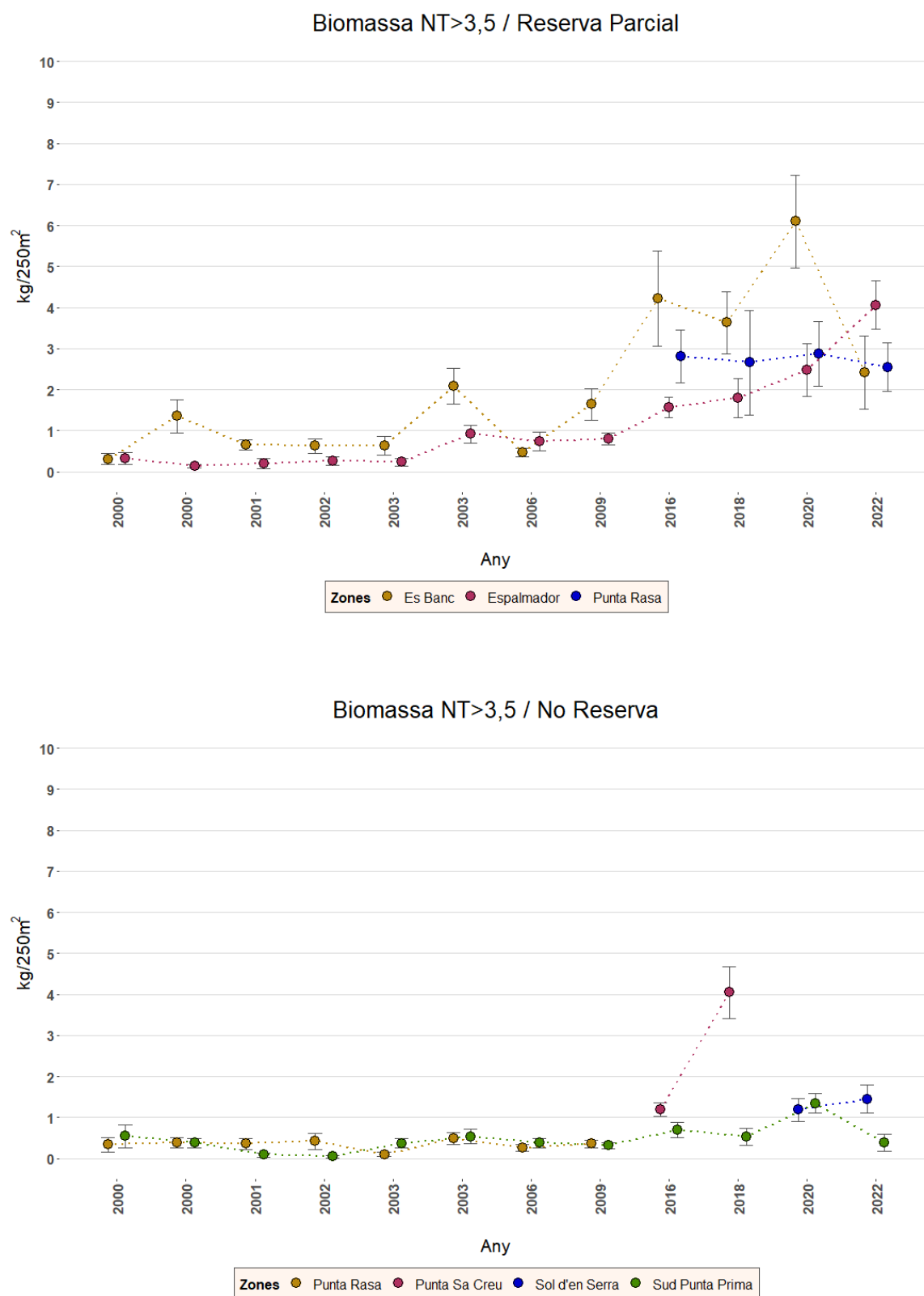


Figura 11. cont. Evolució temporal de la biomassa mitjana (kg/250 m²±EE) de meso i macrocarnívors (Nivell Tròfic > 3,5) d'espècies demersals vulnerables a la pesca a les 12 campanyes efectuades entre 2000 i 2022 dins de cada zonació de la reserva integral, reserva parcial i zones control.

Taula 22. Anàlisi de la variància sobre la biomassa d'espècies macrocarnívores vulnerables i els factors Protecció, Zona (dins protecció) i Temps. SS= Suma de quadrats, GL: Graus de llibertat, MS: Mitjana quadràtica, F= test F, p= significança estadística (**vermell = significatiu per a $p < 0,01$**).

BIOMASSA (NT>3,5) 2020-2022	SS	GL	MS	F	P
Intercept	1,687895E+09	1	1,687895E+09	176,9970	0,000000
TEMPS	3,250077E+07	1	3,250077E+07	3,4081	0,066874
PROT	4,642121E+08	2	2,321060E+08	24,3392	0,000000
TEMPS*PROT	7,778131E+06	2	3,889065E+06	0,4078	0,665845
ZONA(PROT)	2,243419E+07	3	7,478064E+06	0,7842	0,504549
TEMPS*ZONA(PROT)	8,735990E+07	3	2,911997E+07	3,0536	0,030398
Residus	1,411371E+09	148	9,536290E+06		

Taula 23. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de biomassa mitjana d'espècies de macrocarnívors vulnerables entre els diferents nivells de protecció mostrejats els anys 2020 i 2022. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	NR	RP	R
NR		0,000030	0,000022
RP	0,000030		0,004186
R	0,000022	0,004186	

3.5. Les distribucions de talles de les espècies més freqüents i abundants

En aquest apartat s'analitzen les talles de les espècies més abundants i freqüents dels censos: la variada (*Diplodus vulgaris*), el sard (*Diplodus sargus*), la morruda (*Diplodus puntazzo*), el tord massot (*Labrus merula*), l'escorball (*Sciaena umbra*), l'anfós (*Epinephelus marginatus*) i l'anfós llis (*Epinephelus costae*). Concretament, s'analitza l'evolució temporal de les distribucions de talles dins la zona de reserva integral per als mesos d'octubre dels anys 2000, 2003, 2016, 2018, 2020 i 2022. També, amb les dades de la campanya de 2022, es representen gràficament les distribucions dins de cada nivell de protecció i s'analitzen les possibles diferències en la seva estructura de talles.

La variada *Diplodus vulgaris*

A la figura 12 es pot observar com al llarg dels anys s'ha produït un canvi en la distribució de talles d'aquesta espècie dins la reserva integral. Fins l'any 2018, els exemplars de major talla van incrementar la seva freqüència, però al 2020 aquests van disminuir. Tot i així, al 2022 els individus de major talla s'han recuperat i actualment mostren una talla mitjana de 20,3 cm, similar a la del 2018. A la taula 24 es mostra que la talla mitjana de les variades ha augmentat respecte de la de l'any 2000 i que, de manera general, té una tendència ascendent. Els canvis de talles observats en les representacions gràfiques també són detectats per les anàlisis de freqüències K-S, les quals mostren diferències significatives entre tots els anys comparats (Fig. 12).

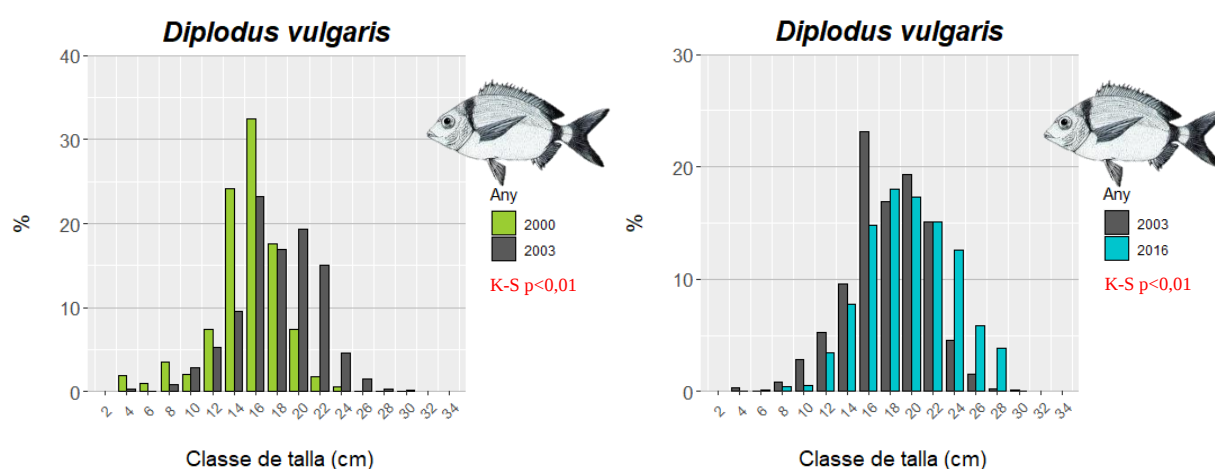


Figura 12. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 2 cm) per a l'espècie *Diplodus vulgaris* dins la reserva integral en les campanyes del mes d'octubre de 2000, 2003, 2016, 2018, 2020 i 2022. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre parells d'anys (vermell= significatiu per a $p<0,05$).

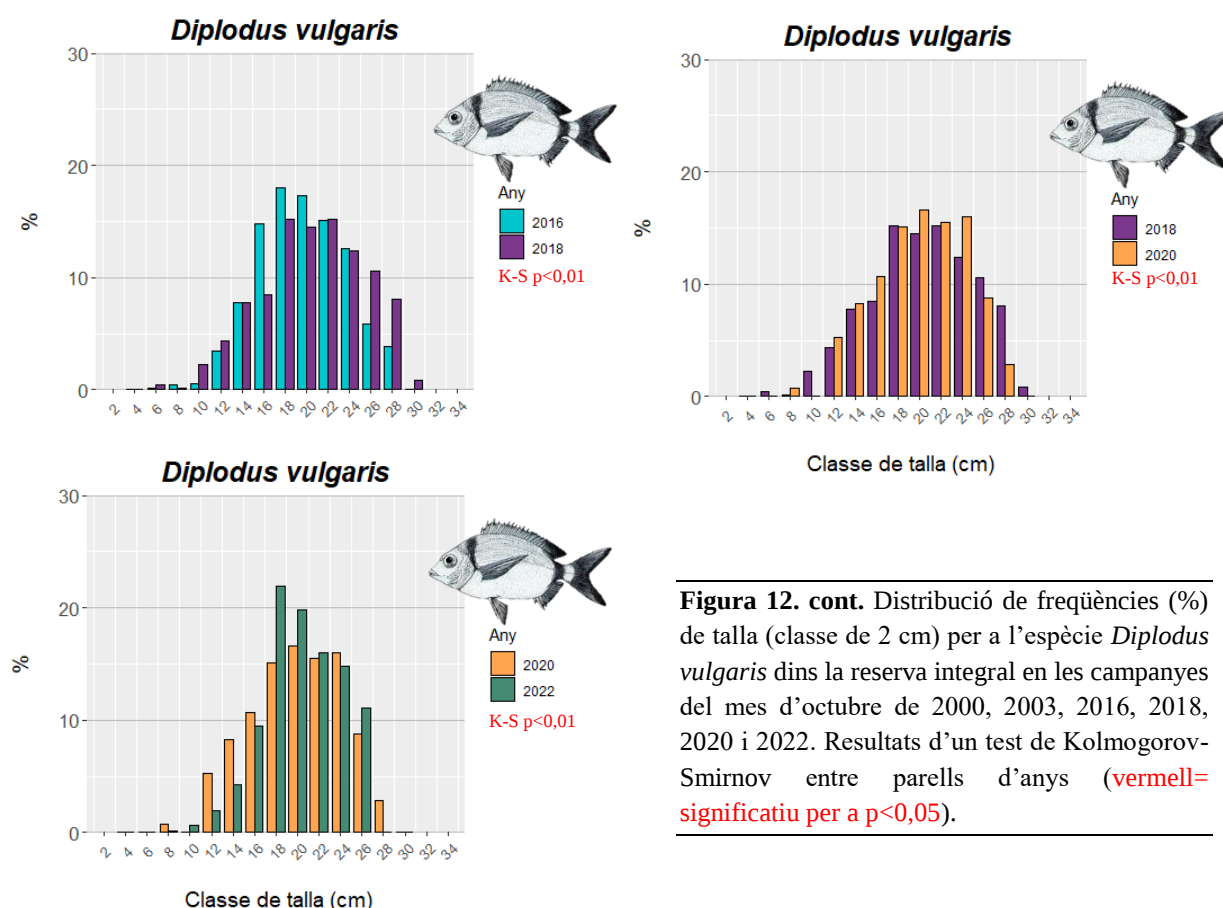


Figura 12. cont. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 2 cm) per a l'espècie *Diplodus vulgaris* dins la reserva integral en les campanyes del mes d'octubre de 2000, 2003, 2016, 2018, 2020 i 2022. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre parells d'anys (vermell= significatiu per a $p<0,05$).

Taula 24. Estadística descriptiva (N= nombre d'individus, talla mitjana, talles mínima i màxima, i desviació estàndard) per a les talles de *D. vulgaris* dins la reserva integral al llarg de sis campanyes. El 2022 es van realitzar la meitat de transectes.

	N	Mitjana	Mínima	Màxima	Desv. Est.
2000	457	15,3	6	24	3,2
2003	617	18,7	6	30	3,8
2016	1457	19,6	6	28	4,1
2018	1714	20,4	6	30	4,8
2020	1140	19,9	6	28	4,2
2022	731	20,3	8	26	3,6

Analitzant la distribució de talles d'aquest any 2022 dins cada nivell de protecció, les anàlisis estadístiques mostren que hi ha diferències significatives entre les talles de la reserva integral i les de les altres dues zones (Fig. 13). Dins la zona de reserva integral s'han censat individus de major talla. La talla mitjana i la seva desviació estàndard ha estat de $20,3 \pm 3,6$ cm enfront dels $16,4 \pm 4,4$ cm obtinguts a la reserva parcial i els $15,4 \pm 4,3$ cm de la zona control. Per últim, el major nombre de variades s'ha observat dins la reserva parcial ($n=875$), seguit de la reserva integral ($n=731$) i finalment de la zona control ($n=326$).

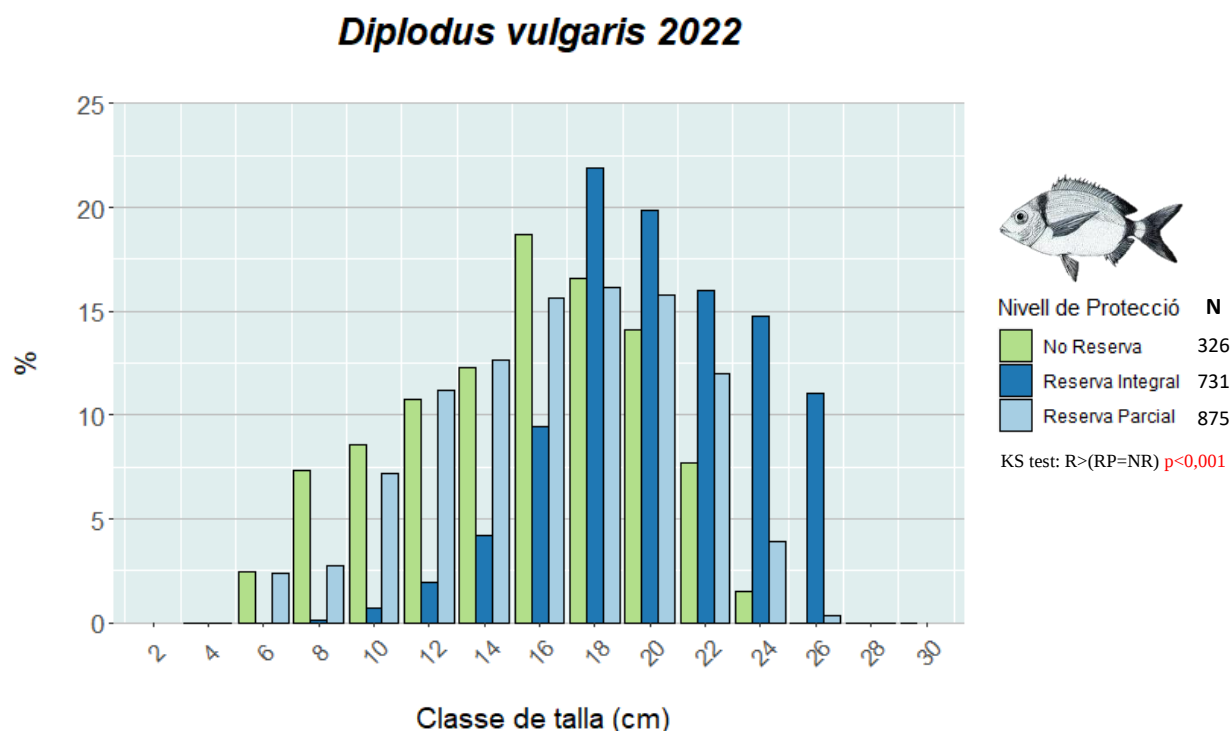


Figura 13. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 2 cm) per a l'espècie *Diplodus vulgaris* en la campanya del mes d'octubre de 2022 a la reserva integral, reserva parcial i zones control. N= Nombre de peixos censats dins de cada zona. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre cada nivell de protecció (vermell= significatiu per a $p<0,05$).

El sard *Diplodus sargus*

Aquesta espècie mostrà un increment progressiu de les talles fins l'any 2020 dins la zona de reserva integral, però aquest any 2022 la freqüència d'individus de major talla s'ha reduït (Fig. 14). En l'actualitat, la talla mitjana dels sards censats és similar a l'obtinguda el 2018 (Taula 25). D'altra banda, les anàlisis de freqüències K-S indiquen que hi ha hagut diferències significatives entre gairebé tots els anys, a excepció de la comparació entre 2016 i 2018 (Fig. 14). Malgrat haver obtingut una talla mitjana superior el 2018 (Taula 25), aquesta diferència no ha estat estadísticament significativa.

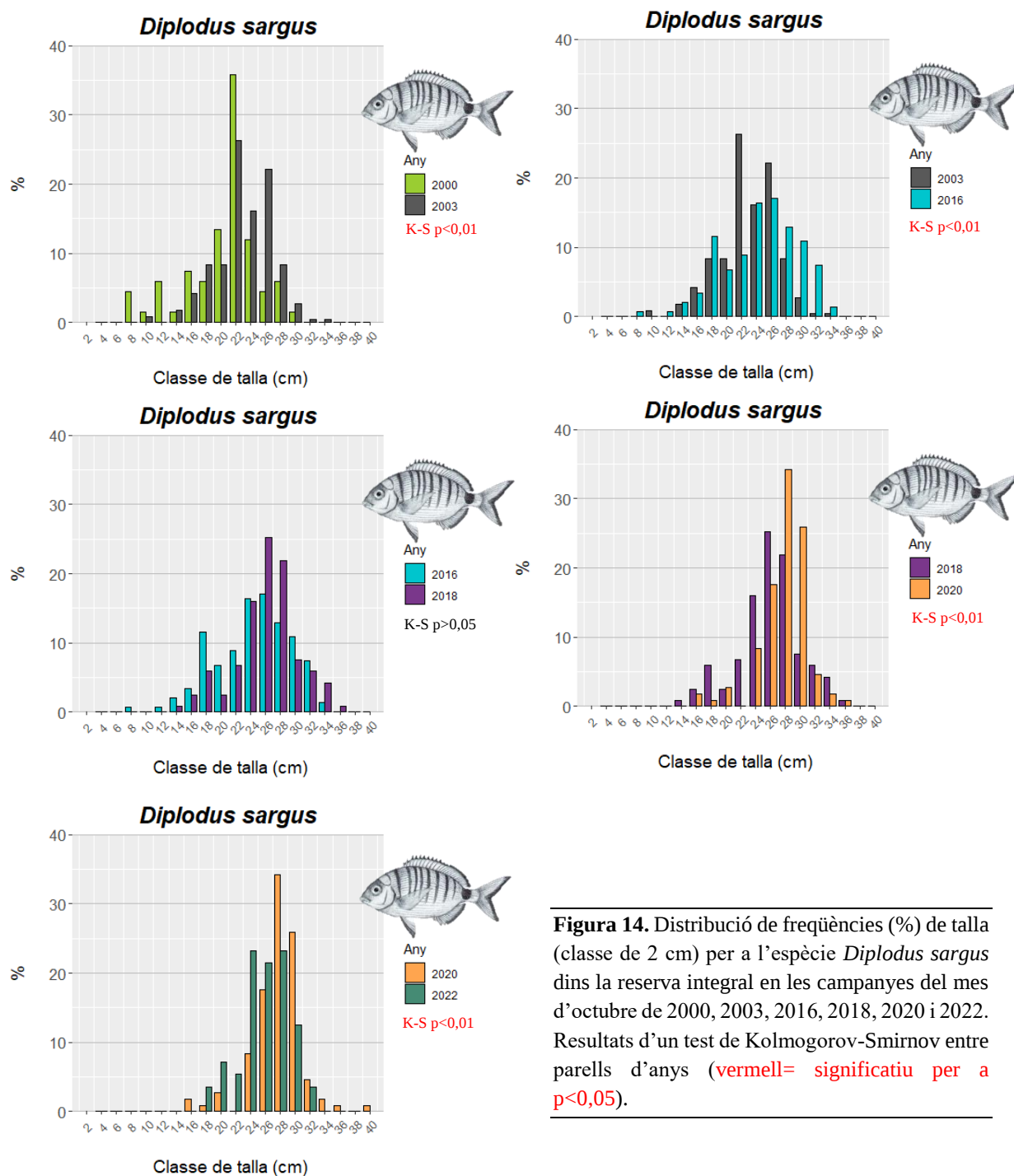


Figura 14. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 2 cm) per a l'espècie *Diplodus sargus* dins la reserva integral en les campanyes del mes d'octubre de 2000, 2003, 2016, 2018, 2020 i 2022. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre parells d'anys (vermell= significatiu per a $p < 0,05$).

Taula 25. Estadística descriptiva (N= nombre d'individus, talla mitjana, talles mínima i màxima, i desviació estàndard) per a les talles de *D. sargus* dins la reserva integral al llarg de sis campanyes. El 2022 es van realitzar la meitat de transsectes.

	N	Mitjana	Mínima	Màxima	Desv. Est.
2000	38	20,3	8	30	5,2
2003	95	23,4	10	32	4,0
2016	147	24,4	8	34	5,0
2018	119	25,8	14	35	4,2
2020	108	27,7	16	40	3,4
2022	56	25,7	18	32	3,3

La distribució de talles per aquest any 2022 i per a cada nivell de protecció es pot observar a la figura 15. El K-S test mostra que el nivell de protecció conforma significativament les freqüències de talles. Dins la reserva integral hi ha hagut una major freqüència de classes grosses i major talla mitjana ($25,7 \pm 3,3$ cm) respecte a la reserva parcial ($20,2 \pm 5,5$ cm) i als controls ($16 \pm 6,3$ cm). De la mateixa manera que per a les variades, el major nombre de sards s'ha observat dins la reserva parcial (n=242). Aquest patró ja es va donar l'any 2020, quan es varen censar 413 sards dins la reserva parcial enfront als 108 de la reserva integral, tot i que els exemplars també foren més grossos a l'àrea de màxima protecció. Per últim, el nombre de variades dins la reserva integral (n=56) és similar a l'obtingut a les zones control (n=73), tot i que a la reserva integral els individus són significativament de major talla.

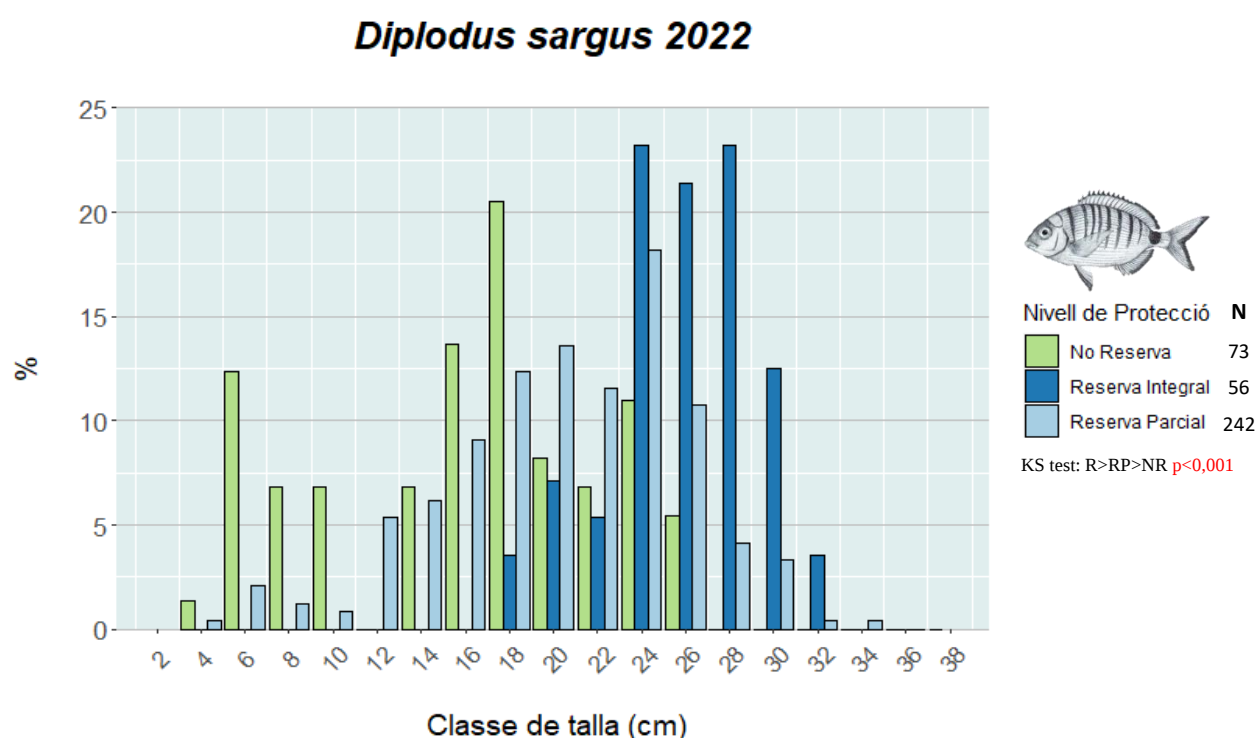


Figura 15. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 2 cm) per a l'espècie *Diplodus sargus* en la campanya del mes d'octubre 2022 a la reserva integral, reserva parcial i zones control. N= Nombre de peixos censats dins de cada zona. Resultats test Kolmogorov-Smirnov entre cada nivell de protecció (vermell= significatiu per a $p<0,05$).

La morruda *Diplodus puntazzo*

El baix nombre d'individus d'aquesta espècie dins la zona de màxima protecció fa que, tot i esbrinar-se diferències gràfiques, la probabilitat d'afirmar que les distribucions dels successius anys són diferents quan realment no ho són, és massa elevada ($p > 0,1$) (Fig. 16). Per tant, es pot afirmar que el temps de màxima protecció no ha produït grans canvis en la distribució de talles de les morrudes (Taula 26). Tan sols a l'any 2020 es va observar un increment de les talles respecte al 2018, passant d'una mitjana de $24,2 \pm 5,3$ cm a $26,8 \pm 3,2$ cm.

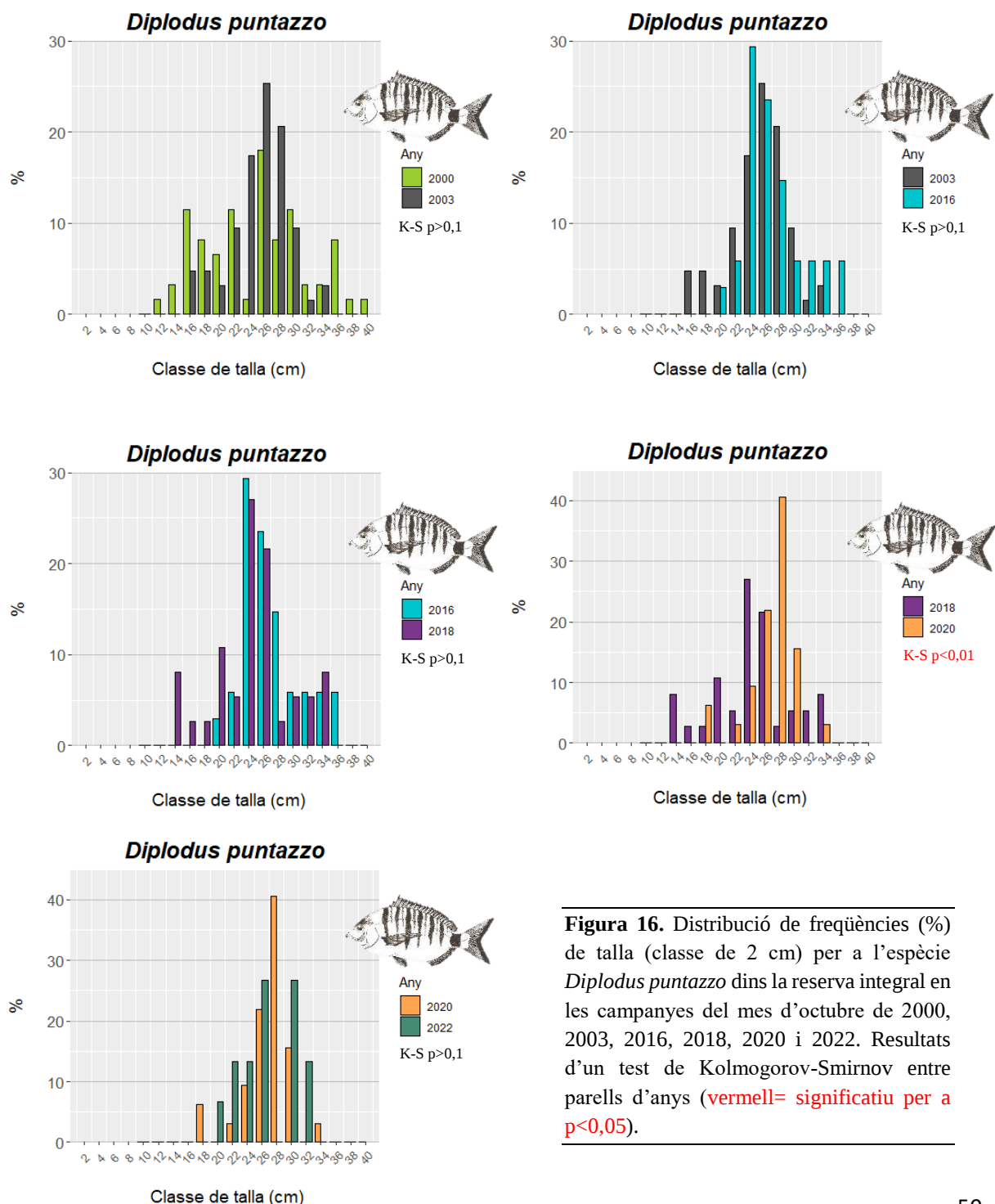


Figura 16. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 2 cm) per a l'espècie *Diplodus puntazzo* dins la reserva integral en les campanyes del mes d'octubre de 2000, 2003, 2016, 2018, 2020 i 2022. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre parells d'anys (vermell= significatiu per a $p < 0,05$).

Taula 26. Estadística descriptiva (N= nombre d'individus, talla mitjana, talles mínima i màxima, i desviació estàndard) per a les talles de *D. puntazzo* dins la reserva integral al llarg de sis campanyes. El 2022 es van realitzar la meitat de transsectes.

	N	Mitjana	Mínima	Màxima	Desv. Est.
2000	33	23,5	12	34	6,1
2003	23	25,7	18	34	3,7
2016	34	26,9	20	36	4,0
2018	37	24,2	13	34	5,3
2020	32	26,8	18	34	3,2
2022	15	26,7	20	32	3,8

La distribució de talles de les morrudes al 2022 i per a cada nivell de protecció es pot observar a la figura 17. El K-S test mostra que la distribució de talles dins la reserva integral difereix significativament de la de les zones parcial i control. Dins la reserva integral hi ha hagut una major freqüència de classes grosses i major talla mitjana ($26,7 \pm 3,8$ cm) respecte a la reserva parcial ($20,8 \pm 5,0$ cm) i als controls ($19,6 \pm 5,4$ cm). De la mateixa manera que per a les variades i sards, el major nombre de morrudes s'ha observat dins la reserva parcial (n=20).

Diplodus puntazzo 2022

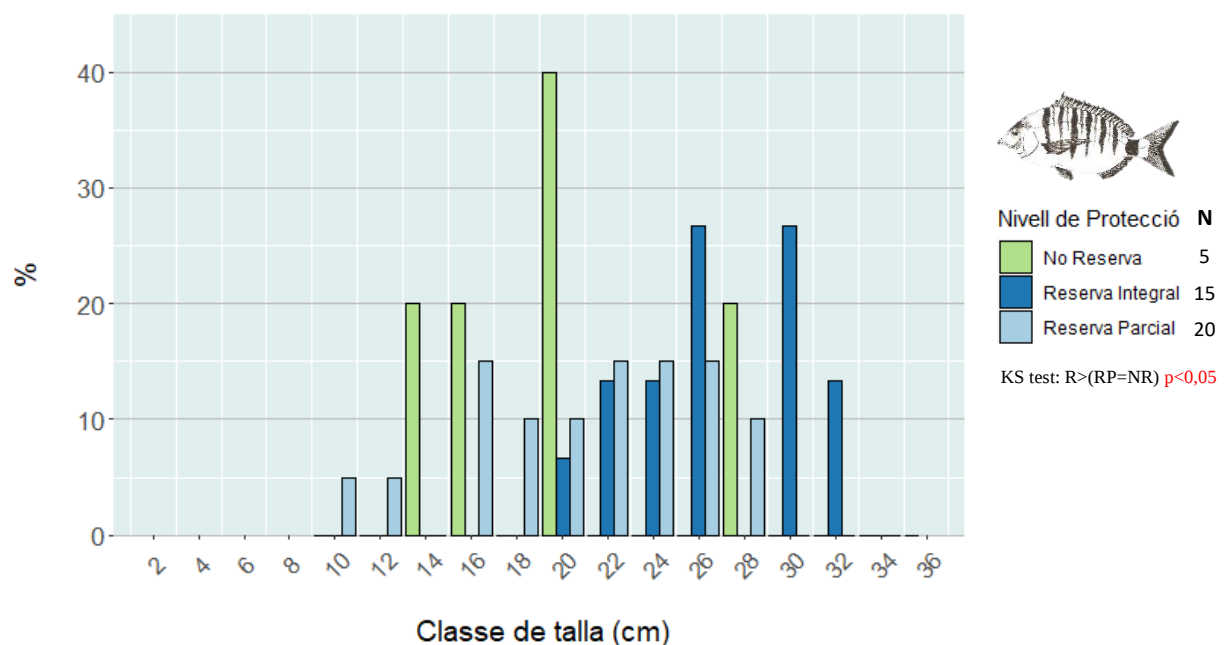


Figura 17. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 2 cm) per a l'espècie *Diplodus puntazzo* en la campanya del mes d'octubre de 2022 a la reserva integral, reserva parcial i zones control. N= Nombre de peixos censats dins de cada zona. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre cada nivell de protecció (**vermell= significatiu per a $p<0,05$**).

El tord massot *Labrus merula*

En els primers 19 anys de protecció (2000-2018) hi ha una clara evolució cap a una major freqüència d'individus grossos dins l'àrea de reserva integral, tot i que aquesta evolució gràfica no és estadísticament significativa per mor de la baixa abundància de peixos dins cada classe de talla (Fig. 18). Observant les talles mitjanes i les desviacions estàndard de cada campanya (Taula 27), l'any 2020 fou el moment en que s'assolí la major talla mitjana d'aquesta espècie, amb un valor de $29,8 \pm 5,6$ cm, tot i no ser significativament major a la resta.

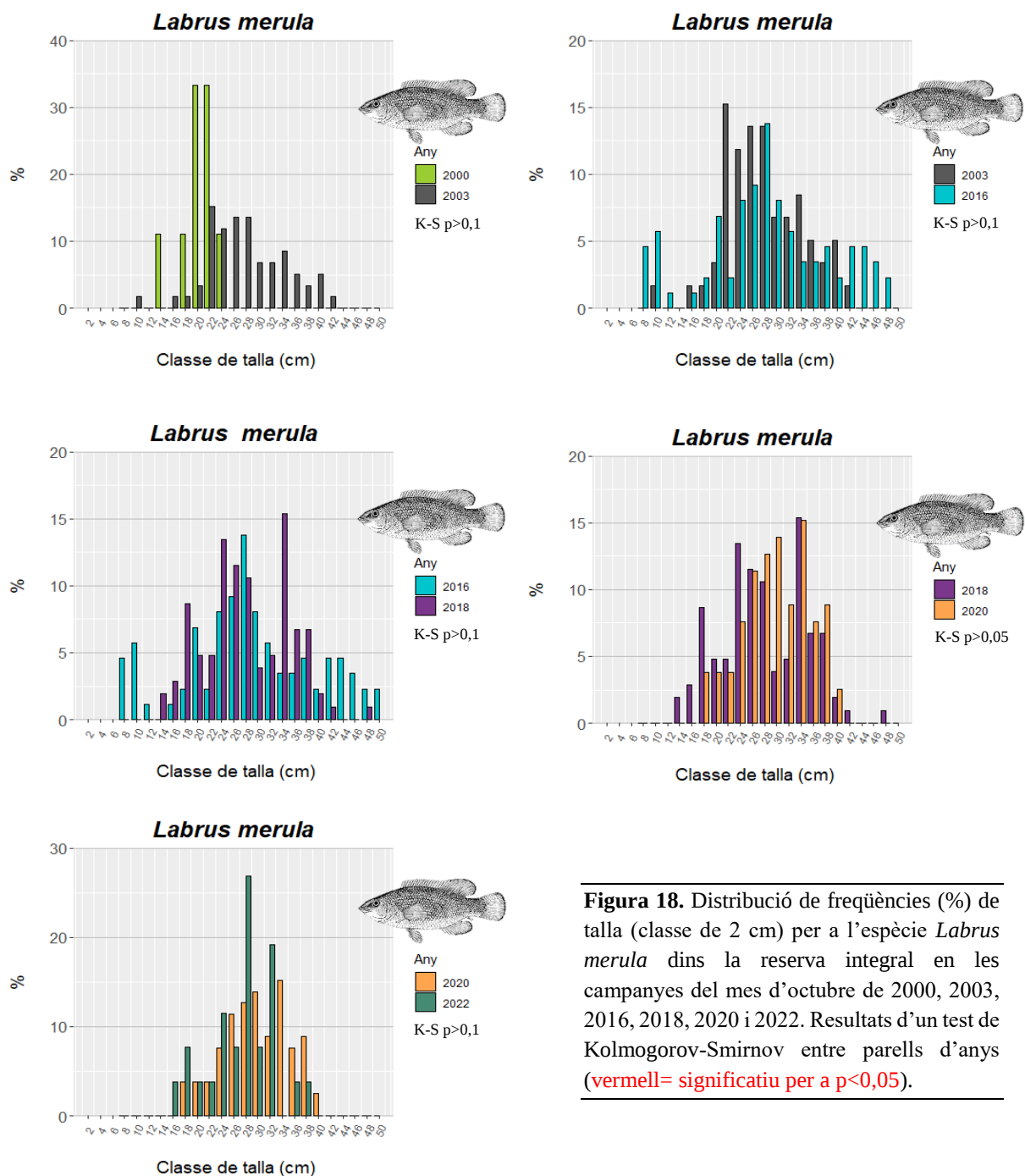


Figura 18. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 2 cm) per a l'espècie *Labrus merula* dins la reserva integral en les campanyes del mes d'octubre de 2000, 2003, 2016, 2018, 2020 i 2022. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre parells d'anys (vermell= significatiu per a $p < 0,05$).

Taula 27. Estadística descriptiva (N= nombre d'individus, talla mitjana, talles mínima i màxima, i desviació estàndard) per a les talles de *L. merula* dins la reserva integral al llarg de sis campanyes. El 2022 es van realitzar la meitat de transsectes.

	N	Mitjana	Mínima	Màxima	Desv. Est.
2000_2003	32	26,0	10	42	7,3
2016	87	28,9	8	50	10,8
2018	104	28,0	14	48	7,0
2020	79	29,8	18	40	5,6
2022	26	27,0	16	37	5,3

La distribució de talles al 2022 i per a cada nivell de protecció es pot observar a la figura 19. El K-S test mostra que no hi ha diferències de distribució de talles entre els tres nivells de protecció. Les diferents mitjanes i desviacions estàndard de cada zona foren de $27,0 \pm 5,3$ cm dins la reserva integral, de $26,3 \pm 4,8$ cm dins la reserva parcial i de $26,2 \pm 3,5$ cm dins les zones control.

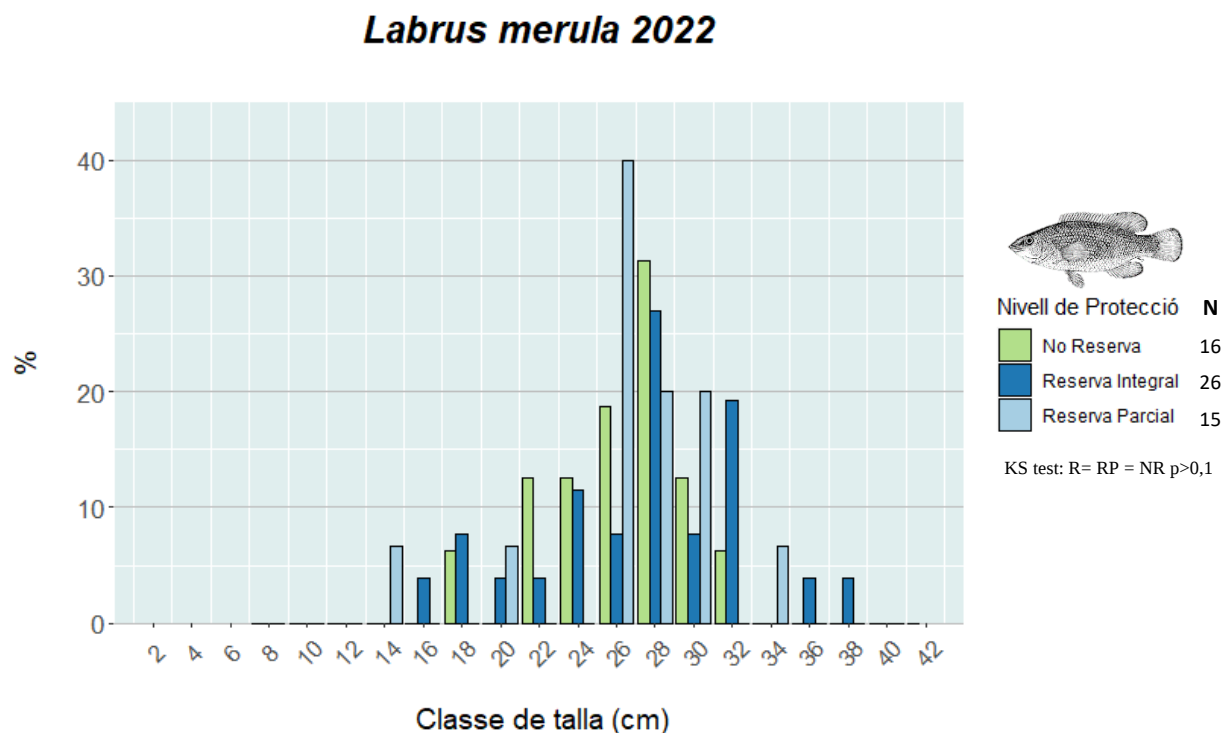


Figura 19. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 2 cm) per a l'espècie *Labrus merula* en la campanya del mes d'octubre de 2022 a la reserva integral, reserva parcial i zones control. N= Nombre de peixos censats dins de cada zona. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre cada nivell de protecció (vermell= significatiu per a $p<0,05$).

L'escorball *Sciaena umbra*

Les distribucions de talles d'aquesta espècie dins de la zona de màxima protecció mostren diferències significatives entre diferents parells d'anys (Fig. 20). Cal destacar que la major talla mitjana es va assolir l'any 2018, amb un valor de 38 cm (Taula 28). Els resultats del K-S test mostren que aquest valor fou significativament major a l'obtingut els anys 2016 i 2020. D'altra banda, no es detectaren diferències significatives en comparar les talles del 2022 amb les del 2020 (Fig. 20).

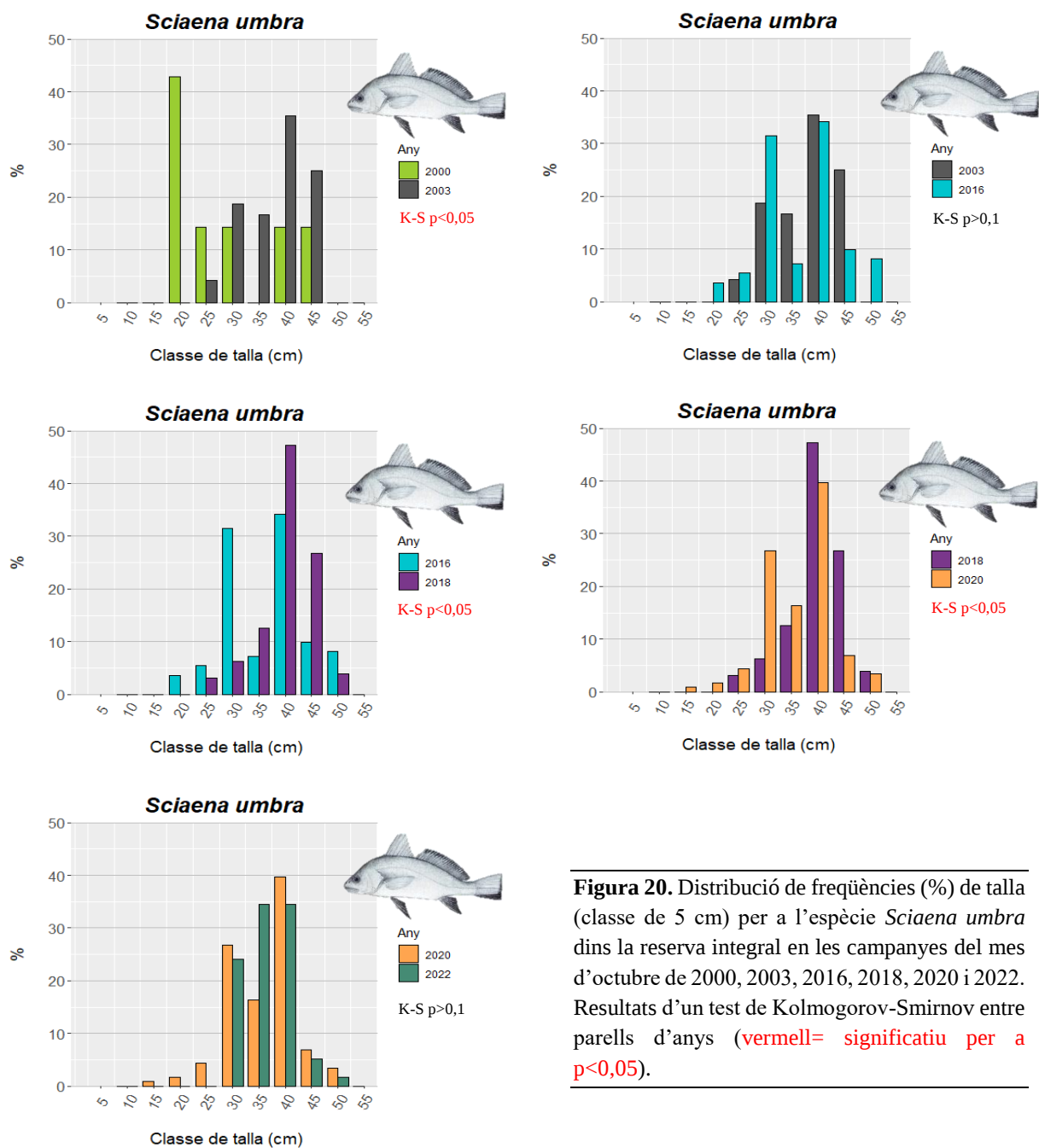


Figura 20. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 5 cm) per a l'espècie *Sciaena umbra* dins la reserva integral en les campanyes del mes d'octubre de 2000, 2003, 2016, 2018, 2020 i 2022. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre parells d'anys (vermell= significatiu per a $p < 0,05$).

Taula 28. Estadística descriptiva (N= nombre d'individus, talla mitjana, talles mínima i màxima, i desviació estàndard) per a les talles de *S. umbra* dins la reserva integral al llarg de sis períodes/anys. El 2022 es van realitzar la meitat de transsectes.

	N	Mitjana	Mínima	Màxima	Desv. Est.
2000-2003	28	34,3	20	45	6,7
2016	111	34,2	16	48	7,6
2018	127	38,0	22	50	5,3
2020	116	33,8	14	50	6,4
2022	58	34,4	26	52	4,7

La distribució de talles per al 2022 i per a cada nivell de protecció es pot observar a la figura 21. El K-S test mostra que hi ha diferències en la distribució de talles entre els tres nivells de protecció. Dins la reserva integral hi ha hagut una major freqüència de classes grosses i major talla mitjana ($34,4 \pm 4,7$ cm) respecte a la reserva parcial ($30,5 \pm 5,3$ cm). Les mides dins la reserva parcial també foren significativament majors a les obtingudes dins les zones control ($23,7 \pm 3,5$ cm). De la mateixa manera que per a les variades, sards i morrudes, el major nombre d'escorballs s'ha observat dins la reserva parcial (n=93), tot i que aquests foren de menor mida comparats amb els observats dins la zona de màxima protecció.

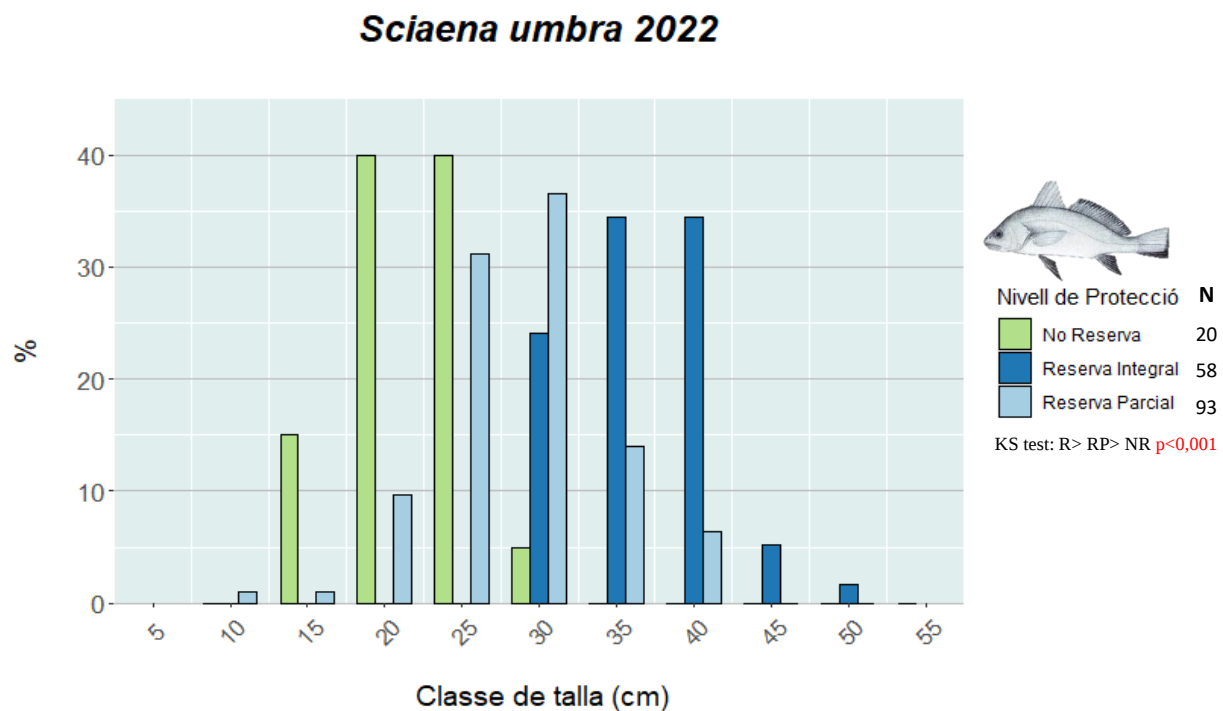


Figura 21. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 5 cm) per a l'espècie *Sciaena umbra* en la campanya del mes d'octubre de 2022 a la reserva integral, reserva parcial i zones control. N= Nombre de peixos censats dins de cada zona. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre cada nivell de protecció (vermell= significatiu per a $p<0,05$).

L'anfós *Epinephelus marginatus*

Pel que fa a la distribució de talles de l'anfós dins la reserva integral (Fig. 22), les anàlisis del K-S test mostren resultats significatius a partir de l'any 2018. Les talles de 2018, amb una mitjana de 32,5 cm, són significativament superiors a les de 2016, amb una mitjana de 24,7 cm (Taula 29). Aquest patró és repeteix el 2020, moment en que la mitjana també augmenta fins al valor màxim de 38,8 cm (Taula 29). En l'actualitat, la talla mitjana ha disminuït fins als 33,0 cm, indicant que les talles del 2022 són menors a les obtingudes al 2020.

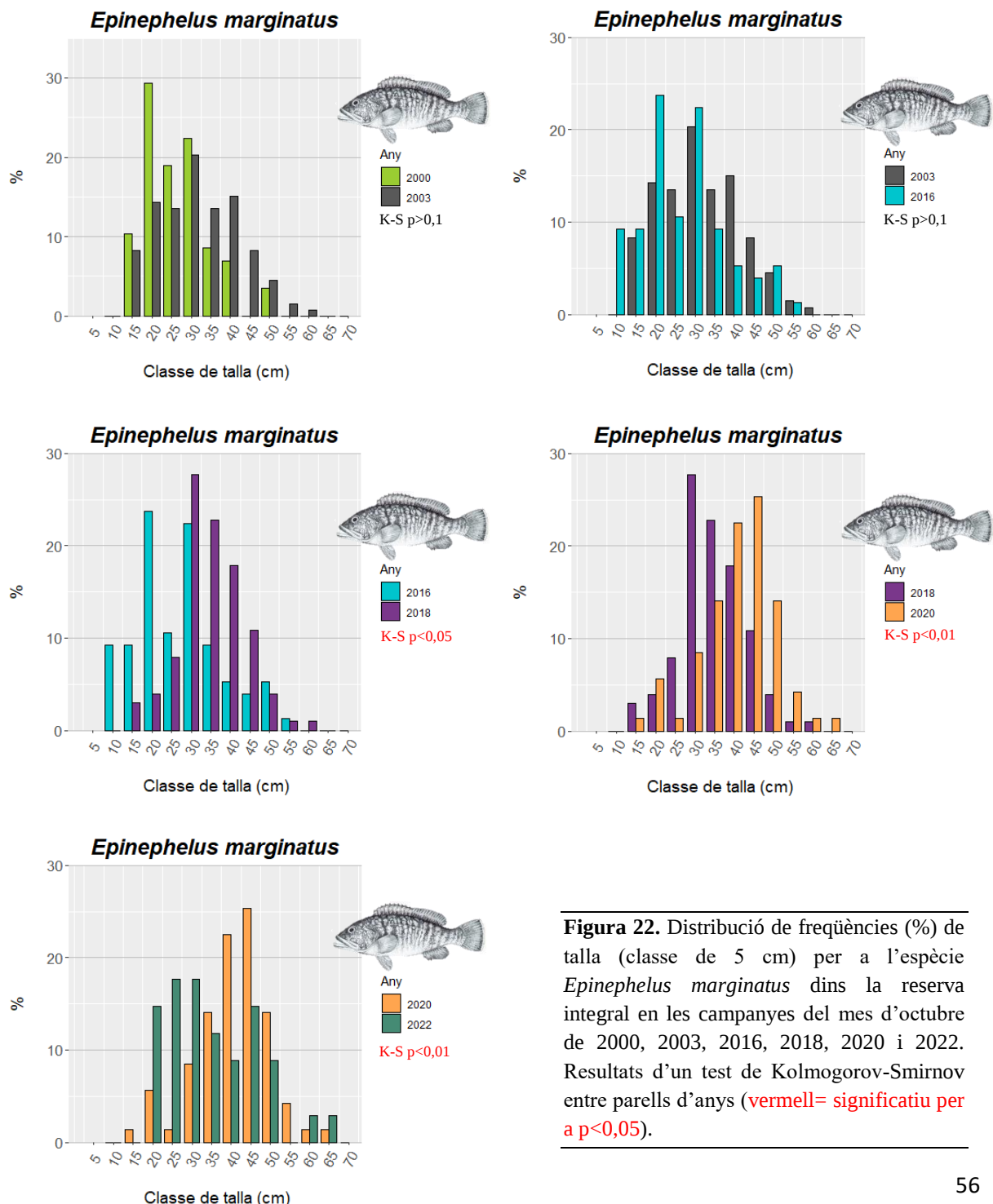


Figura 22. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 5 cm) per a l'espècie *Epinephelus marginatus* dins la reserva integral en les campanyes del mes d'octubre de 2000, 2003, 2016, 2018, 2020 i 2022. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre parells d'anys (vermell= significatiu per a $p < 0,05$).

Taula 29. Estadística descriptiva (N= nombre d'individus, talla mitjana, talles mínima i màxima, i desviació estàndard) per a les talles de *E. marginatus* dins la reserva integral al llarg de sis campanyes. El 2022 es van realitzar la meitat de transsectes.

	N	Mitjana	Mínima	Màxima	Desv. Est.
2000	39	26,5	13	46	7,5
2003	91	28,9	12	60	10,6
2016	76	24,7	8	54	10,9
2018	101	32,5	13	60	8,5
2020	71	38,8	12	65	9,7
2022	34	33,0	16	64	12,5

Parant atenció a la distribució de talles dins cada nivell de protecció per aquest any 2022, els resultats mostren que no hi ha diferències significatives entre els tres nivells (Fig. 23). Seguint amb el patró d'altres anys, el nombre d'individus censats dins les zones control va ser molt baix (n=8). L'any que s'hi varen censar més anfossos va ser el 2003, amb un màxim de 27 observacions. En els últims anys (2016-2022) i comparat amb les zones control, s'han censat de 4,3 a 6,5 vegades més anfossos dins la reserva integral i de 3,5 a 7,5 vegades més anfossos dins la reserva parcial. La distribució de talles d'aquesta espècie no difereix entre els tres nivells de protecció, però sí que és rellevant la diferència del nombre d'individus observats en cada un d'ells. Un altre patró a destacar és que fins l'any 200 es censaren més anfossos dins la reserva integral que a la zona de protecció parcial, però en els últims anys la dinàmica s'ha invertit. Els anys 2016, 2020 i 2022 s'han observat d'1,2 a 1,6 vegades més individus dins la reserva parcial.

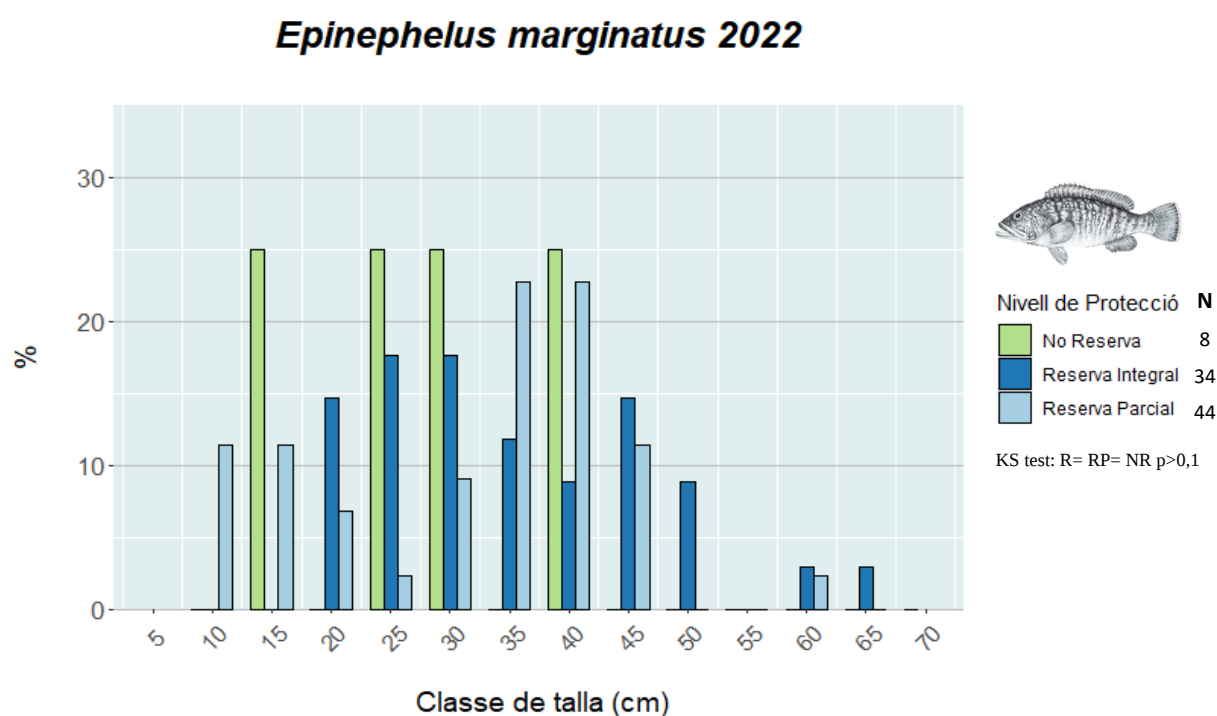


Figura 23. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 5 cm) per a l'espècie *Epinephelus marginatus* en la campanya del mes d'octubre de 2022 a la reserva integral, reserva parcial i zones control. N= Nombre de peixos censats dins de cada zona. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre cada nivell de protecció (**vermell= significatiu per a $p < 0,05$**).

L'anfós llis *Epinephelus costae*

Degut al baix nombre d'individus d'aquesta espècie registrats al llarg de les 12 campanyes ($n=78$), s'ha representat la seva distribució de talles agrupant les observacions en dos períodes de temps: del 2000 al 2009 i del 2016 al 2022 (Fig. 24). A la taula 30 es pot observar que la mitjana de talla en el període 2016-2022 va ser inferior a la del primer període (30,8 cm vs 37,5 cm). Això pot ser degut a un pic de reclutament que hi hagué l'any 2016, on el 85% dels 21 individus observats tingueren una talla inferior als 30 cm.

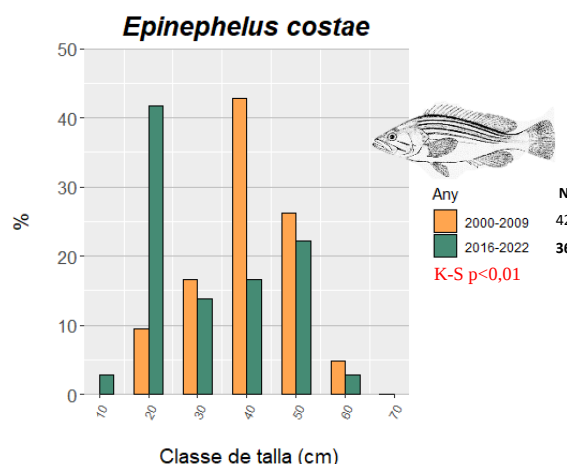


Figura 24. Distribució de freqüències (%) de talla (classe de 10 cm) per a l'espècie *Epinephelus costae* acumulades a la reserva integral i a la reserva parcial en les campanyes del període 2000-2009 i 2016-2022. N= Nombre de peixos censats. Resultats d'un test de Kolmogorov-Smirnov entre parells d'anys (vermell= significatiu per a $p < 0,05$).

Taula 30. Estadística descriptiva (N= nombre d'individus, talla mitjana, talles mínima i màxima, i desviació estàndard) per a les talles de *E. costae* dins la reserva integral i parcial al llarg dels dos períodes anuals d'estudi. El 2022 es van realitzar la meitat de transsectes.

Període	N	Mitjana	Mínima	Màxima	Desv. Est.
2000-2009	42	37,5	18	60	9,2
2016-2022	36	30,6	10	58	13,81

3.6. El cas de punta Rasa

L'any 2015 la zona d'estudi de Punta Rasa va passar de ser una zona control sense cap mesura de protecció especial a una zona inclosa dins de la RMFEF degut a l'ampliació pel Decret 41/2015 de 22 de maig. Així, aquesta zona s'ha estudiat com a zona de reserva parcial durant les últimes 4 campanyes (2016, 2018, 2020 i 2022).

En l'última campanya s'hi han censat un total de 10 espècies vulnerables a la pesca (Taula 31). En aquest llista s'hi ha afegit una nova espècie, la melva (*Auxis rochei*), observada aquest any per primera vegada en aquesta zona. A la figura 25 s'observa que la major riquesa mitjana es va obtenir l'any 2020 amb 6,11 espècies/250 m² i el moment de menor riquesa fou al maig de 2003 amb 2,67 espècies/250 m². Les anàlisis estadístiques mostren que hi ha canvis significatius entre la riquesa d'espècies dels diferents anys d'estudi (Taula 32) i el test α

posteriori de Tukey indica que les diferències es concentren entre l'elevada riquesa del 2016 i 2020 amb els baixos valors del 2000 al 2009 (Taula 33). La riquesa d'aquest any 2022 mostra diferències significatives amb els anys que presentaren els valors més baixos de tota la sèrie temporal: 2000, 2001 i maig 2003 (Taula 33).

Taula 31. Espècies de peixos vulnerables a la pesca censades a l'estació de Punta Rasa en el primer any de seguiment (maig i octubre de 2000), i en els darrers 5 anys, en el mes d'octubre de 2016, 2018, 2020 i 2022. +: presència, -: absència.

Riquesa Punta Rasa	Maig 2000	Octubre 2000	Octubre 2016	Octubre 2018	Octubre 2020	Octubre 2022
<i>Auxis rochei</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Seriola dumerili</i>	-	-	+	-	+	-
<i>Dentex dentex</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Diplodus puntazzo</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus sargus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Spondylusoma cantharus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Epinephelus marginatus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Mycteroperca rubra</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Labrus merula</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Labrus viridis</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Sciaena umbra</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Muraena helena</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Scorpaena porcus</i>	+	+	-	-	-	-
<i>Scorpaena scrofa</i>	+	-	+	-	-	-
<i>Scorpaena notata</i>	-	-	+	-	-	-
	11	10	14	9	10	10

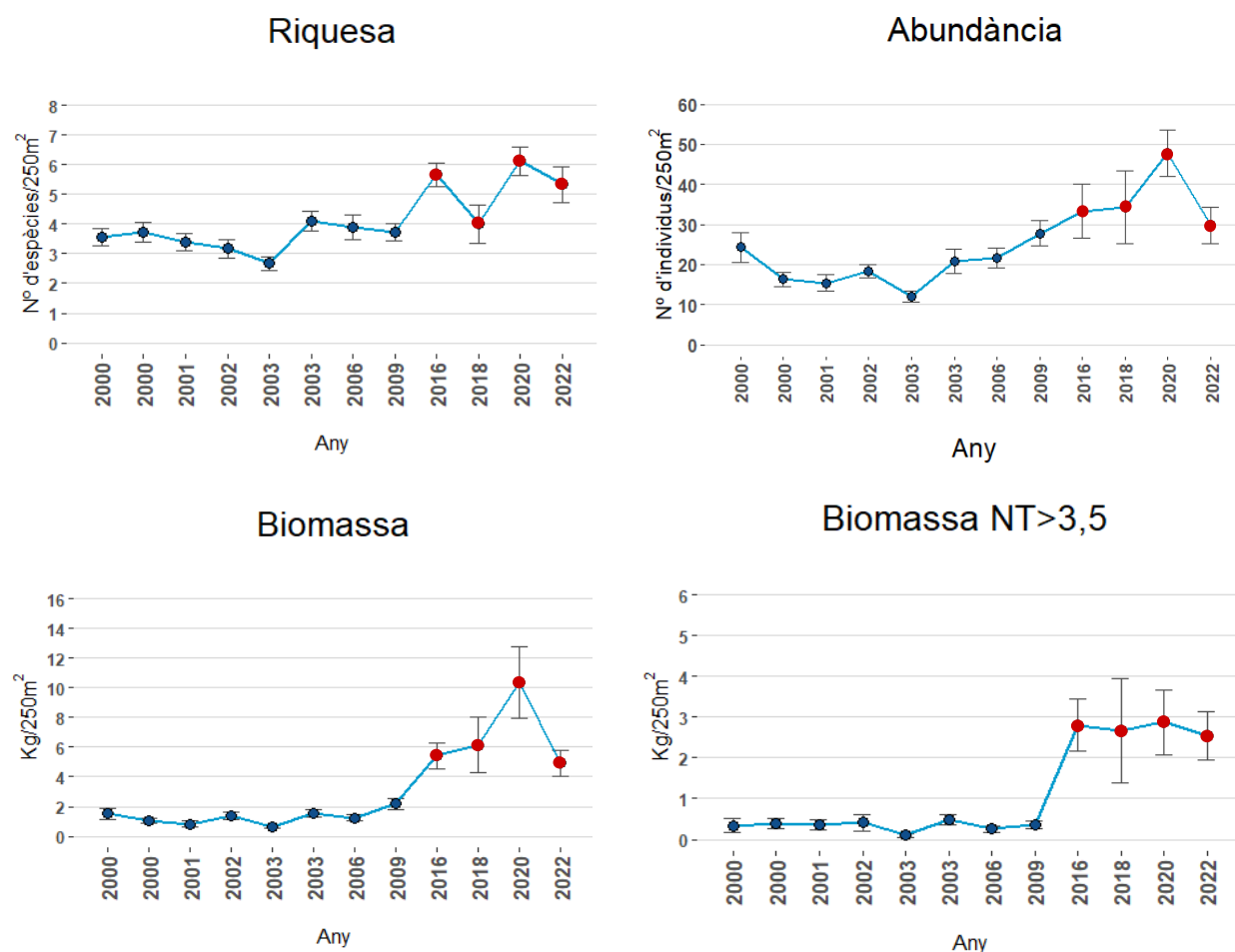


Figura 25. Evolució temporal dels valors mitjans per transecte de riquesa, abundància, biomassa d'espècies demersals vulnerables a la pesca i d'espècies demersals de meso i macrocarnívors (NT> 3,5) vulnerables a la pesca. Dades de les 12 campanyes efectuades entre 2000 i 2022 a l'estació de Punta Rasa. ●: anys sense protecció. ●: anys amb protecció parcial des del Decret 41/2015 de 22 de maig.

Taula 32. Anàlisi de la variància sobre la riquesa d'espècies vulnerables i el factor Temps. SS= Suma de quadrats, GL: Graus de llibertat, MS: Mitjana quadràtica, F= test F, p= significança estadística (vermell = significatiu per a $p<0,05$). Dades sense transformar amb nivell de significança $p<0,05$.

RIQUESA PUNTA RASA 2000-2022	SS	GL	MS	F	p
Intercept	2960,133	1	2960,133	1481,462	0,000000
TEMPS	163,328	11	14,848	7,431	0,000000
Residus	353,667	177	1,998		

Taula 33. Test *a posteriori* de Tukey entre la riquesa mitjana d'espècies observada entre l'any 2000 i el 2022. Els anys 2000 i 2003 compten cadascun amb dues campanyes, la de maig i la d'octubre. En vermell= significatiu per a $p<0,05$. Dades sense transformar amb nivell de significança $p<0,05$.

	2000	2000	2001	2002	2003	2003	2006	2009	2016	2018	2020	2022
2000												
2000	1,000											
2001	1,000	0,999										
2002	0,999	0,998	1,000									
2003	0,520	0,282	0,767	0,890								
2003	0,979	0,998	0,890	0,767	0,020							
2006	0,999	1,000	0,998	0,990	0,167	0,999						
2009	1,000	1,000	0,999	0,999	0,355	0,996	1,000					
2016	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,090	0,008	0,002				
2018	0,999	1,000	0,998	0,992	0,337	1,000	1,000	0,999	0,144			
2020	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,049	0,006	0,002	0,999	0,067		
2022	0,113	0,228	0,049	0,026	0,000	0,743	0,337	0,183	0,999	0,693	0,991	

En referència a l'abundància mitjana de peixos, a la figura 25 es pot observar que hi ha hagut una tendència a l'augment d'aquest indicador fins l'any 2020, moment en què es va assolir el valor mitjà màxim de 47,78 individus per transsecte. Aquest any 2022, l'abundància de peixos ha disminuït fins als 29,78 individus. Les anàlisis estadístiques indiquen que hi ha diferències significatives interanuals (Taula 34). Concretament, la campanya del maig de 2003 mostra diferències significatives amb els valors obtinguts en campanyes posteriors (Taula 35), ja que aleshores s'obtingué el valor més baix d'abundància de peixos: 11,94 individus/transsecte. D'altra banda, el valor d'abundància màxima de l'any 2020 és diferencia significativament de les abundàncies més baixes obtingues en les campanyes del 2000 al 2006 (Taula 35). A la taula 36 es veu que les espècies que més han contribuït al valor d'abundància han estat: *Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus* i *Sciaena umbra*. Per últim, remarcar que hi ha hagut una disminució significativa de sards aquest any 2022 respecte al 2020. El nombre mitjà d'individus censats el 2022 ha estat de 6,4 en comparació als 20,7 observats l'any 2020.

Taula 34. Anàlisi de la variància sobre l'abundància d'espècies vulnerables i el factor Temps. SS= Suma de quadrats, GL: Graus de llibertat, MS: Mitjana quadràtica, F= test F, p= significança estadística (vermell = significatiu per a $p<0,05$). Dades transformades amb $\log(x+1)$ i nivell de significança $p<0,05$.

ABUNDÀNCIA PUNTA RASA 2000-2022	SS	GL	MS	F	p
Intercept	309,7020	1	309,7020	6266,001	0,000000
TEMPS	4,0538	11	0,3685	7,456	0,000000
Residus	8,7484	177	0,0494		

Taula 35. Test *a posteriori* de Tukey entre l'abundància mitjana d'espècies ($\log(x+1)$) observada entre l'any 2000 i el 2022. Els anys 2000 i 2003 compten cadascun amb dues campanyes, la de maig i la d'octubre. **En vermell= significatiu per a $p<0,05$.** Dades transformades amb $\log(x+1)$ i nivell de significança $p<0,05$.

	2000	2000	2001	2002	2003	2003	2006	2009	2016	2018	2020	2022
2000												
2000	0,845											
2001	0,475	0,999										
2002	0,998	0,999	0,975									
2003	0,006	0,613	0,923	0,144								
2003	0,999	0,985	0,820	0,999	0,038							
2006	0,999	0,990	0,851	1,000	0,045	1,000						
2009	0,996	0,182	0,038	0,680	0,000	0,925	0,905					
2016	0,857	0,025	0,003	0,228	0,000	0,528	0,485	0,999				
2018	0,896	0,091	0,022	0,385	0,000	0,659	0,625	0,999	1,000			
2020	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,002	0,192	0,536	0,857		
2022	0,979	0,214	0,066	0,630	0,000	0,864	0,841	0,999	1,000	1,000	0,681	

Taula 36. Abundància mitjana (nombre d'individus/250 m²) i error estàndard de les espècies censades a l'estació de Punta Rasa en el primer any de seguiment (maig i octubre de 2000), i en els darrers 5 anys, en el mes d'octubre de 2016, 2018, 2020 i 2022. En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma.

Abundància Punta Rasa	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2016		Octubre 2018		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	0,8	0,7	0	0	1,2	0,8	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,6	0,2	0,4	0,2	0,7	0,3	0,1	0,1	1,2	0,3	0,6	0,2
<i>Diplodus sargus</i>	5,1	1,1	6,2	1,2	4,2	0,7	7,8	1,1	20,7	4,2	6,4	1,0
<i>Diplodus vulgaris</i>	15,1	3,2	7,7	0,8	20,2	6,5	21,7	8,0	18,2	2,3	15,8	3,6
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	2,6	1,1	0,6	0,3	0,6	0,2	0,6	0,3	1,2	0,6	1,3	0,6
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,1	0,1	0,3	0,1	2,3	0,3	0,7	0,4	1,8	0,3	1,2	0,4
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0,2	0,1	0,5	0,1	1,2	0,3	0,6	0,2	0,7	0,2	1,0	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
<i>Sciaena umbra</i>	0,1	0,1	0,3	0,1	3,4	1,0	2,4	1,4	3,7	1,4	3,2	1,4
<i>Muraena helena</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Scorpaena porcus</i>	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0

Pel que fa a la biomassa d'espècies vulnerables a la pesca, i de la mateixa manera que per a l'indicador d'abundància, el valor màxim s'assolí el 2020 amb un valor de 10,35 kg/transsecte (Fig. 25). En general, el comportament de la biomassa s'ajusta bastant al de l'abundància de peixos. Clarament s'observa un augment rellevant de la biomassa després de la protecció de la zona de Punta Rasa l'any 2015. Quan la zona va romandre oberta a la pesca, els valors mitjans de biomassa mai varen superar els 2,2 kg/250 m², però a partir de la campanya de 2016, quan la pesca va quedar restringida, els valors obtinguts s'han mantingut entre els 4,9 kg/250 m² d'enguany i els 10,35 kg/250 m² de l'any 2020. Concretament, el valor d'aquest any 2022 representa aproximadament la meitat de la biomassa obtinguda l'any 2020. Les anàlisis estadístiques mostren que les diferències interanuals són significatives (Taula 37) i l'anàlisi *a posteriori* de Tukey (Taula 38) detecta entre quins anys es concentren aquestes diferències. Es pot observar que les diferències es troben entre els anys de major biomassa (2016, 2018 i 2020) i els de menor (2000 al 2009). A més, la biomassa d'aquest any 2022 es diferencia del valor màxim del 2020 i també dels baixos valors obtinguts al 2001 i maig 2003, els quals no superaren el kilogram per transsecte.

A la taula 39 s'observa que respecte a l'any 2020, enguany totes les espècies, a excepció del tord massot i la morena, han disminuït la seva biomassa. Sobretot s'ha vist reduïda la biomassa de sards, passant d'un valor mitjà de 5,1 kg/transsecte a 1 kg/transsecte. En realitat, els valors d'aquest 2022 són més semblants als dels anys 2016-2018 i no pas als de 2020. Respecte a l'any 2018, també ha disminuït la biomassa mitjana de sards, variades, grívies i escorballs, però ha augmentat la biomassa d'anfossos, morrudes, cànteres, morenes i tords massots.

Taula 37. Anàlisi de la variància sobre la biomassa d'espècies vulnerables i el factor Temps. SS= Suma de quadrats, GL: Graus de llibertat, MS: Mitjana quadràtica, F= test F, p= significança estadística (**vermell = significatiu per a $p < 0,01$**). Dades sense transformar amb nivell de significança $p < 0,01$.

BIOMASSA PUNTA RASA 2000-2022	SS	GL	MS	F	p
Intercept	1,667207E+09	1	1,667207E+09	260,5977	0,00
TEMPS	1,114354E+09	11	1,013049E+08	15,8348	0,00
Residus	1,132380E+09	177	6,397627E+06		

Taula 38. Test *a posteriori* de Tukey entre la biomassa mitjana d'espècies vulnerables observada entre l'any 2000 i el 2022. Els anys 2000 i 2003 compten cadascun amb dues campanyes, la de maig i la d'octubre. **En vermell= significatiu per a $p<0,01$.** Dades sense transformar amb nivell de significança $p<0,01$.

	2000	2000	2001	2002	2003	2003	2006	2009	2016	2018	2020	2022
2000												
2000	0,999											
2001	0,999	1,000										
2002	1,000	1,000	0,999									
2003	0,996	0,999	1,000	0,999								
2003	1,000	0,999	0,999	1,000	0,995							
2006	1,000	1,000	0,999	1,000	0,999	1,000						
2009	0,999	0,979	0,916	0,999	0,811	0,999	0,994					
2016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006				
2018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,999			
2020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021		
2022	0,048	0,010	0,004	0,033	0,002	0,051	0,019	0,246	0,999	0,996	0,000	

Taula 39. Biomassa mitjana (kg/250 m²) i error estàndard de les espècies censades a l'estació de Punta Rasa en el primer any de seguiment (maig i octubre de 2000), i en els darrers 5 anys, en el mes d'octubre de 2016, 2018, 2020 i 2022. En color blau es remarquen les espècies pelàgiques costaneres o divagants de litoral i plataforma. En color verd es remarquen les espècies d'alt nivell tròfic considerades en l'indicador de biomassa de meso i macrocarnívors.

Biomassa Punta Rasa	Maig 2000		Octubre 2000		Octubre 2016		Octubre 2018		Octubre 2020		Octubre 2022	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	0,8	0,7	0	0	1,2	0,8	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1	0	0	0,2	0,1	0,1	0
<i>Diplodus sargus</i>	0,5	0,2	0,4	0,1	0,5	0,1	1,4	0,3	5,1	1,6	1,0	0,2
<i>Diplodus vulgaris</i>	0,5	0,2	0,2	0	1,9	0,7	2,0	1,0	1,7	0,4	1,0	0,2
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0,1	0,5	0,2	0,3	0,1
<i>Muraena helena</i>	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,1
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,2	0,2	0,1	0	1,2	0,3	0,6	0,5	1,2	0,3	1,0	0,4
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	0	0	0,3	0,1	0,1	0	0,2	0,1	0,3	0,1
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0,1	0	0	0	1,1	0,4	1,8	1,1	1,4	0,7	1,2	0,5
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quant a l'indicador de biomassa de macrocarnívors vulnerables a la pesca, a la figura 25 s'observa que aquest indicador s'ha mantingut amb valors constants des de l'any 2016. Des d'aleshores, i com es va esmentar a l'informe del 2020, sembla que la biomassa d'espècies d'alt nivell tròfic ha assolit una fase d'estabilitat amb un valor mitjà de 2,72 kg per transsecte. Aquest valor és 8 vegades superior al valor mitjà observat abans de la protecció de la zona, el qual fou de 0,34 kg/transsecte. L'anàlisi estadística mostra que les diferències interanuals són significatives (Taula 40), les quals es concentren entre tots els anys de protecció parcial (2016, 2018, 2020 i 2022) i els anteriors sense protecció (Taula 41).

Taula 40. Anàlisi de la variància sobre la biomassa d'espècies macrocarnívores vulnerables i el factor Temps. SS= Suma de quadrats, GL: Graus de llibertat, MS: Mitjana quadràtica, F= test F, p= significança estadística (**vermell = significatiu per a $p < 0,01$**). Dades sense transformar amb nivell de significança $p < 0,01$.

BIOMASSA (NT>3,5) PUNTA RASA 2000-2022	SS	GL	MS	F	p
Intercept	221236183	1	221236183	109,6383	0,000000
TEMPS	199490012	11	18135456	8,9874	0,000000
Residus	357163512	177	2017873		

Taula 41. Test *a posteriori* de Tukey entre la biomassa mitjana d'espècies macrocarnívores vulnerables observada entre l'any 2000 i el 2022. Els anys 2000 i 2003 compten cadascun amb dues campanyes, la de maig i la d'octubre. **En vermell= significatiu per a $p < 0,01$** . Dades sense transformar amb nivell de significança $p < 0,01$.

	2000	2000	2001	2002	2003	2003	2006	2009	2016	2018	2020	2022
2000												
2000	1,000											
2001	1,000	1,000										
2002	1,000	1,000	1,000									
2003	0,999	0,999	0,999	0,999								
2003	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999							
2006	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999						
2009	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000					
2016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000				
2018	0,003	0,005	0,004	0,006	0,000	0,010	0,002	0,004	1,000			
2020	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	1,000	1,000		
2022	0,007	0,011	0,008	0,012	0,001	0,019	0,004	0,008	0,999	1,000	0,999	

4. DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

4.1. Indicadors de riquesa, abundància i biomassa

Riquesa:

Pel que fa a l'evolució temporal de la riquesa, aquest indicador mostra una tendència positiva dins les estacions de la reserva marina, sobretot dins la reserva integral. Des de l'any 2000, la riquesa mitjana de la zona de màxima protecció ha augmentat de 2,53 a 5,61 espècies/250 m² i de 3,58 a 5,17 espècies/250 m² dins la zona de reserva parcial. D'altra banda, dins l'única zona control estudiada durant tota la sèrie temporal, la del Sud de Punta Prima, l'augment de la riquesa no ha estat tan destacat i només ha augmentat de 2,94 a 3,67 espècies/250 m². L'ANOVA feta amb les dades de 2020 i 2022 recolza aquests resultats, ja que indica que el grau de protecció d'una zona té un efecte sobre el seu valor de riquesa. La riquesa de la reserva integral (5,92 espècies/250 m²) ha estat significativament major a la de la reserva parcial (5,64 espècies/250 m²) i aquesta a la vegada també ha superat la de les zones control (4,87 espècies/250 m²). D'altra banda, tot i la tendència positiva de la riquesa, l'anàlisi estadística ha mostrat que la riquesa total obtinguda el 2022 ha estat lleugerament inferior a la del 2020 (5,11 vs 6 espècies/250 m²). L'any 2022, el valor mínim de riquesa s'ha obtingut a l'estació control del Sud de Punta Prima ($3,67 \pm 0,44$ espècies/transsecte) i el valor màxim a s'Espardelló ($5,78 \pm 0,64$ espècies/transsecte).

Per últim, comparant els valors obtinguts dins la reserva integral amb l'interval de confiança establert en l'estudi previ de Coll *et al.* (2020), la riquesa de s'Espardelló encaixa dins del límit establert entre 5,4 i 6,5, però el valor de s'Espardell ($5,44 \pm 0,56$ espècies/transsecte) queda lleugerament per sota del rang de 6,2 a 7,2. Aquest fet és conseqüència d'una menor freqüència d'aparició de les espècies objecte d'estudi en les mostres.

Abundància:

En referència a l'evolució temporal, cal destacar el pic màxim d'abundància i biomassa que va tenir lloc entre 2016 i 2018 en les estacions dins de la reserva de Es Banc i s'Espardelló. Aquest augment va ser degut a una elevada abundància de variades, la qual es va reduir gairebé a la meitat en la campanya de 2020. Aquest fet es pot explicar a través del model de creixement poblacional de Ricker (1954, 1958), el qual prediu la magnitud del reclutament en funció de la mida de la població reproductora i de dues constants que inclouen taxes de supervivència i

coeficients de mortalitat. Aquest model mostra una corba on el reclutament augmenta a mesura que augmenta la població reproductora fins a arribar a un reclutament màxim. A partir d'aleshores, es produeix un moment d'inflexió on el reclutament es va reduint amb el successiu increment de la població reproductora mostrant un pendent negatiu. Aquest punt d'inflexió podria haver succeït entre 2016 i 2018, i explicaria la reducció d'abundància de variades en els anys 2020 i 2022, degut a un detriment del procés de reclutament. Les causes d'aquest decreixement podrien haver estat l'augment de la mortalitat de la progènie, ja sigui per limitació de recursos, predació o competència. Es coneix que la presència de blancalls provocats pel vogamarí *Paracentrotus lividus*, són un ambient bentònic menys productiu degut a una menor cobertura algal.

Les estacions de s'Espardelló i Es Banc segueixen destacant per mostrar una elevada abundància i biomassa d'espècies d'interès pesquer, sobretot d'espàrids. A part, de manera general, dins les zones protegides i al llarg del període d'estudi, espècies indicadores de l'efecte reserva com són l'escorball (*Sciaena umbra*) i l'anfós (*Epinephelus marginatus*) també han anat augmentat la seva abundància. Comparant les dades de 2020 i 2022, cal destacar un lleuger augment d'aquestes dues espècies dins l'estació de s'Espalmador i una lleugera reducció d'anfossos dins l'estació de Es Banc al 2022. En la darrera campanya l'estació des Banc mostra una abundància màxima ($71,67 \pm 28,88$ individus/250 m²), gairebé 3 vegades superior a la mínima del control del Sud de Punta Prima ($25,33 \pm 5,56$ individus/250 m²), però el 91 % d'aquesta abundància està representada per espàrids.

Per últim, considerant els valors d'abundància esperats en les estacions de la reserva integral segons l'estudi de Coll *et al.* (2020), l'abundància a s'Espardelló ($63,89 \pm 36,68$ individus/250 m²) encaixa dins el límit de confiança establert entre 53,0 i 107,9 individus/250 m², i l'abundància a s'Espardell ($43,22 \pm 9,84$ individus/250 m²) és fins i tot superior a l'interval establert entre 30 i 39,2 individus/250 m². Per tant, es pot concloure que l'abundància observada al 2022 indica un bon estat de conservació de les dues estacions de la reserva integral.

Biomassa:

La biomassa és considerada el millor indicador per mesurar l'estat de conservació dels poblaments de peixos (Guidetti i Sala, 2007). La seva tendència ha anat en augment dins la RMFEF. De nou, dins les zones protegides, cal destacar l'increment sobtat d'aquest indicador entre 2016 i 2018 degut a la presència de grans moles de variades. D'altra banda, a la taula 42

es pot observar que els valors del 2022 són inferiors als obtinguts a la campanya de 2020. No obstant, l'anàlisi estadística ha mostrat que aquesta reducció no ha estat significativa.

Taula 42. Taula resum amb els valors mitjans i error estàndard de la biomassa d'espècies demersals i d'espècies demersals d'alt nivell tròfic (NT>3,5) (kg/250 m²) els anys 2022 i 2020 a les zones de reserva integral, reserva parcial i control. En aquests resultats no s'inclouen les dades de l'estació de Punta Rasa.

Any	Nivell de Protecció	N	Biomassa		Biomassa NT>3,5	
			$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
2022	R. Integral	18	11,92	3,29	4,82	0,90
	R. Parcial	18	8,79	1,65	3,24	0,57
	Control	16	2,80	0,49	0,92	0,23
2020	R. Integral	36	13,33	1,72	6,33	0,65
	R. Parcial	36	10,12	1,14	4,29	0,71
	Control	36	4,28	0,45	1,26	0,18

El 2022, destaquen les elevades biomasses de la reserva integral i de la reserva parcial enfront dels baixos valors de les zones control. L'estació amb major biomassa és s'Espardelló (reserva integral) amb $15,36 \pm 6,37$ kg/250 m², seguida de Es Banc (reserva parcial) amb $9,24 \pm 3,25$ kg/250 m². Considerant els intervals de confiança establerts per Coll *et al.* (2020) pel que fa a la biomassa dins de les estacions de reserva integral, el valor de s'Espardelló encaixa dins dels límits de 14 a 22,8 kg/250 m², de la mateixa manera que ho fa la biomassa de s'Espardell ($8,47 \pm 1,57$ kg/250 m²), integrant l'error, dins del rang de 8,6 a 10,8 kg/250 m²). Per tant, es pot concloure que ambdues estacions es troben en un procés dinàmic dins una fase de gran maduresa ecològica.

Pel que fa a l'estació de Es Banc, aquesta estació ha superat la biomassa de la zona de màxima protecció de s'Espardell durant les quatre últimes campanyes. Aquest resultat demostra que només fa falta un cert grau de protecció d'un lloc amb bones condicions ambientals per tal que aquest expressi el seu potencial (Coll *et al.*, 2020). D'altra banda, també cal remarcar l'evolució discreta però constant de la biomassa de s'Espalmador, que el 2022 gairebé ha igualat el valor de s'Espardell. En comparar les dades de 2020 i 2022, la biomassa ha disminuït a totes les estacions dins la reserva marina, a excepció de s'Espalmador, on la biomassa mitjana per transsecte ha augmentat lleugerament: 1,74 kg. En aquesta estació, pròxima a la zona de reserva integral, es podrien començar a notar els efectes d'una menor i generalitzada mortalitat per pesca dins la reserva, d'una major ocupació dels hàbitats abans buits i, eventualment, d'una major disponibilitat d'ous, larves i juvenils dins el conjunt de la reserva.

A la figura 26 s'observa on se situen els valors de biomassa de les estacions de la RMFEF dins del context de les reserves marines d'interès pesquer de les Illes Balears. Entre els diferents estudis realitzats entre 2019 i 2023 (consultar bibliografia pàgina 77), l'estació de s'Espardelló destaca com la zona de màxima protecció amb la major biomassa de les illes, essent una zona excepcional de referència per a la biomassa verge o no pescada. D'altra banda, de les 30 estacions estudiades amb protecció parcial, Es Banc és la setena amb major biomassa.

Els valors de la majoria d'indrets (<15m de fondària) parcialment protegits de les Illes Balears se situen entre els 5 i els 15 kg per transsecte, i les estacions dins la reserva parcial de la RMFEF encaixen dins d'aquest interval. De manera general, es considera que un valor de 5 kg/250 m² pot ser un nivell de referència que determina el bon estat de les comunitats íctiques dins els fons rocosos infralitorals de les Illes Balears (Coll, 2020). D'aquesta manera, l'objectiu de repoblar i incrementar els recursos pesquers explotables per la flota d'arts menors, s'ha traduït, per ara, en una realitat en aquesta àrea marina protegida. Cal esmentar que les zones de Balears parcialment protegides que destaquen amb les més elevades biomasses de peix són l'illa del Toro ($36,7 \pm 7,5$ kg/250 m²), el Faralló de Cala Gat ($25,2 \pm 4$ kg/250 m²) i el Cap Llebeig de Sa Dragonera ($17 \pm 4,9$ kg/250 m²), les quals es poden considerar *hotspots*.

A part, també es vol remarcar l'efecte de la protecció quan es compararen aquests resultats amb els obtinguts a diferents zones control localitzades a Balears. A la mateixa figura 26 es mostra que les biomasses mitjanes obtingudes en les zones fora de reserva durant els últims anys mai han superat els 5 kg/250 m², ja que als llocs sense cap tipus de protecció, la pesca homogeneïtza els valors de biomassa en intervals baixos, inferiors a aquest valor de referència (Coll *et al.*, 2020). Aquí cal esmentar el cas de l'estació de Punta de sa Creu, mostrejada els anys 2016 i 2018, la qual va presentar valors de riquesa, abundància i biomassa elevats (5,18 kg/250 m² i 10,62 kg/250 m²) tot i considerar-se una zona control. Aquests elevats valors podrien haver estat influenciats per la veda de pesca submarina que es va establir en aquesta zona al 2009 i que va durar 5 anys (Resolució de la Consellera d'Agricultura i Pesca de 12 de març de 2009 per la qual s'estableixen mesures complementàries de regulació de la pesca submarina a les aigües interiors de Formentera).

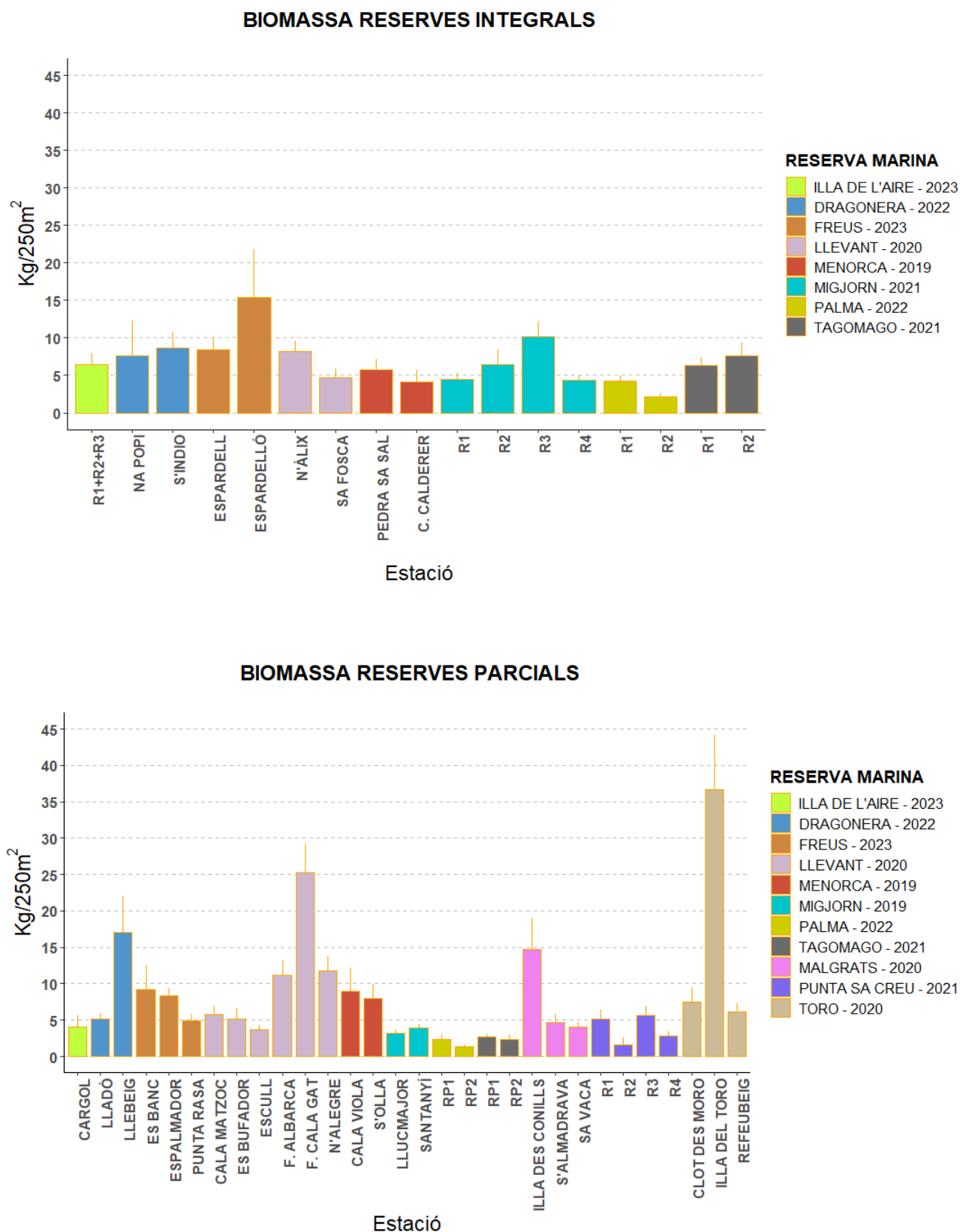


Figura 26. Biomassa de peixos demersals vulnerables a la pesca en les diferents estacions superficials de les reserves marines de Balears i de zones estudiades com a controls. Mitjana + Error estàndard. Dades extretes de diferents informes realitzats entre 2019 i 2023 (consultar bibliografia pàgina 78).

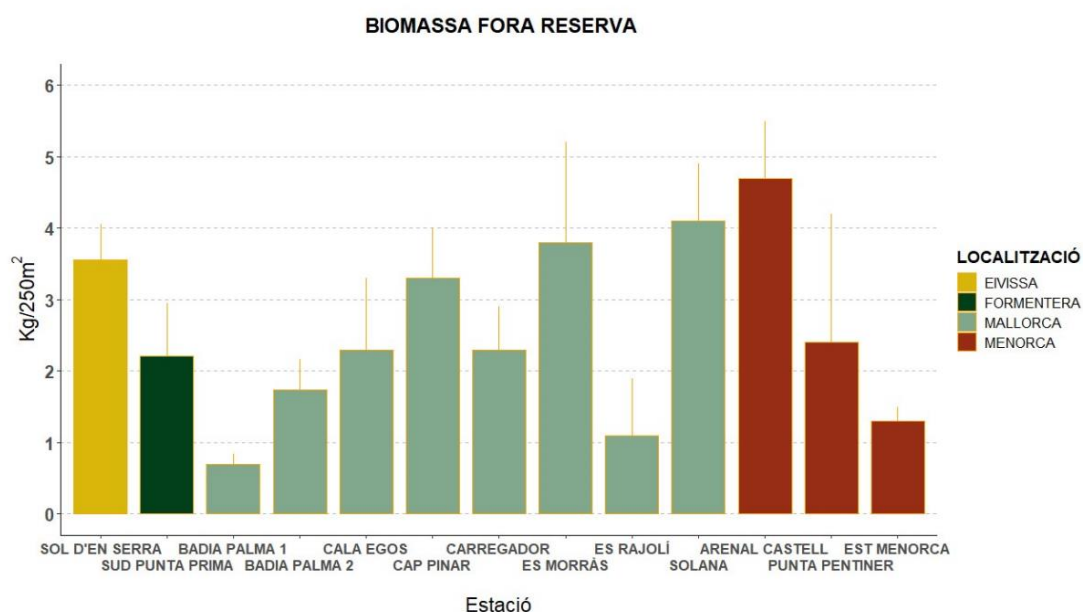


Figura 26. cont. Biomassa de peixos demersals vulnerables a la pesca en les diferents estacions superficials de les reserves marines de Balears i de zones estudiades com a controls. Mitjana + Error estàndard. Dades extretes de diferents informes realitzats entre 2019 i 2023 (consultar bibliografia pàgina 78).

Parant atenció a l'evolució temporal de la biomassa d'espècies censades, cal destacar l'augment d'espècies d'interès pesquer dins la reserva marina com són els grans làbrids (*Labrus* spp.), les cànteres, els escorbells i els cap-roigs, que presentaven nul·la o escassa biomassa l'any 2000. Un fet a destacar, recollit en l'informe de l'any 2020, va ser la declaració d'importantes captures de cap-roigs (*Scorpaena scrofa*) en les immediacions de la reserva integral per part dels pescadors i l'elevada densitat d'aquesta espècie registrada en els transsectes dins la reserva integral. Enguany, se segueix mantenint l'elevada densitat de cap-roigs, sobretot en l'estació de s'Espardelló, amb una mitjana d'un individu per transsecte. Aquest fet podria implicar un efecte de *spillover* (exportació de biomassa fora de la reserva) que podria nodrir els fons rocosos veïns en benefici dels pescadors. D'altra banda, altres espècies que ja eren més abundants, com l'anfós, el sard i la variada també han guanyat pes dins la reserva marina en els últims anys.

Els resultats de la distribució percentual de la biomassa dins la zona de reserva integral també recolzen l'evolució positiva d'aquesta zona. En els seus inicis, la biomassa estava dominada principalment per espàrids, sobretot variades, i hi havia poca diversitat d'espècies. A mesura que han anat passant els anys s'ha anat diversificat el ventall d'espècies i actualment, tot i que les variades segueixen essent l'espècie principal, el segon i tercer lloc estan representats per espècies més preuades pels pescadors: l'escorball (*Sciaena umbra*) i l'anfós (*Epinephelus marginatus*). L'augment de biomassa d'aquestes espècies d'interès és indicador de l'efecte reserva (Mosquera *et al.*, 2000; Hackradt *et al.*, 2014). Es coneix que en la majoria de reserves

marines de les Illes Balears, a mesura que passen els anys, minva percentualment la representació dels *Diplodus* spp. per guanyar importància espècies com grans serrànids, esciaènids, escorpènids i, en resum, espècies de major nivell tròfic i més preuades pel sector pesquer (Morey *et al.*, 2018; Coll *et al.*, 2018, 2021).

Pel que fa a l'indicador de biomassa de meso i macrocarnívors per a aquest 2022, novament destaca l'estació de s'Espardelló amb $5,24 \pm 1,53$ kg/250 m², juntament amb l'altra estació de la reserva integral, s'Espardell, amb $4,41 \pm 1,03$ kg/250 m². Aquests valors són els esperats dins d'aquestes zones de màxima protecció, ja que encaixen dins dels límits de confiança establerts en l'estudi de Coll *et al.* (2021). Aquests intervals s'establiren entre 4,8 i 7,8 Kg/250 m² a s'Espardelló i entre 4,7 i 6,6 kg/250 m² a s'Espardell.

D'altra banda, cal destacar la reducció dràstica de biomassa de macrocarnívors a l'estació de Es Banc dins la reserva parcial. Aquest fet resulta preocupant, ja que aquesta biomassa ha passat de 6,10 kg/250 m² l'any 2020 als actuals 2,42 kg/250 m², un valor semblant a l'obtingut l'any 2003. Aquesta reducció és deu principalment a la falta d'espècies preuades pels pescadors com són l'anfós i l'escorball, les quals han reduït respectivament 2,1 kg i 0,7 kg la seva biomassa mitjana per transsecte respecte a l'any 2020. En aquesta zona està permesa l'activitat pesquera i podria ser que hagi augmentat l'esforç pesquer respecte a l'any 2020, però tampoc es pot descartar que la zona hagi estat objectiu de la pesca submarina ja que les espècies esmentades són especialment sensibles a aquesta modalitat (Coll *et al.*, 2021). La segona hipòtesi guanya pes si es tenen en compte dos comentaris mencionats en l'informe de Coll *et al.*, (2020):

- 1- La zona de Es Banc es troba molt a prop de costa, fet que dificulta o quasi impossibilita el calament d'ormeigs de pesca professional d'ús més regular (tremall i palangró).
- 2- Les espècies objectiu tractades són poc sensibles a les modalitats de pesca recreativa permeses.

En l'anterior informe de Coll *et al.* (2021) també es va detectar una minva de la biomassa en altres zones dins la reserva parcial de la RMFEF. Aquests resultats varen obrir el debat de la mida de les reserves marines i de la capacitat dels equips de vigilància per cobrir tota l'àrea de la reserva, ja que la RMFEF, amb 15.535 ha d'ocupació, és la segona amb major extensió de les Illes Balears. Aquesta problemàtica podria ser especialment sensible a l'estiu, quan vaixells de tota la Mediterrània occidental fondegem dins la reserva i l'activitat pesquera recreativa, ja sigui de superfície o submarina, no pot ser controlada les 24 hores.

4.2. Distribució de talles d'espècies freqüents i abundants

En comparació amb les talles obtingudes l'any 2000, en l'actualitat les talles de les espècies més abundants com les variades (*Diplodus vulgaris*) i els sards (*Diplodus sargus*) han augmentat aproximadament una mitjana de 5 cm dins la zona de reserva integral. A més, una tendència observada en les dues últimes campanyes és que les variades, sards, morrudes i escorballs de major talla es concentren dins d'aquesta zona. Aquestes dades sumen a favor del bon funcionament de la reserva, ja que una major talla mitjana de les espècies objectiu en llocs protegits envers dels no protegits es considera indicatiu de l'efecte reserva (Mosquera *et al.*, 2000; Hackrad *et al.*, 2014). En referència a les talles enregistrades per a l'anfós (*Epinephelus marginatus*), les dades obtingudes el 2022 recolzen l'idea de l'anterior informe de 2020, que suggereix que la zona de reserva integral actua com a àrea d'alevinatge o *nursery* per als anfosos. En cap dels anys d'estudi el percentatge d'individus immadurs ha estat inferior al 92% i és clara l'absència d'individus de talla gran, els quals podrien migrar cap a hàbitats rocosos més profunds a mesura que creixen (Coll *et al.*, 2020). Un fet que recolza aquesta hipòtesi és que la biomassa d'anfosos observada en zones profundes (20-25 m) de la RMFEF en anteriors estudis (Coll *et al.*, 2021) va ser bastant superior a l'observada en l'estrat superficial aquest 2022. La diferència en la biomassa d'anfosos ha estat de 3,9 kg menys en l'estrat superficial de s'Espardelló i de 2,2 kg menys al de s'Espardell respecte de l'anterior campanya.

4.3. El cas de Punta Rasa

Amb major o menor grau, hi ha hagut un canvi en l'evolució temporal de tots els indicadors dins l'estació de Punta Rasa després de la seva protecció al 2015. La biomassa ha estat l'indicador amb una evolució més positiva, sobretot la d'espècies d'alt nivell tròfic. Aquest indicador augmentà significativament després de la protecció de la zona, passant d'un màxim de 0,5 kg per transecte en el període 2000-2009 a un interval de 2,5 a 2,9 kg entre 2016 i 2022. La presència i major biomassa d'aquestes espècies és un bon indicador ecosistèmic (Sala, 2004), així com d'un avanç significatiu en la successió, que ens duu cap a un ecosistema de major complexitat a mesura que es compleixen anys de protecció (Sandin i Sala, 2012). Enguany la biomassa total s'ha ajustat als valors de 2016 i 2018, amb 4,9 kg/250 m², representant més del doble de la biomassa obtinguda durant els anys de pesca sense restriccions, els quals mai van superar els 2,2 kg/250 m². De manera general, aquests resultats confirmen la bona evolució d'aquesta zona rocosa com a resposta de la seva protecció parcial.

5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Bell, J.D., Craik, G.J.S., Pollard, D.A. i B.C. Russell. (1985). Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*, 4: 41-44.

Coll, J. (2020). Seguiment de les comunitats marines d'Espais Naturals Protegits de les Illes Balears. Cens de poblacions de peixos (PN Cabrera). Informe tècnic per a la Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat del Govern de les Illes Balears - Tragsatec. 109 pàgines.

Coll, J., Garcia-Rubies, A., Morey, G., Reñones, O., Álvarez-Berastegui, D., Navarro, O. i 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., Morey, G., Navarro, O. i G. Mucientes. (2018). La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2018. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears-Tragsatec. 58 pàgines.

Coll, J., Morey, G. i O. Navarro. (2020). La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2020. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears-Tragsatec, 70 pàgines.

Coll, J., Morey, G., i O. Navarro. (2021). La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2021. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears-Tragsatec. 52 pàgines.

Edgar, G. J., Stuart-Smith, R. D., Willis, T. J., *et al.* (2014). Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, 506: 246-220. doi: 10.1038/nature13022.

Froese, R. i D. Pauly. (2023). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org

García-Rubies, A. (1993). Distribució batimètrica dels peixos litorals. Alcover JA, Ballesteros E, Fornos JJ Historia Natural de l'Arxipèlag de Cabrera, pp 645-662. Societat d'Història Natural de les Balears.

García-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.

Grané-Feliu, X., Bennett, S., Hereu, B., Aspillaga, E. i J. Santana-Garçon. (2019). Comparison of diver operated stereo-video and visual census to assess targeted fish species in Mediterranean marine protected areas. *Journal of Experimental Biology and Ecology*, 520, 151205. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2019.151205>.

Greene, L.E. i W.S. Alevizon. (1989). Comparative accuracies of visual assessment methods for coral reef fishes. *Bulletin of Marine Science*, 44 : 899-912.

Guidetti, P. i E. Sala. (2007). Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 335: 43-56.

Hackradt, C.W., García-Charton, J.A., Harmelin-Vivien, M., Pérez-Ruzafa, Á., Le Diréach, L., Bayle-Sempere, J., *et al.* (2014). Response of rocky reef top predators (Serranidae: Epinephelinae) in and around marine protected areas in the Western Mediterranean Sea. *PlosOne*, 9(6): e98206.

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

Harmelin-Vivien, M.L., Harmelin, J-G., Chauvet, C., Duval, C., Galzin, R., *et al.* (1985). Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol (Terre Vie)*, 40: 467-539 pp.

Louisy, P. 2005. Peces marinos de Europa y del Mediterráneo. Ed. Omega.

Luckhurst, B.E. i K. Luckhurst. (1978). Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology*, 49: 317-323.

Morey, G., Moranta, J., Massutí, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F. i B. Morales-Nin. (2003). Weight-length relationship of littoral to lower slope fishes from the Western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62: 89-96.

Morey, G., Coll, J., Navarro, O. i F. Verger. (2018). Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Direcció General de Pesca i Medi Marí - Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 76 pàgines.

Mosquera, I., Cote, I. M., Jennings, S. i J.D. Reynolds. (2000). Conservation benefits of marine reserves for fish populations. *Animal Conservation*, 4: 321-332.

Ordines, F., Moranta, J., Palmer, M., Lerycke, A., Suau, A., Morales-Nin, B., i A.M. Grau. (2005). Variations in a shallow rocky reef fish community at different spatial scales in the western Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 304, 221-233.

Reñones, O., Moranta, J., Coll, J. i B. Morales-Nin. (1997). Rocky bottom fish communities of Cabrera Archipelago National Park (Mallorca, Western Mediterranean). *Scientia Marina* 61: 495-506.

Ricker, W.E. (1954). Stock and recruitment. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 11(5):559–623.

Ricker, W.E. (1958). Handbook of computation for biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 119:300 p.

Sala, E. (2004). The past and present topology and structure of Mediterranean subtidal rocky-shore food webs. *Ecosystems*, 7: 333-340.

Sala, E., Ballesteros, E., Dendrinos, P., Di Franco, A., Ferretti, F., Foley, D., Fraschetti, S., *et al.* (2012). The structure of Mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. *PlosOne*, 7(2): e32742. doi: 10.1371/journal.pone.0032742.

Sandin, S.A. i E. Sala. (2012). Using successional theory to measure marine ecosystem health. *Evolutionary Ecology*, 26: 435-448.

Underwood, A.J. (1997). Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge. University Press.

ZAR, J.H. (1984). Biostatistical analysis. Prentice Hall, Inc. New Jersey.

*** INFORMES UTILITZATS PER A LA CREACIÓ DE LA FIGURA 26:**

Arpa, M., Morey, G., Coll, J. i O. Navarro. (2022). La Reserva Marina de la Badia de Palma. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Desembre de 2022. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears-Tragsatec, 71 pàgines.

Coll, J., Morey, G. i O. Navarro. (2019). La reserva marina del nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2019. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears. Tragsatec, 72 pàgines.

Coll, J., Morey, G. i O. Navarro. (2022). La Reserva Marina de Sa Dragonera. Seguimiento de los peces de fondos rocosos vulnerables a la pesca. Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears - Tragsatec. 73 páginas.

García-Charton, J.A., Cuadros, I.A., Orenes, V., Ortolano, A., Pereñíguez, J.M., Pozo M.A. i M. Trujillo. (2021). Censos de peces vulnerables en las reservas marinas de la costa nordeste de Ibiza-Tagomago (Ibiza) y de la Punta de Sa Creu (Formentera). Informe Técnico para la Dirección General de Pesca y Medio Marino del Gobierno de las Islas Baleares. Universidad de Murcia. 92 páginas.

Morey, G., Coll, J., Verger, F. i O. Navarro. (2019). La Reserva Marina del Migjorn de Mallorca. Seguiment de les espècies de peixos vulnerables sobre substrat rocós. Informe dels resultats en el període 2003-2019. Informe tècnic per a la Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears. Tragsatec. 73 pàgines.

Morey, G., Coll, J., Navarro, O., Verger, F. i M. Pozo. (2020). Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Juliol de 2020. Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 134 pàgines.

Morey, G., Coll, J., Navarro, O. i M. Pozo. (2020). La reserva marina del Llevant de Mallorca. Seguimiento de las especies ícticas vulnerables sobre substrato rocoso. Noviembre de 2020. Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 69 páginas.

Morey, G., Coll, J. i O. Navarro. (2021). La reserva marina del Migjorn de Mallorca. Seguiment de les espècies de peixos vulnerables sobre substrat rocós. Informe dels resultats de l'any 2021. Informe tècnic per a la Direcció General de Pesca i Medi Marí. Tragsatec, 36 pàgines.

Movilla, J., Marsinyach, E., Cefalí, M.E., Bagur, M., Molina, S.A., Moranta, J. i O. Reñones. (2023). Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en la Reserva Marina de la Isla del Aire. Centro Oceanográfico de Baleares (CN IEO-CSIC). Observatorio Socioambiental de Menorca (OBSAM-IME). Gobierno de las Islas Baleares.

