

LA RESERVA MARINA DE LA BADIA DE PALMA.

SEGUIMENT DE LES ESPÈCIES ÍCTIQUES VULNERABLES SOBRE SUBSTRAT ROCÓS. Novembre de 2019.



G CONSELLERIA
O MEDI AMBIENT,
I AGRICULTURA
B I PESCA



UNIÓN EUROPEA

FONDO EUROPEO MARÍTIMO
Y DE PESCA (FEMP)



Autors:

Xavier Grané Feliu, Josep Coll (Tragsatec)

Oliver Navarro (Serveis de Millora Agrària i Pesquera-Govern de les Illes Balears)

Citar com:

Grane-Feliu, X., J. Coll, i O. Navarro. 2019. La Reserva Marina de la Badia de Palma. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Novembre de 2019. Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears – TRAGSATEC. 68 pp.

ÍNDIX

RESUM EXECUTIU	1
1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS	3
2. MATERIAL I MÈTODES	4
2.1 L'àrea d'estudi i el disseny del mostreig	4
2.2 La presa de dades	5
2.3 Tractament de les dades	7
3. RESULTATS.....	9
3.1 Riquesa total d'espècies vulnerables	9
3.2 Densitat total d'espècies vulnerables	15
3.3 Biomassa total d'espècies vulnerables.....	19
3.4 Les espècies més freqüents i abundants.....	28
3.4.1 La morruda (<i>Diplodus puntazzo</i>)	28
3.4.2 El sard (<i>Diplodus sargus</i>)	32
3.4.4 L'anfós (<i>Epinephelus marginatus</i>)	47
3.4.5 Els grans làbrids (<i>Labrus merula</i> i <i>Labrus viridis</i>).....	50
3.4.6 L'escorball (<i>Sciaena umbra</i>)	53
3.5 La biomassa de 2019 en relació a la capacitat de càrrega	56
4. CONCLUSIONS I COMENTARIS	57
5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	60
ANNEX I	64

RESUM EXECUTIU

La Reserva Marina de la Badia de Palma va ser creada el 1999, i des de 2000 és objecte d'un programa de seguiment científic per determinar l'evolució dels recursos íctics, centrat en els peixos d'hàbitats rocosos litorals. La sèrie històrica de dades abastava des del 2000 fins el 2011, amb un total de 7 campanyes realitzades. El 2017 es reprengué de nou i el 2019 es continuà treballant en el seguiment esmentat. El mètode de mostreig emprat va ser el mateix que s'utilitza a totes les àrees marines protegides (AMPs) litorals mediterrànies, basat en censos visuals amb escafandre autònom sobre transsectes de 50 x 5 m (250 m²). A cada campanya es varen realitzar 54 transsectes, equitativament distribuïts entre zones protegides, diferenciant-les segons el nivell de protecció si era reserva integral o parcial, i zones control a fora de la reserva. D'aquesta manera es pogué determinar l'efecte de la protecció a les reserves, analitzant la seva evolució temporal i comparant-la amb l'experimentada per les zones no protegides.

La campanya de 2019 ha posat de manifest una evolució positiva de molts paràmetres analitzats (riquesa, densitat, biomassa). El nombre mitjà d'espècies dins de reserva (protecció total i parcial) fou significativament major al de les zones control. La densitat total fou força estable dins la reserva integral, sent alhora significativament més elevada que a la reserva parcial i zones control, on disminuï x0,65 i x0,54 respectivament. En tots tres nivells de protecció es registrà un desplaçament cap a majors talles entre 2000 i 2019, contribuint doncs en l'augment total de biomassa d'espècies vulnerables (x5,4 reserva integral, x 3,6 reserva parcial i x1,7 en zones control) respecte l'any 2000. La biomassa total de la reserva integral fou significativament superior als altres nivells de protecció. Els valors de biomassa total respecte anys anteriors es poden considerar alts, ja que dins de reserva, superaven els 4 kg/250 m², un valor llindar que es pot prendre com a referència a partir del conjunt de zones protegides i no protegides de les Illes Balears. La distribució de la biomassa entre espècies presenta un domini dels espàrids (principalment sards *Diplodus sargus* i variades *Diplodus vulgaris*), que suposaren més del 80% a tots els nivells de protecció, i molt poca presència d'espècies sedentàries com l'anfós *Epinephelus marginatus* o l'escorball *Sciaena umbra*, bones indicadores de l'efecte reserva.

La Reserva Marina de la Badia de Palma es caracteritza per l'escassetat d'hàbitat rocós, el qual està limitat a una estreta franja de l'infralitoral superior, i assoleix escassa profunditat, i pel domini de praderies de posidònia i fons detrítics. Amb aquestes condicions, bona part de les espècies vulnerables que constitueixen l'objectiu d'aquest estudi troben un hàbitat reduït, que condiciona la seva abundància i biomassa, i alhora determina la dominància de reclutes i individus joves, de manera que els peixos grans no hi són gaire abundants degut als canvis ontogenètics en l'hàbitat (moviment dels individus cap a aigües més profundes a mida que creixen), tot i que l'efecte de la pesca també pot influir en aquest aspecte dins la reserva parcial. Així

mateix, l'escassetat de fons complexos, ja sigui de blocs rocosos o d'escletxes, comporta una baixa disponibilitat de refugis per a espècies com els grans serrànids o l'escorball.

Degut als factors d'hàbitat, la reserva de Palma ha estat definida com una reserva on la capacitat de càrrega (K) s'assoleix de forma més parsimoniosa que a d'altres, i on depèn més de processos de reclutament i creixement que no de la contribució de peixos provinents d'aigües més profundes. Aquesta K fou establerta en $2656,4 \pm 411,9$ g/250 m², la qual s'assolí al cap de cinc anys a la reserva integral. D'igual forma que ha succeït a altres reserves, escales de temps de dècades semblen haver trencat per dalt aquesta predicció teòrica. El 2019 el valor de biomassa obtingut ($5573,8 \pm 141$ g/250 m²) ha estat significativament superior a la K teòrica, considerant-se doncs un valor elevat en el marc geogràfic de les Illes Balears.

A més de les limitacions derivades de l'hàbitat, cal considerar els efectes que pugui tenir la pesca recreativa, i en especial la submarina, sobre les espècies vulnerables a dins la reserva parcial, on el 2019 va ser notable l'absència d'anfossos que arribessin a la talla mínima legal de captura. Una possible prohibició de la pesca submarina com a mesura de gestió tindria efectes positius a la franja estudiada de la reserva parcial, tot i que degut a les reduïdes dimensions dels fons adjacents, aquests efectes serien més notoris envers activitats de lleure (observació en *snorkel*, submarinisme, educació ambiental) i conservació, que no sobre l'activitat pesquera professional, que en aquesta reserva marina està dirigida a unes espècies poc sensibles a la pesca submarina (*métiers* de sípia, peix de sopa i jonquillo).

L'increment de la biomassa dins la reserva marina i el trencament de la capacitat de càrrega teòrica són resultats molt destacables assolits al cap de 20 anys de la seva declaració. Independentment dels eventuais canvis normatius, i sense deixar de banda el seguiment sobre l'escadusser hàbitat rocós, el seguiment milloraria el coneixement que en tenim de la reserva marina si s'abordessin els hàbitats majoritaris de *Posidonia oceanica* i de fons detrítics.

1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

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

L'any 2000, el Govern de les Illes Balears va iniciar el seguiment dels recursos íctics a la reserva marina de la Badia de Palma (RMBP) per tal de determinar els efectes de la protecció. D'una banda, els anys 2000, 2001, 2003 i 2004 es van dur a terme quatre campanyes de pesques experimentals amb tremall, i una amb gànguil el 2002, per avaluar l'evolució del rendiment pesquer. Els resultats d'aquest estudi (Morales-Nin *et al.*, 2004) indicaren que la reserva no va evolucionar de manera distinta a les zones control no protegides. D'altra banda, també l'any 2000 s'inicià el seguiment de les poblacions de peixos de fons rocosos litorals mitjançant censos visuals en immersió, i des d'aleshores a la RMBP s'han dut a terme 9 campanyes de mostreig mitjançant censos visuals (anys 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2008, 2011, 2017 i 2019). Aquest mètode ha estat majoritari en el seguiment científic de totes les reserves marines existents a les Illes Balears. Els censos visuals en immersió són realitzats amb escafandre autònom, i constitueixen un mètode no destructiu que ha estat estandarditzat a reserves marines arreu del món (García-Rubies, 1997; Murphy i Jenkins, 2010; Sala *et al.*, 2012; Grane-Feliu *et al.*, 2019).

La campanya de 2019 es centrà en la realització de censos d'espècies de peixos vulnerables a la pesca que habiten els fons rocosos superficials (3-15 m) i en determinar l'evolució d'aquestes poblacions com a resultat de la protecció. Les dades obtingudes s'integraren junt amb la base de dades ja existent corresponent a la sèrie temporal de les campanyes anteriorment mencionades.

2. MATERIAL I MÈTODES

2.1 L'àrea d'estudi i el disseny del mostreig

Els límits i la zonificació de la RMBP es mostren a la Figura 1.1. El disseny de mostreig es va dur a terme seguint les campanyes anteriors amb l'estudi de dues zones dins cada nivell de protecció (Figura 1.2): reserva integral o zona de protecció especial (RI; la pesca està totalment prohibida), reserva parcial (RP; la pesca professional i recreativa està regulada), i zones control (NR; totes les activitats extractives estan permeses). Cal esmentar que el punt de mostreig situat al Cap Enderrocat (identificat com a RP1) des de 2006 està parcialment afectat per l'ampliació de la reserva integral, de manera que part dels transsectes corresponents a aquesta zona són desenvolupats a l'àrea de reserva parcial, i part a la reserva integral. No obstant això, l'equip responsable del seguiment va optar per mantenir-lo, degut d'una banda a l'escassetat de fons adients on dur a terme els censos visuals, i de l'altra, a la seva ubicació al mateix límit entre les zones de reserva integral i de reserva parcial. En conseqüència, aquest punt segueix essent considerat a les anàlisis com a de reserva parcial.

Seguint la metodologia feta servir des de l'any 2000, cada lloc d'estudi va ser mostrejat un dia, durant el qual s'hi van realitzar 9 transsectes entre 3 i 15 metres de profunditat. Així, a cadascuna de les 9 campanyes dutes a terme entre 2000 i 2019 s'hi han realitzat 54 transsectes, sumant un total de 486 transsectes que han sigut analitzats en aquest informe.



Figura 1.1. Mapa amb els límits actuals i zonificació de la Reserva Marina de la Badia de Palma on s'hi mostra la zona de protecció especial (RI), reserva parcial (RP) i fora de reserva (NR).



Figura 1.2. Situació de les zones d'estudi dins la reserva integral (R1 i R2), a la reserva parcial (RP1 i RP2) i a fora de la reserva marina (NR1 i NR2).

2.2 La presa de dades

La campanya de 2019 es va dur a terme entre el 29 d'abril i el 2 de maig, dates coincidents amb el marc temporal de les campanyes anteriors.

La unitat de mostreig emprada va ser la del transsecte de 50x5 m (250 m²), que s'estenia sobre el perfil del fons amb una cinta mètrica mentre el bussejador avançava. Cada transsecte va ser mostrejat per un sol bussejador sobre un grup d'espècies que per les seves característiques el feia quasi tancat: espècies de substrat rocós, objectiu de la pesca professional, submarina i recreativa i amb *home ranges* reduïts. Són espècies que, en la seva majoria, s'agrupen en les categories espacials 3, 5 i 6 d'Harmelin (1987). Aquest grup reduït d'espècies millora considerablement la precisió del cens, tal com Greene i Alevizon (1989) demostraren amb l'anomenat *Discret Group Censusing*; consumeix menys temps i permet un major nombre de rèpliques que quan es té en compte tota la comunitat de peixos. Així mateix, en tractar-se d'un mètode de presa de dades observacional no destructiu, la seva aplicació és especialment adequada a estudis relacionats amb les àrees marines protegides (Grane-Feliu *et al.*, 2019). Cada bussejador estava familiaritzat en el reconeixement de les espècies, el cens i l'estima de talles després de seguir protocols d'entrenament amb distribucions de peixos artificials i contrastar l'agrupament per classe de talla que menys diferència donava entre la distribució observada i la real mitjançant un test de Kolmogorov-

Smirnov (Bell *et al.*, 1985). Tots els transectes es van distribuir a l'atzar sempre sobre substrat rocós entre 3 i 15 m de fondària i amb una distància entre transectes contigus superior a 20 m per tal d'evitar casos d'autocorrelació (Ordines *et al.*, 2005).

Sobre cadascun dels transectes es van identificar les espècies objectiu i se'n va estimar el nombre d'individus de la manera més acurada possible amb les seves respectives talles. Si els peixos formaven moles denses es va atribuir el nombre d'individus estimat a classes d'abundància pre-establertes que seguien, aproximadament, una progressió geomètrica de classe 2 (1; 2; 3-5; 6-10; 11-30; 31-50; 51-100; etc). Les estimes de talles es van fer en intervals de 2 cm. L'error en l'estimació visual de les talles s'ha demostrat com a mínim en exemplars de fins a 30 cm de longitud total, però s'incrementa, tendint a una certa subestima, en classes de talla superiors. En qualsevol cas, i malgrat l'error inherent a l'observador, ha estat demostrat que a partir d'inventaris visuals, incrementant, si cal, l'interval de talla establert en la precisió (de 2 a 4 o 5 cm) es podia obtenir una distribució de talles que no diferia significativament de la real, en peixos amb mides variables de fins a 60 cm de longitud total.

Les espècies vulnerables observades es van agrupar dins de les categories espacials 1, 3, 5 i 6 de les sis que foren definides per Harmelin (1987):

- *Categoria 1*: peixos que es mouen en aigües lliures o a prop del fons, però generalment molt mòbils i de caràcter erràtic. Poden formar moles i són d'activitat generalment diürna. Entre elles hi trobem el déntol (*Dentex dentex*), la cirviola (*Seriola dumerili*) i els espets (*Sphyræna* spp.).

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

- *Categoria 5*: peixos necto-bentònics, meso i macrocarnívors, marcadament sedentaris, amb desplaçaments verticals i horitzontals poc importants. Els grans làbrids (*Labrus* spp.) i els serrànids (*Epinephelus* spp. i *Mycteroperca rubra*) en serien els representants més típics.

- *Categoria 6*: peixos necto-bentònics molt sedentaris amb desplaçaments verticals i horitzontals poc importants, que depenen d'on troben un refugi momentani o un repòs cíclic. Poden presentar una activitat diürna o nocturna; en aquesta categoria s'hi troben espècies como el congre (*Conger conger*), la morena (*Muraena helena*), l'escorball (*Sciaena umbra*), els escorpènids (*Scorpaena* spp.) o la mòllera de roca (*Phycis phycis*).

Continuant amb el monitoratge prèviament establert en els anys anteriors, junt amb la recollida de dades d'espècies vulnerables també es van anotar descriptors d'hàbitat, permetent la caracterització de la zona en base als trets més rellevants del fons. Així, s'enregistrà sempre la profunditat mínima, màxima i mitjana, i es va tipificar la natura física del substrat en base al tipus de cobertura. Aquesta es va diferenciar en: roca homogènia; grans blocs ($\varnothing > 2\text{m}$), blocs mitjans ($1\text{m} < \varnothing < 2\text{m}$) i blocs petits ($\varnothing < 1\text{m}$); la cobertura d'arena o grava, i la de *Posidonia oceanica*. Les cobertures de cada tipus de substrat s'estimaren en base als percentatges ocupats sobre la llargada total del transecte, assenyalada per la cinta mètrica de 50m que serveix de corda guia. El relleu del fons, o "rugositat" (*sensu* Lukhurst i Lukhurst, 1978), es va estimar *de visu*, establint-se una escala de 4 graus: 1, relació entre la longitud real i la longitud lineal, igual o lleugerament superior a 1, sense escletxes ni anfractuositats aparents, ni importants variacions verticals; 2: relació entre ambdues longituds clarament superior a 1, amb variacions verticals poc importants (menors de 2m) i poques escletxes i anfractuositats; 3: relació entre longitud real i lineal clarament superior a 1,5, amb escletxes i anfractuositats d'una certa entitat, ocupant, al menys un 25% de la longitud total del transecte i/o variacions verticals de més de 2m; 4: presència d'escletxes importants, ocupant més del 25% de la longitud del transecte i/o pregoneres variacions verticals amb una relació entre la longitud real i la lineal propera o superant el 2. Finalment, a cada transecte s'estimà el pendent del substrat en base a una escala establerta de l'1 al 4, essent: 1 (0–30°), 2 (30–60°), 3 (60–90°), o 4 (> 90° formant superfícies extraplomades).

2.3 Tractament de les dades

Pel que fa als peixos, es va calcular el nombre d'espècies vulnerables, la densitat i biomassa total (excloent en ambdós casos les espècies de la categoria 1), i la densitat i biomassa per a cada espècie dins cada transecte, prenent aquest com a unitat de mostra o rèplica. Per al càlcul de la biomassa de cada espècie es va fer ús de les relacions talla:pes descrites per Morey *et al.* (2003).

La base de dades generada el 2019 es va integrar amb la corresponent a les campanyes realitzades entre 2000 i 2017. Així els resultats descrits en aquest informe corresponen a les anàlisis espacials i temporals corresponents al període 2000-2019.

L'efecte del temps a cadascun dels 3 nivells de protecció considerats va ser comprovat mitjançant una anàlisi de la variància (ANOVA) amb un factor fix, anomenat "Protecció" (Ph), que recull les diferències entre els nivells de protecció i es replica espacialment en "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 transecte ($Xhijk$) 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 en el nivell de protecció h $Zi(h)$, més l'efecte del temps (Tj),

més la interacció del temps amb cada zona $T_j \times Z_i(h)$, 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:

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

Prèviament a l'anàlisi es va comprovar l'homogeneïtat de les variàncies (mitjançant el test de Cochran; Zar, 1984), l'absència de correlació entre mitjanes i desviacions típiques, i la normalitat de les dades. En el cas, freqüent, que no s'acomplissin aquests requeriments, les dades foren transformades logarítmicament ($x' = \log(x+1)$). En qualsevol cas, les dades varen ser analitzades malgrat que no s'acomplissin totes aquestes condicions, prenent la precaució d'eleva el nivell de significació fins a 0,01 (en lloc de l'habitual $p < 0,05$) per tal d'evitar el risc de cometre un error de tipus I, és dir, d'afirmar que hi ha diferències quan realment no n'hi ha (Underwood, 1997).

A l'anàlisi de la interacció entre temps i protecció es va procedir a realitzar un *pooling* dels termes d'error i de l'efecte zona quan les diferències detectades per a aquest efecte niat presentessin una probabilitat d'acceptació de la hipòtesi nul·la quan aquesta és vertadera major a 0,25 (Underwood, 1997). D'aquesta manera s'incrementa el poder de detectar diferències degudes a la interacció entre els diferents nivells de protecció.

En els casos en què es detectà interacció $T_j \times Ph$ s'analitzaren les diferències entre els diferents anys o entre els diferents nivells de protecció en el primer i darrer any d'estudi mitjançant els tests *a posteriori* de Tukey o mètode HSD (*Honestly Significant Difference*) ja que està considerat un dels mètodes més comuns per comparacions múltiples de mitjanes (Abdi i Williams, 2010).

També es va analitzar l'estructura de talles de les espècies més freqüents i abundants quan el seu nombre dins cada tractament (nivell de protecció i temps) fou prou elevat. La pesca és un factor que afecta fortament a la mida de les espècies objectius en una població (Watson *et al.*, 2009), per tant, la talla és un bon indicador de fenòmens com el reclutament o el nivell d'explotació al qual es troba sotmesa una població. La comparació es va dur a terme entre els diferents nivells de protecció. Per tal de simplificar les anàlisis sobre les talles, es varen incloure les estructures de talles només dels anys 2000, 2005, 2011, 2017 i 2019, uns intervals suficients per conèixer l'efecte de la protecció. Per als anys inicial i final d'estudi (2000 i 2019), s'analitzaren les diferències entre les freqüències per classe de talla mitjançant el test de normalitat de Kolmogorov-Smirnov (Razali i Wah, 2011). Per a això, dins cada any es van dur a terme comparacions, dos a dos, entre nivells de protecció: Reserva integral vs Reserva parcial; Reserva integral vs No reserva; i Reserva parcial vs No reserva. Totes les anàlisis foren realitzades amb el programa estadístic de R Core Team (2019).

3. RESULTATS

3.1 Riquesa total d'espècies vulnerables

El 2019 es varen censar 10 espècies vulnerables de les categories 3, 5 i 6, mentre que en el conjunt de les 9 campanyes se n'enregistraren 14 (Taula 1.1-1.3). La riquesa observada el 2019 va ser major dins de reserva que en les zones exemptes de protecció (Figura 2), registrant-se fins a 7 espècies a la reserva integral i 9 a la parcial respecte les 5 espècies observades en les zones control. La família més ben representada al llarg del període d'estudi ha estat la dels espàrids (Sparidae), amb 4 espècies (*Diplodus sargus*, *D. vulgaris*, *D. puntazzo* i *Spondyllosoma cantharus*), seguit dels serrànids (Serranidae) amb dues espècies (*Epinephelus marginatus* i *E. costae*) i finalment els esciènids (Sciaenidae) amb *Sciaena umbra*.

En el nombre mitjà d'espècies s'observà variació pels factors Temps, nivells de Protecció i la interacció entre Temps i nivell de Protecció (Taula 2). El test *a posteriori* de Tukey o mètode HSD (Annex I, Taula 1) indicà que aquestes diferències entre anys foren degudes al 2011, quan, com s'ha esmentat, gairebé totes les zones presentaren els valors màxims de riquesa. D'altre banda, observem que ambdues àrees d'estudi dins de la reserva (protecció total i parcial) difereixen significativament amb les zones control (Taula 3). Referent a la diferència significativa entre nivells de protecció per a l'any 2000 (Taula 4), s'observà que no es pot obviar l'efecte zona i que, tot i així, la riquesa fou significativament més elevada en la reserva parcial i zones control respecte la reserva integral, mentre que les dues primeres no diferiren significativament (Taula 5). El 2019 el patró canvià ja que no s'hi observà efecte zona (Taula 6) i es registraren riqueses significativament més elevades en les àrees dins de reserva (protecció total i parcial) respecte les zones control (Taula 7).

A les zones protegides s'observà una tendència creixent en la riquesa específica fins a 2011. Dins la reserva integral (Taula 1.1), els valors augmentaren de 2,1 espècies/250 m² el 2000 a 3,8 espècies/250 m² el 2011, quan s'assolí el màxim de riquesa mai registrat en les campanyes. Des de llavors, la riquesa ha davallat paulatinament, registrant-se 2,9 espècies/250 m² el 2019. A la reserva parcial (Taula 1.2) es registrà un patró amb oscil·lacions al llarg dels anys partint dels resultats del 2000 amb 2,8 espècies/250 m² però, tal i com s'observà a la reserva integral, els valors màxims es donaren el 2011 (4,1 espècies/250 m²) i des de llavors es registrà una davallada el 2017 i 2019 (3,2-3,3 espècies/250 m²). A fora de la reserva (Taula 1.3) s'observà també un patró molt irregular, amb un interval de valors baixos, d'entre 1,8 i 3,1 espècies/250 m². A diferència de les zones protegides, la riquesa de les zones control va disminuir entre el 2000 (2,9 espècies/250m²) i 2019 (1,9 espècies/250 m²).

Taula 1.1. Abundàncies absolutes de les espècies vulnerables enregistrades en el període 2000-2019 dins la reserva integral

Reserva Integral	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017	2019
Categoria 3									
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	3	10	13	19	11	8	23	24	10
<i>Diplodus sargus</i>	391	188	198	460	315	276	481	365	364
<i>Diplodus vulgaris</i>	246	107	152	386	223	200	287	298	281
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Categoria 5									
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	1	0	2	2	1	1	1	1	4
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Labrus merula</i>	0	0	6	4	5	16	18	7	1
<i>Labrus viridis</i>	1	0	0	2	1	7	7	1	1
<i>Sciaena umbra</i>	2	0	1	0	2	1	2	3	15
Categoria 6									
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	644	306	372	873	558	511	821	700	679
Nombre d'espècies	6	4	6	6	7	9	9	8	7

Taula 1.2. Abundàncies absolutes de les espècies vulnerables enregistrades en el període 2000-2019 dins la reserva parcial

Reserva Parcial	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017	2019
Categoria 3									
<i>Diplodus cervinus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	8	15	20	11	16	7	21	21	14
<i>Diplodus sargus</i>	377	252	222	281	265	150	169	149	164
<i>Diplodus vulgaris</i>	342	156	164	98	139	269	227	238	286
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	3
Categoria 5									
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Epinephelus marginatus</i>	5	0	2	2	4	1	3	1	4
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	4	3	0	3	3	1	5	3	6
<i>Labrus viridis</i>	1	2	0	4	1	3	6	2	0
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	1	0	2	2	8	4	3
Categoria 6									
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	1	0	0	0	2	0	6	3	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Total	738	429	409	399	432	433	447	425	482
Nombre d'espècies	7	6	5	6	8	7	10	11	9

Taula 1.3. Abundàncies absolutes de les espècies vulnerables enregistrades en el període 2000-2019 dins les zones control

No Reserva	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017	2019
Categoria 3									
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	4	4	10	3	10	4	7	10	1
<i>Diplodus sargus</i>	240	91	80	114	109	93	143	58	89
<i>Diplodus vulgaris</i>	303	138	189	200	161	167	201	131	213
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Categoria 5									
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	4	1	1	2	2	0	2	1	3
<i>Mycteroperca rubra</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	2	3	5	1	4	12	11	2	1
<i>Labrus viridis</i>	8	4	1	0	0	4	3	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	1	0	0	0	1	2	0
Categoria 6									
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	2	3	0	0	0	0	1	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	564	244	287	320	286	280	370	204	307
Nombre d'espècies	8	7	7	5	5	5	9	6	5

Taula 2. Anàlisi de la variància de la riquesa total entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROTECCIÓ) i la zona niada dins la protecció. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
TEMPS	8	57,1	7,135	7,308	<0,001
PROT	2	35,8	17,916	18,350	<0,001
T*P	16	47,4	2,960	3,031	<0,001
ZONA(PROT)	3	7,2	2,405	2,464	0,0619
T*ZONA(PROT)	24	27,2	1,132	1,16	0,275
Residus	432	421,8	0,976		

Taula 3. Test HSD de Tukey per a les diferències de riquesa mitjana entre els diferents nivells de protecció al llarg de tots els anys. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	RI	RP
RI		
RP	0,6226	
NR	<0,0001	<0,0001

Taula 4. Anàlisi de la variància de la riquesa total entre els tres nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per a l'any 2000. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	7,37	3,685	6,432	0,0032
ZONA(PROT)	3	3,667	1,222	2,296	0,0896
Residus	48	25,556	0,532		

Taula 5. Test HSD de Tukey per a les diferències de riquesa total entre els diferents nivells de protecció l'any 2000. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	RI	RP
RI		
RP	0,0164	
NR	0,0049	0,8988

Taula 6. Anàlisi de la variància de la riquesa total entre els tres nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per a l'any 2019. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	18,48	9,241	9,784	0,0002
ZONA(PROT)	3	0,56	0,185	0,196	0,8985
Residus	48	45,33	0,944		

Taula 7. Test HSD de Tukey per a les diferències de riquesa total entre els diferents nivells de protecció l'any 2019. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	RI	RP
RI		
RP	0,4412	
NR	0,0001	0,0073

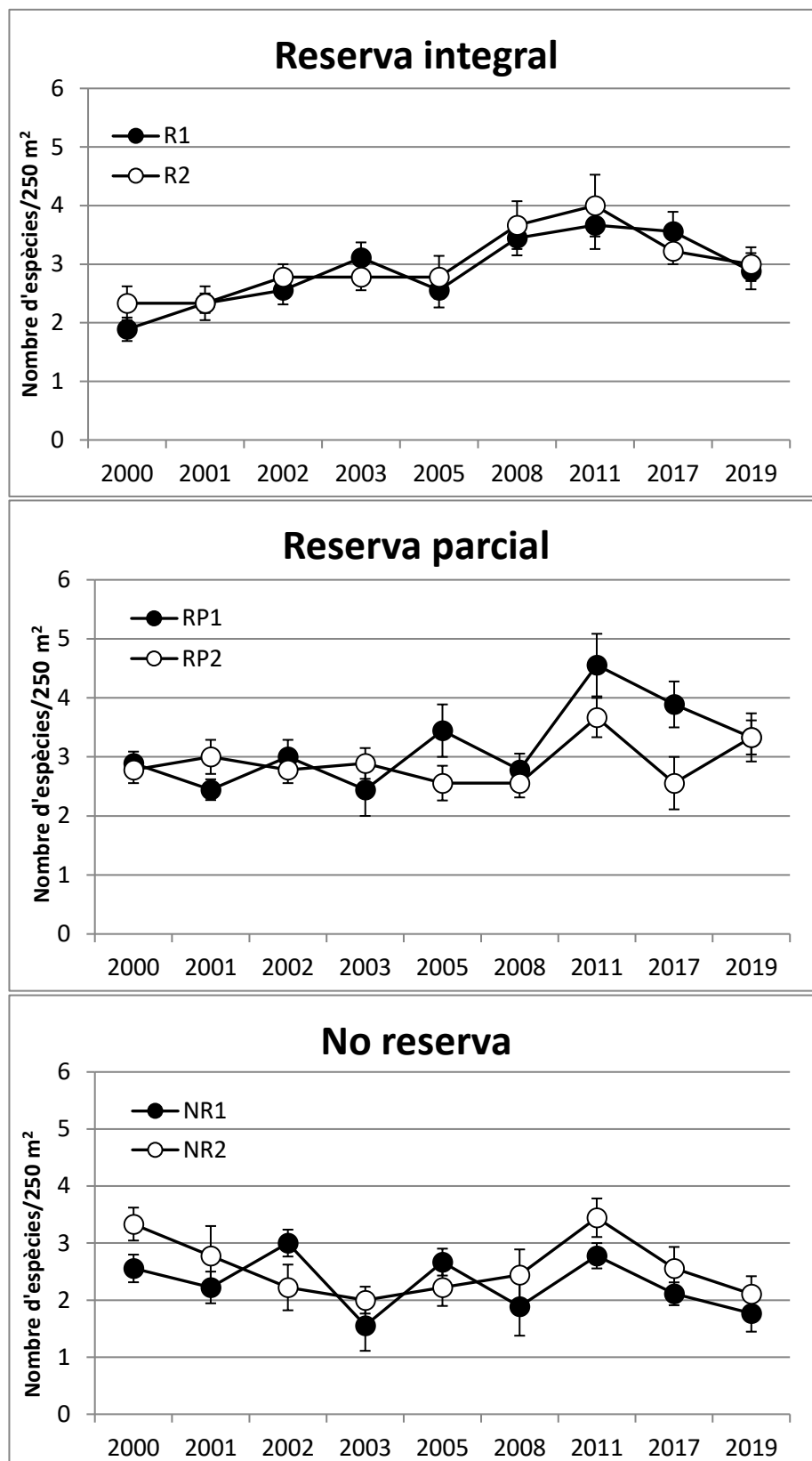


Figura 2. Evolució del nombre d'espècies (mitjana $\pm$ EE) per transecte entre 2000 i 2019 a la reserva integral (R1 i R2), la reserva parcial (RP1 i RP2) i les zones control (NR1 i NR2).

3.2 Densitat total d'espècies vulnerables

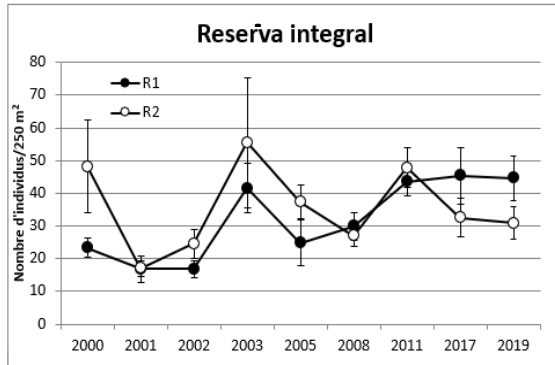
Dins la reserva integral, el nombre mitjà d'individus per transsecte presentà una tendència estable amb variacions més acusades en els primers 8 anys que no entre 2011 i el 2019. En les altres àrees d'estudi, s'observà una tendència decreixent en la reserva parcial (factor de 0,65) i en les zones control (factor de 0,54; Figura 3).

L'anàlisi de la variància detectà diferències significatives entre els diferents anys, nivells de Protecció, entre zones niades dins la protecció i en la interacció de Temps per nivell de Protecció (Taula 8). Referent al nivell de Protecció es trobaren diferències significatives entre tots els nivells de Protecció (Taula 9). Si ens centrem en la variància pels anys inicial i final de la sèrie estudiada, s'observà que l'any 2000 no s'observaren diferències significatives entre els nivells de protecció (Taula 10) però s'hi observà un efecte reserva el 2019 (Taula 11), amb valors més elevats a la reserva integral respecte la reserva parcial i les zones control (Taula 12).

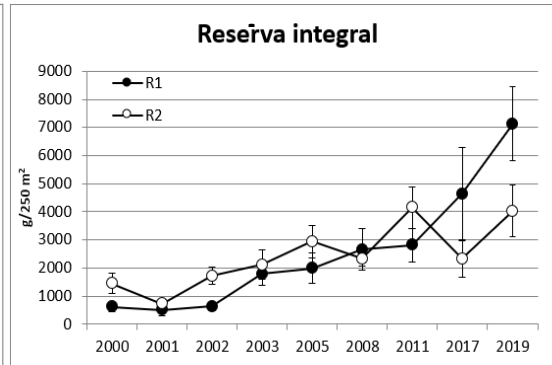
Referent a les zones, la tendència varià en el temps dins la reserva integral registrant un augment en R1 (23 individus/250m² el 2000; 45 individus/250m² el 2019) i una disminució en R2 (48 individus/250m² el 2000; 31 individus/250m² el 2019). Les dues zones de la reserva parcial partiren de valors semblants l'any 2000, registrant 42 i 40 individus a RP1 i RP2 mentre que van disminuir les densitats per transsecte en 2019, registrant 30 i 24 individus respectivament. Ambdues zones control van registrar menys individus per transsecte el 2019 (11 individus en NR1 i 23 en NR2) respecte els 32 i 31 individus/250m² en NR1 i NR2 el 2000.

La contribució de les espècies a la densitat total d'espècies vulnerables en tots els nivells de protecció es veu dominat per la família dels espàrids, sent *Diplodus sargus* i *D. vulgaris* les protagonistes principals (Taula 1.1-1.3). Tot i això, l'abundància relativa dels espàrids s'ha reduït entre el 2000 i 2019 en la reserva integral (96,5% el 2019 respecte el 99,4% el 2000) i parcial (96,3% el 2019 respecte el 98,5% el 2000) mentre que fora de reserva, el patró és el contrari, evidenciant l'alta explotació per efecte de la pesca (98,7% el 2019 respecte el 97% el 2000).

Densitat



Biomassa



Talla mitjana

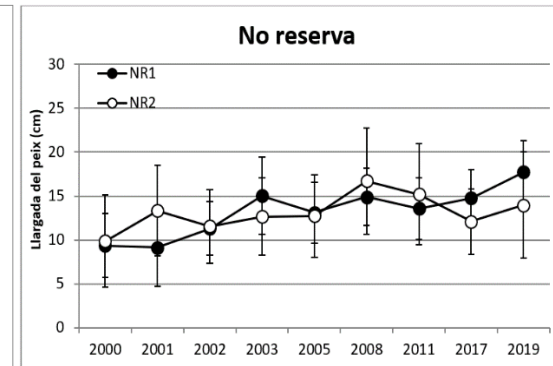
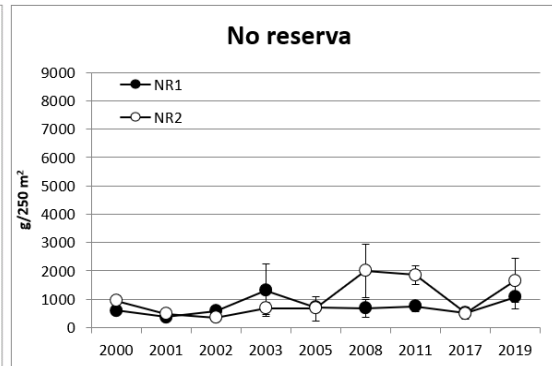
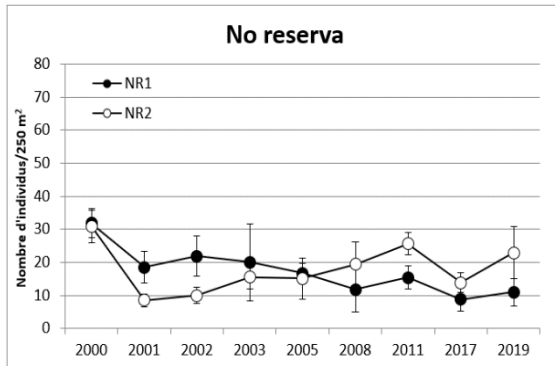
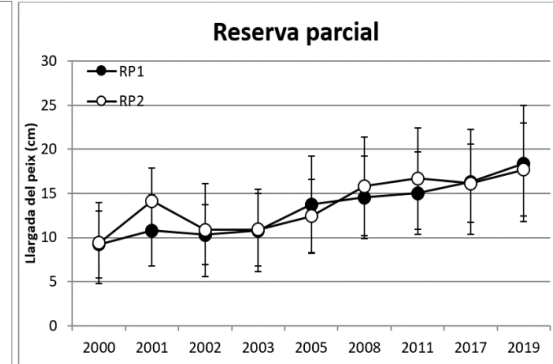
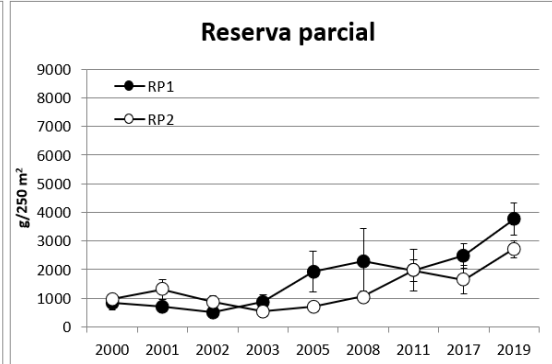
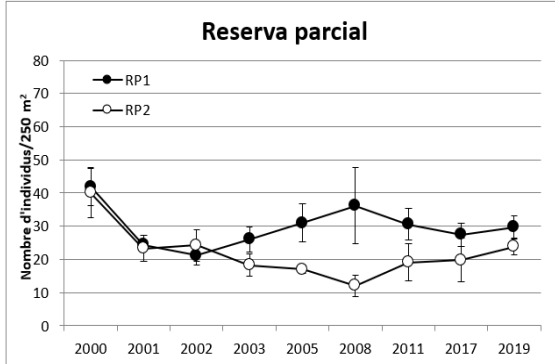
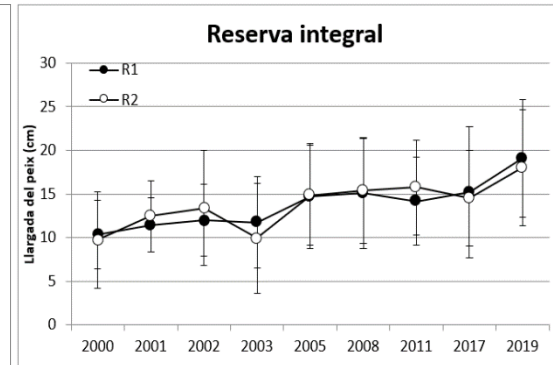


Figura 3. Evolució de la densitat total (columna esquerra; individus/250 m², mitjana ± EE), biomassa total (columna central; g/250 m², mitjana ± EE) i talla mitjana (columna dreta; cm, mitjana ± σ) d'espècies vulnerables per transsecte entre 2000 i 2019 a la reserva integral (R1 i R2), la reserva parcial (RP1 i RP2) i zones control (NR1 i NR2).

Taula 8. Anàlisi de la variància de la densitat total entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	<i>p</i>
TEMPS	8	13592	1699	4,992	<0,0001
PROT	2	20949	10474	30,777	<0,0001
T*P	16	12092	756	2,221	0,0043
ZONA(PROT)	3	3112	1037	3,048	0,0285
T*ZONA(PROT)	24	10727	447	1,313	0,1484
Residus	432	147021	340		

Taula 9. Test HSD de Tukey per a les diferències de densitat mitjana entre els diferents nivells de protecció al llarg de tots els anys. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	RI	RP
RI		
RP	0,001	
NR	<0,0001	0,0005

Taula 10. Anàlisi de la variància de la densitat total entre els tres nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per a l'any 2000. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	<i>p</i>
PROT	2	843	421,4	0,779	0,464
Residus	51	27575	268,4		

Taula 11. Anàlisi de la variància de la densitat total entre els tres nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per a l'any 2019. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	<i>p</i>
PROT	2	3889	1944,6	7,245	0,0017
ZONA(PROT)	3	1627	542,3	2,158	0,1052
Residus	48	12061	251,3		

Taula 12. Test HSD de Tukey per a les diferències de densitat total entre els diferents nivells de protecció l'any 2019. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	RI	RP
RI		
RP	0,12149	
NR	0,001	0,1795

3.3 Biomassa total d'espècies vulnerables

L'avaluació referent a la biomassa mitjana registrada ha sigut positiva en tots tres nivells de protecció. Això és degut a l'augment de talles mitjanes al llarg dels anys, assolint-se els màxims el 2019 (Figura 3). Respecte el 2000, la biomassa a la reserva integral el 2019 produí un increment per un factor de 5,4. El mateix patró s'observà a la reserva parcial amb un factor de 3,6, i d'1,7 a les zones control, resultant doncs en un augment de biomassa dins i fora de reserva (Figura 3).

L'anàlisi de la variància detectà diferències significatives pel factor Temps, nivells de Protecció, la interacció entre el Temps i el nivell de Protecció i la interacció de Temps i les zones niades dins la protecció (Taula 13). El test *a posteriori* de Tukey (Annex I, Taula 3) indicà les diferències significatives entre els anys estudiats. S'observaren diferències significatives entre les biomasses del 2000, 2001 i 2002 respecte el 2011 i 2017 on augmentaren amb el temps de protecció. Alhora, el 2019 ha marcat una augment pronunciat significatiu amb tota la resta d'anys estudiats. El test *a posteriori* pel factor nivell de Protecció indicà diferències significatives per a la biomassa entre tots tres nivells (Taula 14). En analitzar la variància pels anys inicial i final de la sèrie estudiada, s'observà que l'any 2000 no s'observaren diferències significatives entre els nivells de protecció (Taula 15), mentre que el 2019 (Taula 16) se n'observaren entre la reserva integral, amb major biomassa, i els altres nivells de protecció (reserva parcial i zona control), tot i això, la reserva parcial no diferí significativament amb les zones control (Taula 17).

Les tendències s'incrementaren en les dues zones dins cada nivell de protecció, observant-se diferències més marcades dins de la reserva integral el 2019 (R1 experimentà un augment continu, assolint un màxim de 7,1 kg/250 m² mentre que R2 arribà als 4 kg/250 m²). A la reserva parcial, les dues zones partiren de valors semblants l'any 2000 (0,8 i 1 kg/250 m² a RP1 i RP2, respectivament) assolint els màxims mai registrats, amb 3,8 i 2,7 kg/250m² a RP1 i RP2 respectivament el 2019. Referent a les zones controls, després d'haver mostrat lleugeres diferències durant el període estudiat, el 2019 mostraren valors semblants entre NR1 i NR2 (1,1 i 1,7 kg/250m² respectivament). En general, al 2019 els valors de biomassa mitjana per transsecte a la RMBP són més alts, ja sigui en reserva integral o parcial, respecte els anys anteriors. Així, el 2019 és l'any amb els màxims increments de biomassa mai observats en ambdues àrees d'estudi (7,1 kg/250m² en R1 i 3,8 kg/250m² en RP1).

A les Taules 18.1-18.3 es presenten els valors de biomassa mitjana per transsecte (biomassa total i per espècie) corresponents a cada campanya i a cada nivell de protecció (reserva integral, Taula 18.1; reserva parcial, Taula 18.2; zones control, Taula 18.3) considerats en el seguiment de la RMBP.

Quant a la contribució de les espècies vulnerables a la biomassa total, a tots els nivells de protecció s'observà un domini molt evident dels espàrids, representats

sobretot pel sard *Diplodus sargus* i la variada *Diplodus vulgaris* (Figures 4.1, 4.2 i 4.3). Així, en el conjunt dels 9 anys analitzats, aquestes espècies contribuïren fins a un 87% de la biomassa en la reserva integral, 86% a la reserva parcial i 83% a les zones control. A la reserva integral s'observa un lleuger descens en la importància dels espàrids (*D. sargus*, *D. vulgaris* i *D. puntazzo*) entre 2000 i 2019, passant del 97% al 84%, a la vegada que s'incrementa l'aportació del gènere *Labrus* (que passa del 0,3% al 3,9%). A la reserva parcial la contribució dels espàrids es manté semblant, amb un 88% el 2000 respecte 86% el 2019, tot i això, la contribució dels espàrids augmentà a la zona control passant del 82% al 93% el 2019. D'altra banda, referent a la resta d'espècies registrades amb una contribució menor a les anteriorment mencionades, hi podem trobar *Labrus merula*, *Diplodus puntazzo* i *Sciaena umbra* a la reserva integral; *Epinephelus marginatus*, *E. costae* i *D. puntazzo* a la reserva parcial, i finalment a la zona control amb *E. marginatus*, *Labrus viridis* i *L. merula*.

Taula 13. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	<i>p</i>
TEMPS	8	3,264e ⁺⁸	40795111	15,7	<0,0001
PROT	2	2,116e ⁺⁸	105809289	40,721	<0,0001
T*P	16	1,395e ⁺⁸	8717088	3,355	<0,0001
ZONA(PROT)	3	9,955e ⁺⁶	3318294	1,277	0,2817
T*ZONA(PROT)	24	1,213e ⁺⁸	5054002	1,945	0,0051
Residus	432	1,123e ⁺⁹	2598418		

Taula 14. Test HSD de Tukey per a les diferències de biomassa entre els diferents nivells de protecció al llarg de tots els anys. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	RI	RP
RI		
RP	<0,0001	
NR	<0,0001	0,007

Taula 15. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre els tres nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per a l'any 2000. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	<i>p</i>
PROT	2	620997	310499	0,68	0,511
Residus	51	23303065	456923		

Taula 16. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre els tres nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per a l'any 2019. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	159721844	79860922	14,13	<0,0001
ZONA(PROT)	3	49654108	16551369	2,929	0,043
Residus	48	271285811	5651788		

Taula 17. Test HSD de Tukey per a les diferències de biomassa total entre els diferents nivells de protecció l'any 2019. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	RI	RP
RI		
RP	0,0196	
NR	<0,0001	0,075

Taula 18.1. Biomassa total (g) i de les espècies enregistrades en el període 2000-2019 dins la reserva integral. M: mitjana; EE: error estàndard.

	RESERVA INTEGRAL																	
	2000		2001		2002		2003		2005		2008		2011		2017		2019	
	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE
Biomassa total	1029,6	36,2	612,3	29,1	1177,6	46,4	1955,6	72,8	2464,2	70,3	2491,4	71,8	3476,7	71,3	3488,7	146,5	5573,8	141,0
<i>D. cervinus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>D. puntazzo</i>	22,3	39,7	24,9	15,2	60,6	35,7	143,7	41,6	74,7	39,9	44,6	31,1	109,5	30,5	87,2	17,2	43,7	34,2
<i>D. sargus</i>	850,1	39,3	475,7	31,1	861,6	51,1	1098,9	49,7	1596,0	81,2	1431,1	88,7	2143,5	71,5	1918,1	162,2	3322,2	139,2
<i>D. vulgaris</i>	126,2	8,9	103,0	10,0	138,8	11,5	648,8	46,1	626,7	40,8	475,1	28,5	842,3	67,1	1114,6	65,0	1298,1	56,5
<i>E. costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>E. marginatus</i>	2,7	11,5	0,0	0,0	48,2	144,7	11,4	23,9	34,8	147,6	49,2	208,9	3,3	14,0	67,3	285,5	118,1	138,4
<i>L. merula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	63,3	47,2	21,0	30,5	70,5	59,6	286,5	78,1	213,1	58,2	227,1	137,6	186,0	411,4
<i>L. viridis</i>	3,0	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	31,8	71,9	39,6	168,0	187,9	0,0	103,5	88,4	33,3	141,1	33,3	141,1
<i>M. helenae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>M. rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>P. phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,7	88,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. porcus</i>	0,0	0,0	8,6	36,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	36,7	15,0	63,6	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. umbra</i>	25,2	75,7	0,0	0,0	5,0	21,4	0,0	0,0	22,0	65,9	6,9	29,2	25,8	59,1	38,8	95,0	572,5	400,7
<i>S. scrofa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. cantharus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	6,4	0,0	0,0	2,4	10,1	0,0	0,0

Taula 18.2. Biomassa total (g) i de les espècies enregistrades en el període 2000-2019 dins la reserva parcial. M: mitjana; EE: error estàndard.

	RESERVA PARCIAL																	
	2000		2001		2002		2003		2005		2008		2011		2017		2019	
	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE
Biomassa total	898,0	20,7	1001,5	38,7	681,4	27,3	702,7	28,1	1312,3	77,8	1667,5	119,0	1969,4	80,8	2057,9	69,1	3236,3	63,8
<i>D. cervinus</i>	0,0	0,0	1,5	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>D. puntazzo</i>	47,3	38,6	40,5	17,1	56,7	14,5	30,3	17,9	66,6	24,0	19,2	11,7	124,7	38,4	105,4	31,1	79,1	33,4
<i>D. sargus</i>	566,0	22,0	753,3	50,4	464,7	34,5	412,9	21,6	671,9	66,5	653,0	62,0	811,7	84,2	880,0	74,5	1413,0	61,3
<i>D. vulgaris</i>	176,3	6,2	165,0	8,1	146,5	11,2	144,6	21,5	389,8	53,9	837,2	114,5	602,7	47,2	870,4	70,7	1295,2	61,6
<i>E. costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,9	253,9
<i>E. marginatus</i>	95,9	95,8	0,0	0,0	10,0	21,7	8,1	17,0	119,9	207,5	49,2	208,9	128,2	283,2	41,6	176,4	130,1	148,5
<i>L. merula</i>	7,9	10,8	27,9	46,5	0,0	0,0	25,8	38,2	15,1	22,2	17,2	73,1	62,3	50,0	35,2	59,1	90,2	98,7
<i>L. viridis</i>	3,6	15,1	13,3	29,2	0,0	0,0	81,0	104,4	2,4	10,4	81,2	129,2	83,6	85,3	17,2	44,6	0,0	0,0
<i>M. helenae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	51,6	12,2	51,6	28,7	121,7
<i>M. rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>P. phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. porcus</i>	1,1	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	26,9	0,0	0,0	42,5	33,0	21,7	30,1	0,0	0,0
<i>S. umbra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	15,2	0,0	0,0	35,1	76,5	10,5	22,7	99,2	62,9	41,7	83,2	102,5	251,0
<i>S. scrofa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,1	93,8	0,0	0,0
<i>S. cantharus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	10,1	10,5	31,5	37,8	83,7

Taula 18.3. Biomassa total (g) i de les espècies enregistrades en el període 2000-2019 a les zones control. M: mitjana; EE: error estàndard.

NO RESERVA																		
	2000		2001		2002		2003		2005		2008		2011		2017		2019	
	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE	M	EE
Biomassa total	766,9	19,3	421,0	23,5	463,2	23,7	986,6	111,5	687,3	54,7	1340,4	128,7	1290,9	50,4	503,2	33,0	1369,9	105,9
<i>D. cervinus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>D. puntazzo</i>	13,7	17,7	10,2	10,4	19,6	8,1	4,6	6,1	38,7	29,3	46,9	92,9	17,1	12,5	31,6	18,2	8,8	37,3
<i>D. sargus</i>	422,2	18,7	219,2	23,1	172,4	13,9	256,5	27,3	162,6	14,6	473,2	83,5	464,7	34,1	174,0	19,9	611,3	124,9
<i>D. vulgaris</i>	197,3	6,7	107,8	13,4	240,9	26,0	685,4	130,6	447,0	74,2	726,2	163,5	586,8	60,1	253,2	26,7	649,7	53,9
<i>E. costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>E. marginatus</i>	80,9	126,1	0,5	2,3	0,4	1,6	13,7	41,2	24,0	51,2	0,0	0,0	36,1	104,2	0,4	1,6	82,8	135,6
<i>L. merula</i>	9,3	21,5	29,2	41,8	15,8	19,7	26,4	111,9	15,0	17,7	78,2	39,9	78,8	33,8	33,9	95,8	17,2	73,1
<i>L. viridis</i>	33,3	23,1	39,3	57,2	5,0	21,2	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	20,7	47,3	86,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>M. helena</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,1	93,6	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>M. rubra</i>	0,6	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>P. phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. porcus</i>	9,7	20,0	14,9	23,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,1	81,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. umbra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	38,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,9	80,1	10,1	30,3	0,0	0,0
<i>S. scrofa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. cantharus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

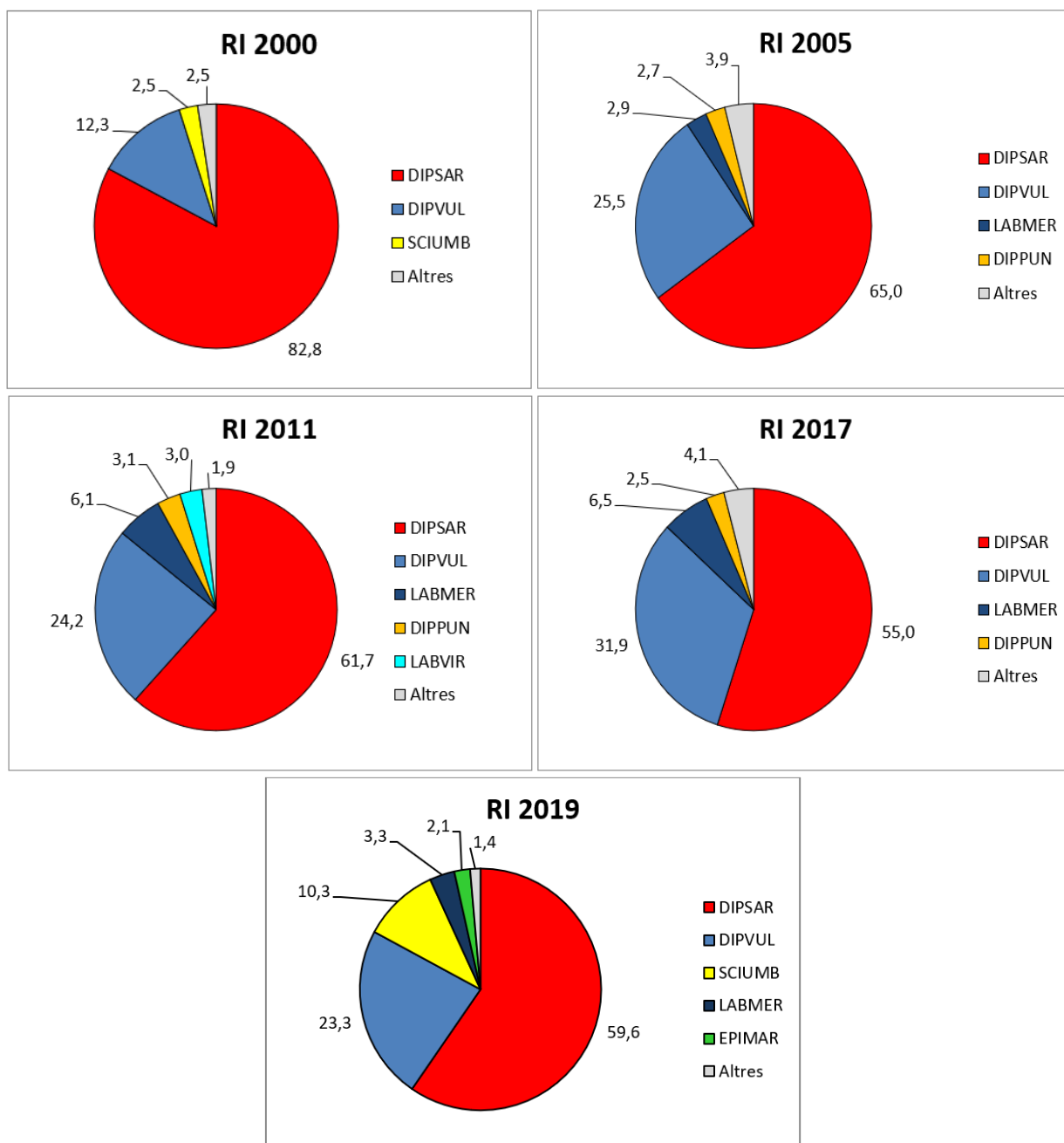


Figura 4.1. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les d'espècies vulnerables observades a la reserva integral (RI) de la reserva marina de la Badia de Palma durant les campanyes de 2000, 2005, 2011, 2017 i 2019. Espècies vulnerables observades: *Diplodus sargus* (DIPSAR), *D. vulgaris* (DIPVUL), *D. puntazzo* (DIPPUN), *Sciaena umbra* (SCIUMB), *Labrus merula* (LABMER), *L. viridis* (LABVIR), *Epinephelus marginatus* (EPIMAR). Dins la categoria "altres" s'inclouen les espècies la contribució de les quals no assolí, individualment, el 3%.

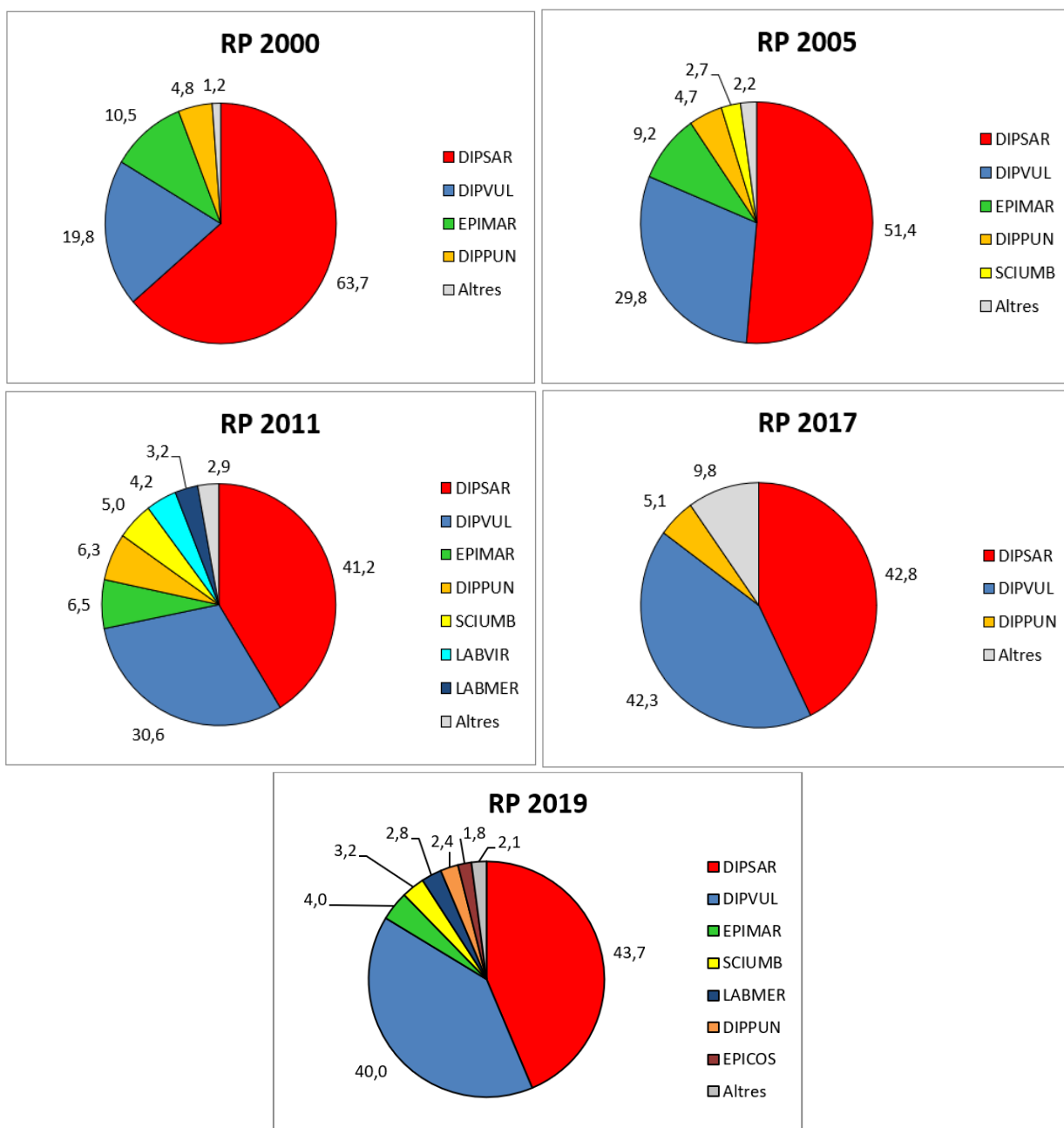


Figura 4.2. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les d'espècies vulnerables observades a la reserva parcial (RP) de la reserva marina de la Badia de Palma durant les campanyes de 2000, 2005, 2011, 2017 i 2019. Espècies vulnerables observades: *Diplodus sargus* (DIPSAR), *D. vulgaris* (DIPVUL), *D. puntazzo* (DIPPUN), *Sciaena umbra* (SCIUMB), *Labrus merula* (LABMER), *L. viridis* (LABVIR), *Epinephelus marginatus* (EPIMAR) i *E. costae* (EPICOS). Dins la categoria "altres" s'inclouen les espècies la contribució de les quals no assolí, individualment, el 3%.

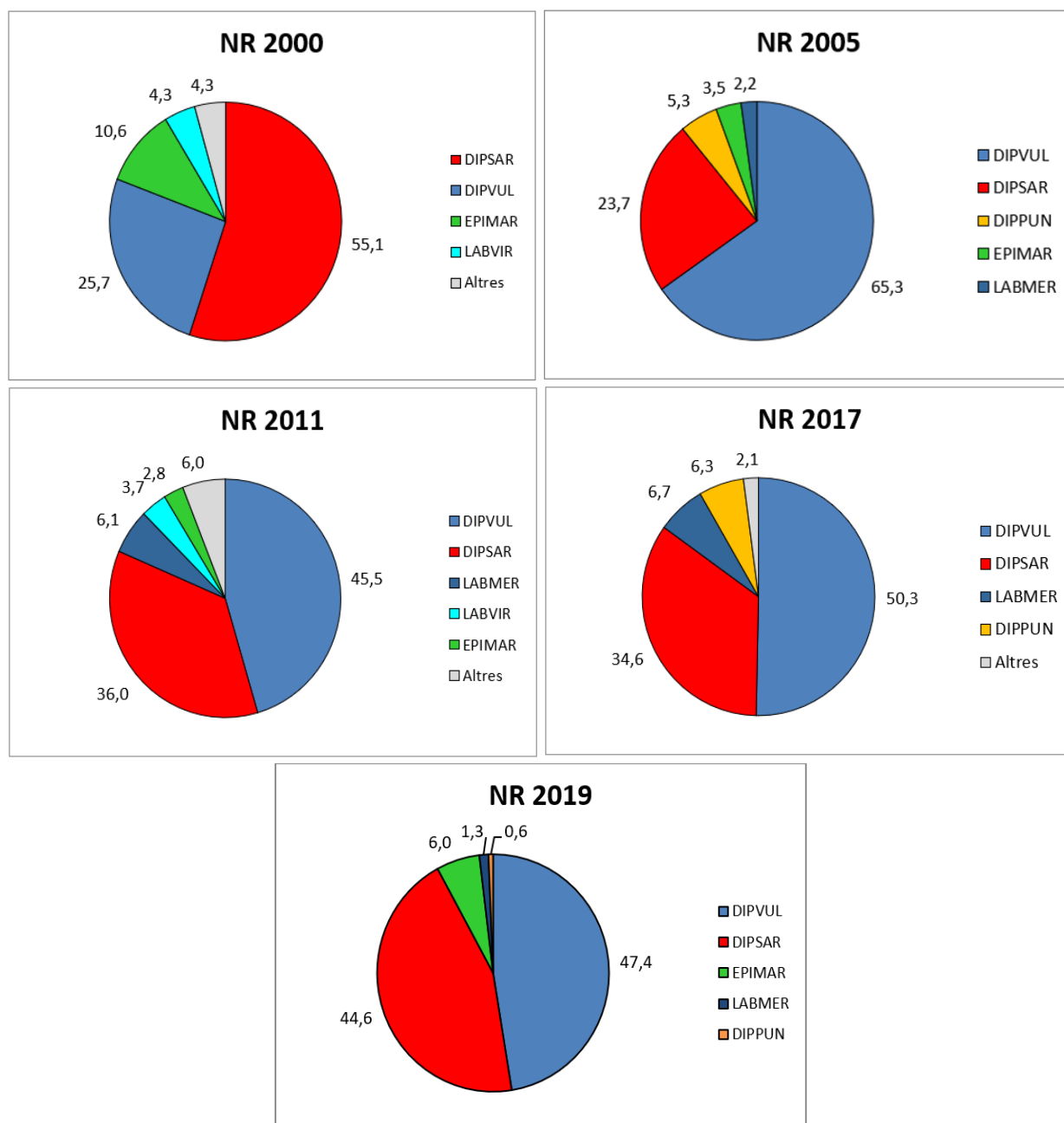


Figura 4.3. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les d'espècies vulnerables observades a Les zones control (NR) durant les campanyes de 2000, 2005, 2011, 2017 i 2019. Espècies vulnerables observades: *Diplodus sargus* (DIPSAR), *D. vulgaris* (DIPVUL), *D. puntazzo* (DIPPUN), *Sciaena umbra* (SCIUMB), *Labrus merula* (LABMER), *L. viridis* (LABVIR), *Epinephelus marginatus* (EPIMAR). Dins la categoria "altres" s'inclouen les espècies la contribució de les quals no assolí, individualment, el 3%.

3.4 Les espècies més freqüents i abundants

3.4.1 La morruda (*Diplodus puntazzo*)

Densitat

L'abundància de morrudes disminuí en tots tres nivells de protecció (Figura 5) respecte el 2017, fins i tot entre les dues zones dins la reserva integral (0,45 i 0,15 individus/250m² en R1 i R2 respectivament) i zona control (0,11 i 0 individus per transsecte en NR1 i NR2). A la reserva parcial únicament disminuí en una de les zones (RP1 amb 0,66 individus/250m²) mentre que en l'altre es mantingué igual que el 2017 (0,89 individus per transsecte en RP2). La densitat de *D. puntazzo* fou major a dins la reserva (lleugerament superior en la reserva parcial respecte la integral) que a les zones control. L'anàlisi de la variància detectà diferències entre nivells de Protecció i entre anys únicament (Taula 19). Quant a les diferències entre anys, s'observà que el nombre d'individus per transsecte fou major significativament els anys 2011 i 2017 respecte el 2000 i 2008 (Annex I, Taula 4). El test *a posteriori* revelà que la densitat de morrudes va ser significativament inferior a les zones control respecte a les zones protegides mentre que no s'hi trobà diferències entre la reserva integral i parcial (Taula 20).

Talles

Degut a la baixa abundància de morrudes observada en totes les zones estudiades no es van poder analitzar les diferències espacials i temporals en les talles d'aquesta espècie objectiu. A la taula 21 s'indica la talla mitjana i el rang de talles observats a cada nivell de protecció, destacant les talles més petites corresponents a la zona control.

Biomassa

La biomassa mitjana de *D. puntazzo* va seguir unes tendències semblants a les observades per a la densitat (Figura 5), mostrant diferències significatives únicament per als factors Temps i nivells de Protecció (Taula 22). El test *a posteriori* de Tukey per al factor temps indicà que la biomassa fou significativament inferior l'any 2000 respecte el 2011 i 2017, i el 2008 ho fou respecte el 2017 (Annex I, Taula 5). Quant a les diferències entre nivells de protecció s'observà que les zones protegides (43,6 g/250 m² en reserva integral i 79 g/250m² en la parcial; Taula 23) registraren biomasses significativament superiors respecte les zones control (8,8 g/250m²).

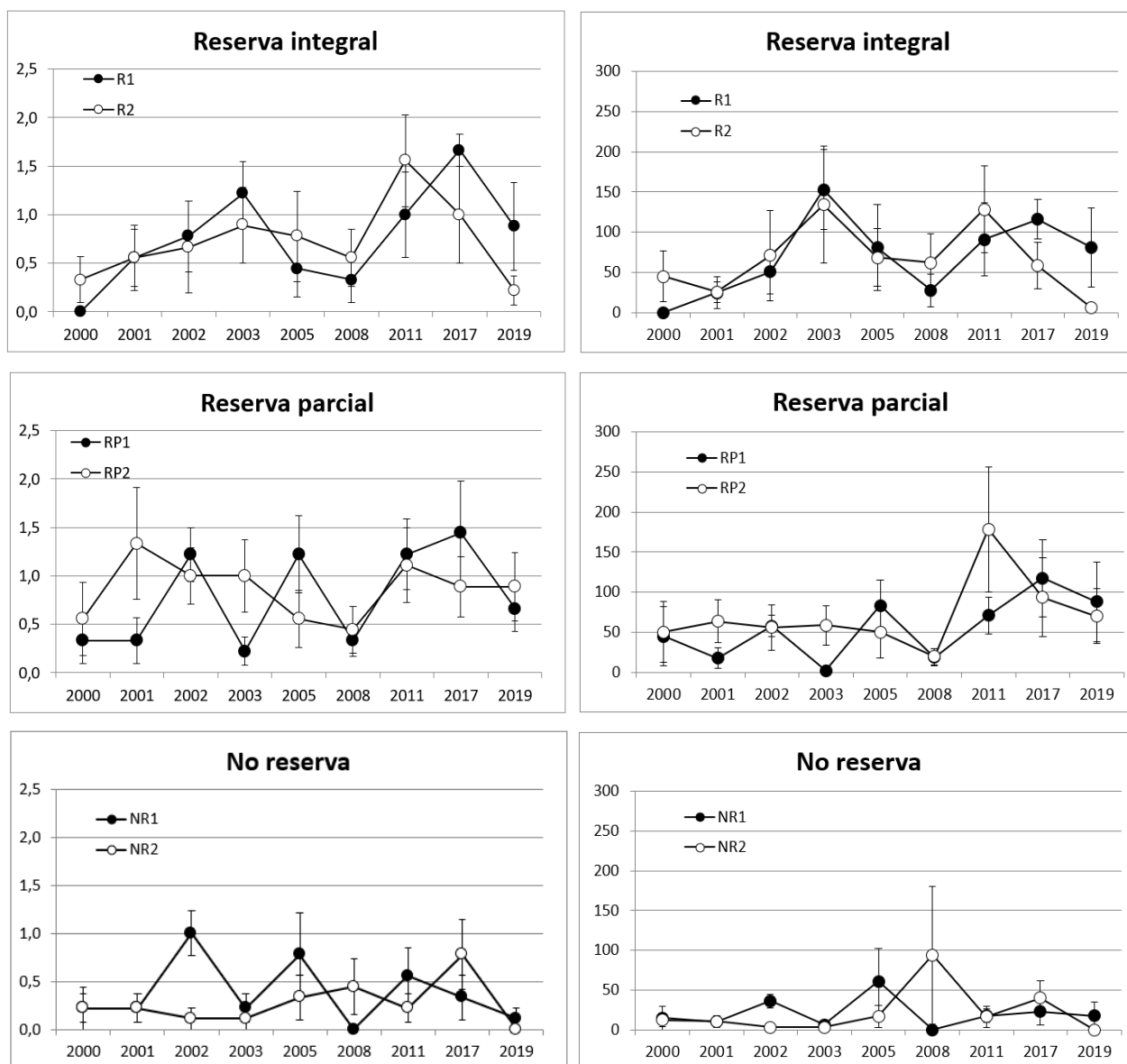


Figura 5. Evolució de la densitat (columna esquerra; individus/250 m², mitjana ± EE) i biomassa (columna dreta; g/250 m², mitjana ± EE) de *Diplodus puntazzo* entre 2000 i 2019 a la reserva integral, la reserva parcial i les zones control.

Taula 19. Anàlisi de la variància de la densitat de *Diplodus puntazzo* entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
TEMPS	8	28	3,502	4,062	<0,0001
PROT	2	23	11,49	13,327	<0,0001
T*P	16	12,2	0,765	0,888	0,5840
ZONA(PROT)	3	0,9	0,286	0,332	0,8024
T*ZONA(PROT)	24	24,5	1,022	1,186	0,2496
Residus	432	372,4	0,862		

Taula 20. Test HSD de Tukey per a les diferències de densitat mitjana de *Diplodus puntazzo* entre els diferents nivells de protecció. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,7635	
NR	0,0002	<0,0001

Taula 21. Talles (cm) de *D. puntazzo* enregistrades als censos realitzats a les zones mostrejades els anys 2000 i 2019. S'indica el número d'individus (N), la talla mitjana (cm; $\pm$ DE, desviació estàndard) i el rang de talles. RI: Reserva integral; RP: reserva parcial; NR: no reserva.

		N	LT mitjana	DE	Rang
RI	2000	3	18,7	6,1	12-24
	2019	10	15,7	5,3	12-25
RP	2000	8	17,5	4,4	12-26
	2019	14	17,5	5,2	12-30
NR	2000	4	15,5	1	16-16
	2019	1	22		

Taula 22. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Diplodus puntazzo* entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
TEMPS	8	28,2	3,526	4,161	<0,0001
PROT	2	24,1	12,073	14,25	<0,0001
T*P	16	19	1,188	1,402	0,136
ZONA(PROT)	3	1,4	0,474	0,56	0,642
T*ZONA(PROT)	24	25,4	1,060	1,251	0,193
Residus	432	366	0,847		

Taula 23. Test HSD de Tukey per a les diferències de biomassa mitjana de *Diplodus puntazzo* entre els diferents nivells de protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,517	
NR	0,0004	<0,0001

3.4.2 El sard (*Diplodus sargus*)

Densitat

Dins de la reserva integral les densitats foren majors (20,22 individus/250m²) respecte la reserva parcial (9,11 individus/250m²) i zones control (4,94 individus/250m²; Figura 6). La densitat del sard va respondre de manera significativa a l'efecte del Temps, nivell de Protecció, observant-se efecte reserva, la interacció de Temps i Protecció, i la interacció de Temps i les zones niades dins la protecció (Taula 24). El test *a posteriori* de Tukey revelà que la densitat de sards va ser significativament major l'any 2000 respecte la resta d'anys exceptuant el 2003 i 2011 (Annex I, Taula 6). Referent al test *a posteriori* sobre els nivells de protecció també mostrà diferències significatives entre tots ells (Taula 25), existint un gradient de densitat entre la reserva integral (18,75 ± 0,84 individus/transsecte), la reserva parcial (12,52 ± 0,53 individus/transsecte) i la zona control (6,27 ± 0,3 individus/transsecte). La diferència entre el 2000 i 2019 es manifestà en què que el 2000 hi hagué diferències significatives entre la reserva parcial i les zones control (Taula 26 i 27). El 2019, en canvi, tots els nivells de protecció diferiren significativament i hi hagué efecte reserva (Taula 28 i 29).

Pel que fa a l'efecte zona, s'alternaren increments i descensos a les dues zones. Dins la reserva integral s'observaren 17,11 individus/transsecte en R1 el 2000 i 27,44 individus/transsecte el 2019, mentre que a la zona R2 es produí un descens de 26,33 a 13 individus/transsecte. Tant a la reserva parcial com a les zones controls s'observà major similitud entre les dues zones, existint una davallada dels valors entre 2000 i 2019 (RP: de 20,94 a 9,11 individus/transsecte; NR: de 13,33 a 4,94 individus/transsecte).

Talles

Dins la reserva integral s'observà un desplaçament cap a majors talles entre 2000 i 2019 (Figura 7). Al 2000, la gran majoria d'individus es trobaren entre els 8 cm (que constituí la talla modal) i els 16 cm, amb escassa presència d'exemplars de més de 16 cm. Al 2005 s'amplià l'interval de talles i aquestes varen estar repartides més equitativament entre 6 i 24 cm. El 2011, la majoria de sards es trobaren en el rang 10-18 cm, però ja es va apreciar un cert desplaçament cap a talles més grans en comparació al 2000. El 2017 la majoria es trobà al rang 4-20 cm, tot i que guanyaren importància les talles petites (4-6 cm) però amb incidència de les talles superiors a 16 cm, de manera semblant a allò observat el 2005 i 2007. Finalment, el 2019 s'observà una clara tendència a l'augment de talles, registrant-se molts individus amb rang entre 18-24cm i presència d'individus entre 30-34 cm. Així, la talla mitjana enregistrada dins la reserva integral pel 2019 (19,37 cm ± 56,2 DE) va ser superior a la de 2000 (12,16 cm ± 3,92 DE; Taula 30).

A la reserva parcial, durant el 2000 la gran majoria de sards es trobaren en l'interval de 6-16 cm, amb una moda situada als 8 i 10 cm. El 2005, la major part dels exemplars correspongueren a l'interval 6-20 cm destacant 10 i 12cm com a talles més freqüents. El 2011 i 2017 s'observà una distribució normal de les talles, amb un rang de 8-28 cm i la moda situada als 16-18 cm. El 2019 s'observà un clar augment de les talles, registrant un rang d'entre 14-28cm, i assolint la moda als 20-24cm. En la reserva parcial la talla mitjana registrada pel 2000 ($11 \text{ cm} \pm 3,13 \text{ DE}$) fou inferior a la del 2019 ($20 \text{ cm} \pm 4,21 \text{ DE}$), observant-se doncs un clar augment de talles al llarg de les campanyes (Figura 7). Tot i això, l'abundància d'individus disminuï des del 2000 passant d'un total de 377 a 164 individus.

A les zones control, les distribucions de talles dels tres primers anys presentaren variacions, però amb la majoria d'individus dins l'interval de 8-14 cm. Al 2019, l'abundància va ser menor, amb 89 individus respecte els 240 el 2000, però la talla modal se situà als 16 cm, evidenciant un cert desplaçament cap a talles majors, la qual cosa es manifestà en les diferències en la talla mitjana ($11,36 \pm 3,57$ i $17,72 \pm 5,37 \text{ cm}$ als anys 2000 i 2019 respectivament; Taula 30).

Amb el test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles del 2000 s'observaren diferències significatives entre la reserva integral i la resta, a diferència de la reserva parcial i les zones control (Taula 31). Això canvià amb el temps i el 2019 s'observaren diferències significatives entre les zones control i la resta, justificant doncs l'efecte reserva.

Biomassa

A dins la reserva integral, els valors de biomassa s'incrementaren de forma gairebé continuada, passant de 0,85 kg/transsecte el 2000 a 2,14 kg/transsecte el 2011, seguit d'un lleuger descens el 2017 amb 1,92 kg/transsecte, i finalment assolint un màxim amb 3,32 kg/transsecte el 2019 (Figura 6). A la reserva parcial, les diferències no foren tan destacades entre el 2000 i 2017, oscil·lant entre 0,57 i 0,88 kg/transsecte però augmentà fins el màxim de 1,41 kg/transsecte el 2019. A la zona control existí un descens entre el primer any (0,42 kg/transsecte) i el 2017 (0,17 kg/transsecte) però el màxim enregistrat s'obtingué el 2019 amb 0,61 kg/transsecte.

L'anàlisi de la variància detectà diferències significatives per als factors Temps, nivell de Protecció, la interacció d'ambdós factors, i la interacció de Temps x Zona niada dins del nivell de protecció (Taula 32). Pel que fa a les diferències interanuals, existí un increment de biomassa respecte al primer any, assolint el seu màxim l'any 2019. El 2019 diferí significativament amb el 2001 i 2002 (Annex I, Taula 7). El test *a posteriori* pel nivell de Protecció indicà diferències significatives entre els tres nivells de protecció (Taula 33). Referent a la diferència entre 2000 i 2019 s'observà que el 2000 el grau de Protecció no resultà significativament diferent (Taula 34) mentre que el

2019 (Taula 35) sí, fent-se efectiu entre la reserva integral i les altres àrees d'estudi (Taula 36), i observant-se un gradient de biomassa associat al nivell de protecció..

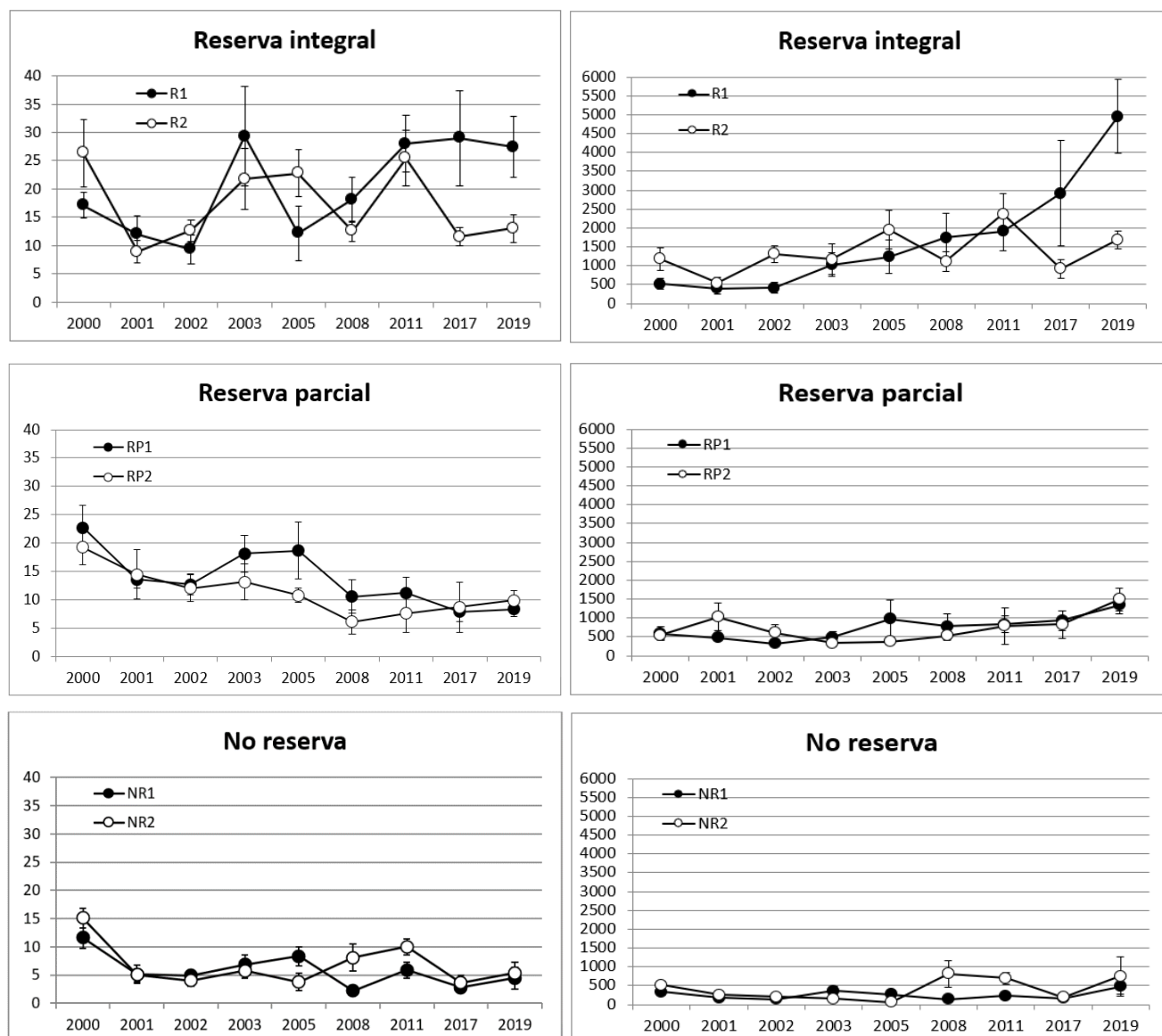


Figura 6. Evolució de la densitat (columna esquerra; individus/250 m², mitjana ± EE) i biomassa (columna dreta; g/250 m², mitjana ± EE) de *Diplodus sargus* entre 2000 i 2019 a la reserva integral, la reserva parcial i les zones control.

Taula 24. Anàlisi de la variància de la densitat de *Diplodus sargus* entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x' = \log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
TEMPS	8	6,35	0,793	8,487	<0,0001
PROT	2	17,18	8,59	91,905	<0,0001
T*P	16	4,71	0,294	3,149	<0,0001
ZONA(PROT)	3	0,69	0,23	2,457	0,0624

Continuació Taula 24					
T*ZONA(PROT)	24	4,25	0,177	1,892	0,0071
Residus	432	40,38	0,093		

Taula 25. Test HSD de Tukey per a les diferències de densitat mitjana de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,0001	
NR	<0,0001	<0,0001

Taula 26. Anàlisi de la variància de la densitat de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per l'any 2000. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	0,3875	0,1937	3,964	0,0255
ZONA(PROT)	3	0,1832	0,0611	1,25	0,3022
Residus	48	2,346	0,0488		

Taula 27. Test HSD de Tukey per a les diferències de densitat mitjana de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció per a l'any 2000. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,9966	
NR	0,0523	0,0436

Taula 28. Anàlisi de la variància de la densitat de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per l'any 2019. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	3,663	1,8313	18,545	<0,0001
ZONA(PROT)	3	0,518	0,1725	1,747	0,17
Residus	48	4,74	0,0987		

Taula 29. Test HSD de Tukey per a les diferències de densitat mitjana de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció per a l'any 2019. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,0362	
NR	<0,0001	0,0028

Taula 30. Talles (cm) de *D. sargus* enregistrades als censos realitzats a les zones mostrejades els anys 2000 i 2019. S'indica el número d'individus (N), la talla mitjana (cm; $\pm$ DE, desviació estàndard) i el rang de talles. RI: Reserva integral; RP: reserva parcial; NR: no reserva.

		N	LT mitjana	DE	Rang
RI	2000	391	12,2	3,9	6-26
	2019	364	19,4	6,2	6-35
RP	2000	377	11,0	3,1	6-28
	2019	164	20	4,2	8-30
NR	2000	240	11,4	3,6	6-26
	2019	89	17,72	5,4	10-33

Taula 31. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *D. sargus* els anys 2000 i 2019. S'indiquen, en vermell, les diferències significatives entre el parell de mostres comparades.

2000	RI	RP
RP	0,0001	
NR	0,0001	0,096
2019	RI	RP
RP	0,0555	
NR	0,0026	0,0002

Taula 32. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Diplodus sargus* entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
TEMPS	8	12,81	1,601	4,115	<0,0001
PROT	2	56,39	28,193	72,444	<0,0001
T*P	16	13,63	0,852	2,189	0,0051
ZONA(PROT)	3	0,69	0,231	0,595	0,6187
T*ZONA(PROT)	24	18,97	0,79	2,031	0,0031
Residus	432	168,12	0,389		

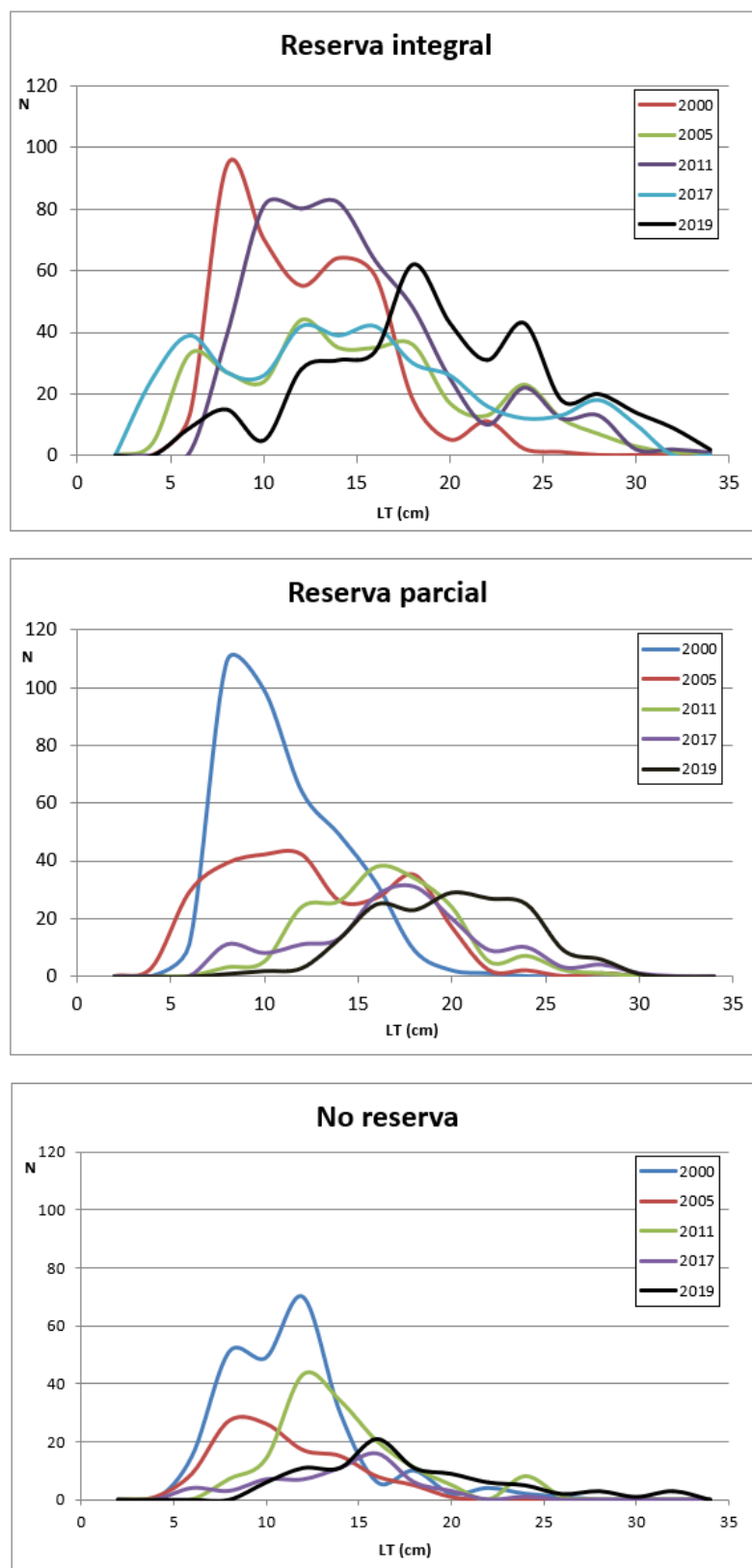


Figura 7. Distribució de talles de *D. sargus* als tres nivells de protecció mostrejats els anys 2000, 2005, 2011, 2017 i 2019.

Taula 33. Test HSD de Tukey per a les diferències de biomassa mitjana de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,0009	
NR	<0,0001	<0,0001

Taula 34. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per l'any 2000. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	0,414	0,2068	1,518	0,229
Residus	51	6,949	0,1363		

Taula 35. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per 2019. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	16,747	8,373	17,52	<0,0001
ZONA(PROT)	3	0,868	0,289	0,605	0,615
Residus	48	22,941	0,478		

Taula 36. Test HSD de Tukey per a les diferències de biomassa mitjana de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció per a l'any 2019. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,4012	
NR	<0,0001	0,0002

3.4.3 La variada (*Diplodus vulgaris*)

Densitat

Les densitats foren majors dins la RMBP respecte les zones fora de reserva (Figura 8). S'observà una lleugera tendència creixent per un factor de 1,14 entre el 2000 i el 2019 en la reserva integral (15,61 individus/250m²) i decreixent en la reserva parcial i zones control amb factors de 0,84 (15,89 individus/250m²) i 0,7 (11,72 individus/250m²) respectivament. La densitat de la variada va respondre de manera significativa als factors Temps, nivell de Protecció, la interacció d'ambdós factors, i interacció entre Temps i zones niades dins la protecció (Taula 37). El test *a posteriori* de Tukey revelà que la densitat de variades va ser significativament inferior l'any 2001 respecte el 2000 i 2019 i, el 2003, fou inferior al 2000, 2011 i 2019 (Annex I, Taula 8). Referent al test *a posteriori* sobre els nivells de protecció s'hi van trobar diferències significatives entre les àrees dins de reserva (reserva integral i parcial) i les zones control (Taula 38). La densitat per l'any 2000 presentà diferències significatives entre la reserva integral i els altres dos nivells de protecció, entre que la reserva parcial no diferí dels controls (Taula 39 i 40). El 2019, en canvi, s'hi observaren diferències significatives entre les àrees dins de la RMBP (total i parcial) i les zones control, amb efecte reserva (Taula 41 i 42).

Les zones dins la reserva integral mostraren patrons diferents, en R1 es registrà un increment gairebé continu, entre 6,11 individus/transsecte el 2000 i 15,33 individus/transsecte el 2019 (Figura 8). R2, en canvi, tot i que durant tota la sèrie es va mantenir amb valors superiors als de la zona 1, mostrà un patró irregular, passant de 21,22 individus/transsecte el 2000 a 15,89 el 2019, però amb un mínim de 7,56 individus/transsecte el 2001 i un màxim de 32,33 individus/transsecte el 2003. A la reserva parcial, ambdues zones varen alternar increments i davallades de densitat el 2019 (RP1: 19,44 individus/transsecte; RP2: 12,33 individus/transsecte) registrant valors inferiors als del 2000 (RP1: 18,22 individus/transsecte; RP2: 19,78 individus/transsecte). A fora de la reserva, NR1 seguí una tendència descendent, passant de 19,56 individus/transsecte el 2000 a 6,33 individus/transsecte el 2019, mentre que NR2 augmentaren els valors de densitat assolint el màxim el 2019 amb 17,11 individus/transsecte respecte els 14,11 individus/transsecte inicials al 2000.

Talles

A la reserva integral existí un augment de talles important al llarg de totes les campanyes (Figura 9). El 2000, la major part de les variades censades es trobaven dins l'interval de 2-8 cm, amb una moda de 4 cm, i la gairebé absència d'exemplars de més de 16 cm. Els anys posteriors, en canvi, mostren un desplaçament cap a talles majors, amb modes situades entre 12 i 18 cm, i un augment progressiu de la presència de variades majors de 20 cm. Concretament, la moda del 2019 fou de 18 cm amb un total de 66 individus, màxima abundància registrada per qualsevol talla en anys anteriors.

Alhora, el número d'individus registrats fou superior el 2019 respecte el 2000 (Taula 43).

Respecte la reserva parcial s'observà un patró semblant a la reserva integral on, l'any 2000, la major part dels exemplars se situaren en l'interval de 4-8 cm, amb escassíssima representació de talles de més de 14 cm. Als anys 2005 i 2011, la majoria dels individus es trobaren entre els 6 i els 20 cm, el 2017 es començà a observar un desplaçament a talles majors amb una moda de 18 cm, i increment en la presència d'exemplars de 20 i 22 cm. El 2019 en canvi tingué la mateixa moda que el 2017 però el nombre d'exemplars observats fou major (55 individus en 2019 respecte els 44 en 2017) i les talles de 22-24 foren abundants. Tot i això, el nombre total d'enregistraments pel 2019 fou menor amb 286 individus respecte els 342 del 2000 (Taula 43).

A les zones control es repetí el patró observat el 2000 als altres nivells de protecció, però amb predominança de talles d'entre 4 i 10 cm, destacant la moda als 4 cm amb 70 individus. S'observà una gran abundància de reclutes de variada (4-8 cm) i una escassa presència d'exemplars de més de 10 cm mentre que, a la resta d'anys, en canvi, s'observaren distribucions desplaçades a talles més grans. El 2019 s'assolí el màxim rang de talles entre 6-24 amb moda als 18 cm. Les abundàncies totals registrades el 2019 foren inferiors al 2000 (Taula 43).

En tots tres nivells de protecció la talla mitjana augmentà el 2019 respecte els resultats de la primera campanya (Taula 43). D'altra banda, el test de Kolmogorov-Smirnov indicà diferències significatives en la distribució de talles per a tots els nivells de protecció el 2000. El 2019, els resultats foren els mateixos exceptuant la comparativa entre àrees dins de la reserva, que van presentar distribucions similars (Taula 44).

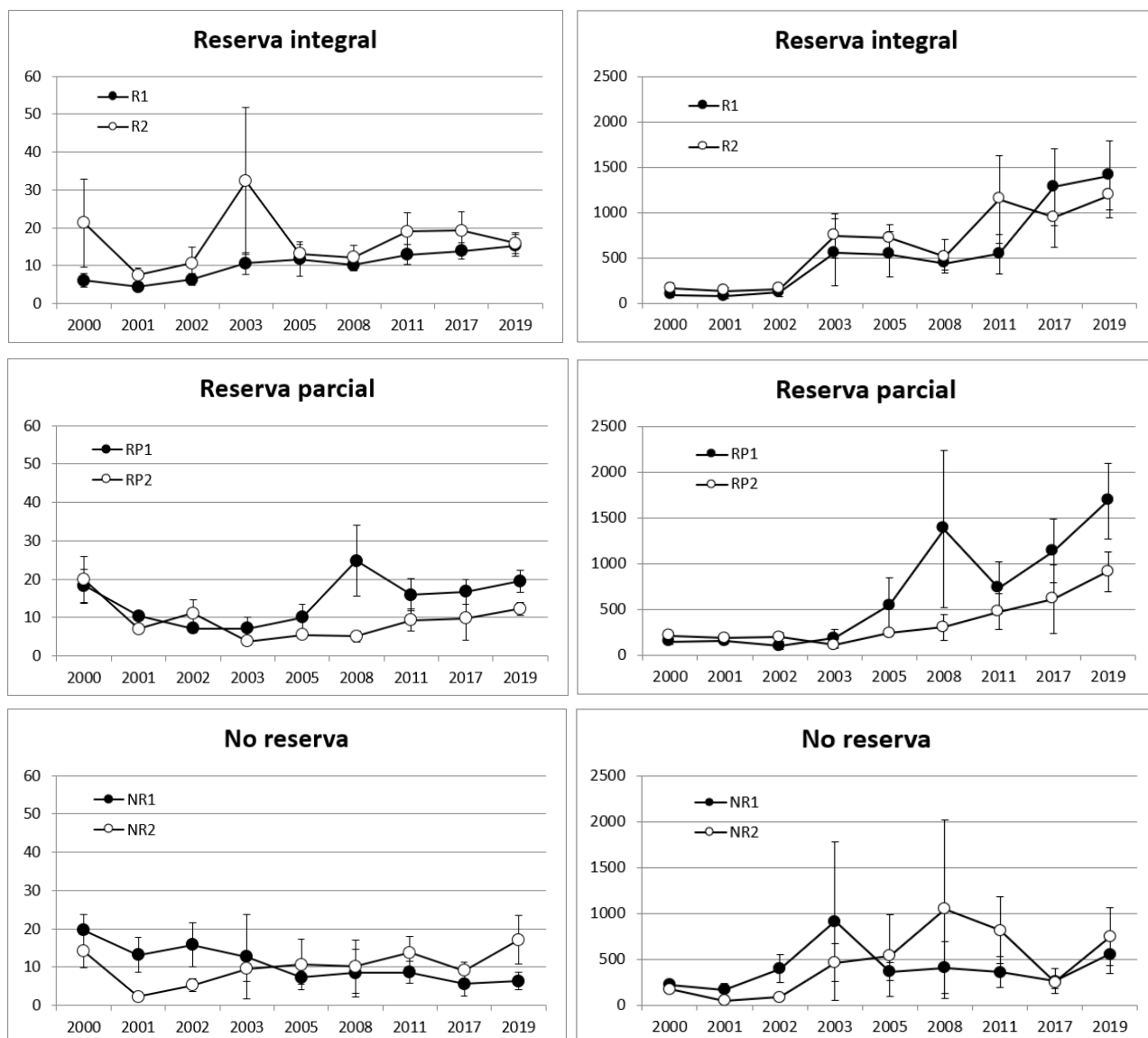


Figura 8. Evolució de la densitat (columna esquerra; individus/250 m², mitjana ± EE) i biomassa (columna dreta; g/250 m², mitjana ± EE) de *Diplodus vulgaris* entre 2000 i 2019 a la reserva integral, la reserva parcial i les zones control.

Taula 37. Anàlisi de la variància de la densitat de *Diplodus vulgaris* entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
TEMPS	8	5,96	0,7445	5,219	<0,0001
PROT	2	3,82	1,9085	13,38	<0,0001
T*P	16	6,88	0,4299	3,014	<0,0001
ZONA(PROT)	3	2,15	0,716	5,02	0,002
T*ZONA(PROT)	24	6,61	0,2752	1,93	0,0057
Residus	432	61,62	0,1426		

Taula 38. Test HSD de Tukey per a les diferències de densitat mitjana de *Diplodus vulgaris* entre els diferents nivells de protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,6222	
NR	<0,0001	0,0003

Taula 39. Anàlisi de la variància de la densitat de *Diplodus vulgaris* entre els diferents nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per l'any 2000. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	1,246	0,6228	4,674	0,014
ZONA(PROT)	3	0,633	0,211	1,584	0,206
Residus	48	6,395	0,1332		

Taula 40. Test HSD de Tukey per a les diferències de densitat mitjana de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció per a l'any 2000. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,0217	
NR	0,0397	0,9676

Taula 41. Anàlisi de la variància de la densitat de *Diplodus vulgaris* entre els diferents nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per l'any 2019. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	1,361	0,6805	6,086	0,0044
ZONA(PROT)	3	0,678	0,226	2,021	0,1234
Residus	48	5,367	0,1118		

Taula 42. Test HSD de Tukey per a les diferències de densitat mitjana de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció per a l'any 2019. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,9759	
NR	0,0148	0,0084

Taula 43. Talles (cm) de *D. vulgaris* enregistrades als censos realitzats a les zones mostrejades els anys 2000 i 2019. S'indica el número d'individus (N), la talla mitjana (cm; $\pm$ DE, desviació estàndard) i el rang de talles. RI: Reserva integral; RP: reserva parcial; NR: no reserva.

		N	LT mitjana	DE	Rang
RI	2000	246	6,1	4,1	2-24
	2019	281	16,3	4,9	4-29
RP	2000	342	7,0	3,4	2-20
	2019	286	16,1	5	4-27
NR	2000	303	7,6	3,6	2-20
	2019	211	13,8	5	6-24

Taula 44. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *D. vulgaris* els anys 2000 i 2019. S'indiquen, en vermell, les diferències significatives entre el parell de mostres comparades.

2000	RI	RP
RP	<0,0001	
NR	<0,0001	0,0004
2019	RI	RP
RP	1	
NR	0,0001	0,0007

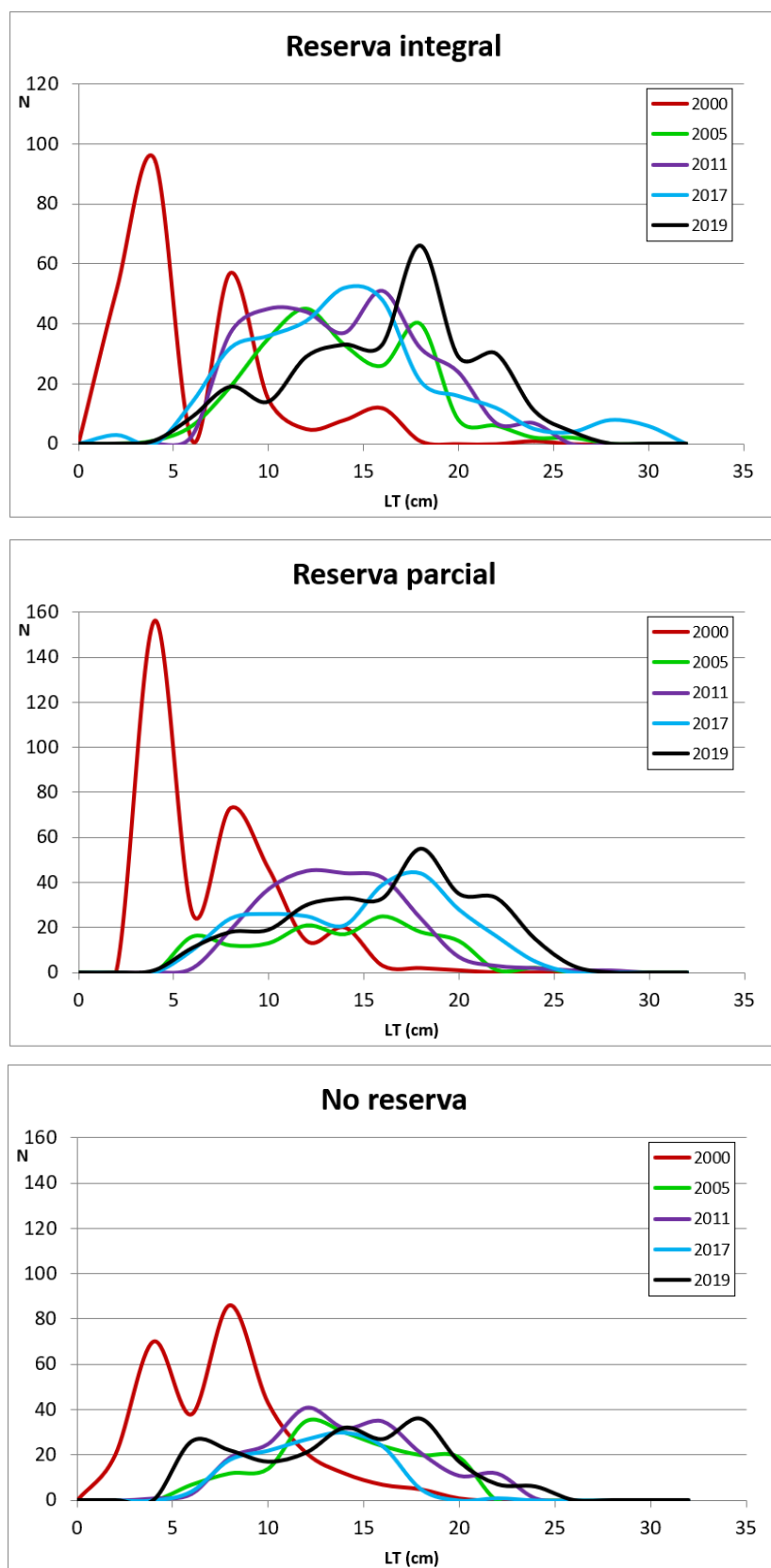


Figura 9. Distribució de talles de *D. vulgaris* als tres nivells de protecció mostrejats els anys 2000, 2005, 2011, 2017 i 2019.

Biomassa

L'increment de biomassa en els tres nivells de protecció (reserva integral: factor x10,28; reserva parcial: factor x 7,35; zones control: factor x3,29; Figura 8) es degué a l'augment en la freqüència de variades més grosses al llarg del temps (Figura 9). Ambdues àrees d'estudi dins de la reserva (protecció total i parcial) van augmentar considerablement la biomassa respecte el 2000 (RI: 0,13 kg/transsecte; RP: 0,18 kg/transsecte) assolint valors de 1,3 kg/transsecte en ambdues zones el 2019. A les zones control també s'hi observar un augment de biomassa però no tan pronunciat com a les zones de reserva, passant així dels 0,2kg/transsecte del 2000 a 0,65 kg/transsecte el 2019. L'anàlisi de la variància detectà diferències per als factors Temps, nivell de Protecció, la interacció de Temps i Protecció, i interacció entre Temps i zones niades dins la protecció (Taula 45). Els tests *a posteriori* per al factor Temps (Annex I, Taula 9) evidenciaren que el 2019, any on la biomassa fou major, diferia significativament amb les campanyes del 2000, 2001, 2002, 2003 i 2008. El 2017 únicament diferí del 2001 mentre que, el 2011, la biomassa fou major significativament respecte el 2000, 2001, 2002 i 2003. El test *a posteriori* pel nivell de protecció mostrà que la biomassa fou significativament superior en les zones dins la RMBP (protecció total i parcial) respecte les zones control (Taula 46). La biomassa per l'any 2000 fou significativament superior dins la reserva integral respecte les zones control, sense observar però un efecte de la reserva parcial (Taula 47 i 48). El 2019 el patró fou el mateix, afegint a més que la reserva parcial presentà una biomassa significativament major respecte les zones control (Taula 49 i 50).

Taula 45. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Diplodus vulgaris* entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	<i>p</i>
TEMPS	8	41,14	5,142	10,032	<0,0001
PROT	2	18,78	9,392	18,322	<0,0001
T*P	16	28,25	1,765	3,444	<0,0001
ZONA(PROT)	3	1,94	0,647	1,262	0,287
T*ZONA(PROT)	24	24,92	1,038	2,026	0,0031
Residus	432	221,44	0,513		

Taula 46. Test HSD de Tukey per a les diferències de biomassa mitjana de *Diplodus vulgaris* entre els diferents nivells de protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,4582	
NR	<0,0001	0,0003

Taula 47. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Diplodus vulgaris* entre els diferents nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per l'any 2000. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	2,564	1,2822	4,251	0,02
ZONA(PROT)	3	1,079	0,3595	1,192	0,323
Residus	48	14,479	0,3016		

Taula 48. Test HSD de Tukey per a les diferències de biomassa mitjana de *Diplodus sargus* entre els diferents nivells de protecció per a l'any 2000. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,0646	
NR	0,0255	0,9183

Taula 49. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Diplodus vulgaris* entre els diferents nivells de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció per 2019. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
PROT	2	9,137	4,568	8,065	0,0009
ZONA(PROT)	3	0,356	0,119	0,21	0,8891
Residus	48	27,19	0,566		

Taula 50. Test HSD de Tukey per a les diferències de biomassa mitjana de *Diplodus vulgaris* entre els diferents nivells de protecció per a l'any 2019. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,988	
NR	0,0038	0,0025

3.4.4 L'anfós (*Epinephelus marginatus*)

Densitat

La densitat d'anfossos fou molt baixa a tots els nivells de protecció (Figura 10), tot i això, la densitat augmentà en la reserva integral, passant de 0,06 individus/250 m² l'any 2000 a 0,22 individus/250 m² el 2019. El 2019 s'enregistrà el major nombre d'individus dins de la reserva integral, 4 individus, respecte l'únic individu del 2000. El patró fou diferent en la reserva parcial i en les zones control ja que la densitat disminuï lleugerament. A la reserva parcial es registraren un total de 4 individus amb una densitat de 0,22 individus/250 m² l'any 2019 respecte els 5 casos del 2000 amb densitat de 0,28 individus/250 m². A fora de la reserva els valors foren baixos, el màxim de densitat mai registrat en aquella àrea d'estudi fou el de l'any 2000 amb una densitat de 0,22 individus/250 m² mentre que disminuï a valors de 0,17 el 2019. En l'anàlisi de la variància es pot apreciar que els canvis descrits abans per als valors de densitats no són significatius per cap dels factors estudiats (Taula 51).

Talles

El baix nombre d'anfossos observats no permeté realitzar cap anàlisi sobre la freqüència de talles. A la taula 52 se n'indiquen les talles mitjanes i el seu interval corresponents als anys 2000 i 2019. L'interval de talles dels exemplars censats es trobà entre 16 i 40 cm, corresponent tots a individus immadurs.

Biomassa

En consonància amb la densitat, els valors de biomassa també foren molt baixos (Figura 10), malgrat el seu lleuger augment en els tres nivells de protecció. En la reserva integral, el màxim de biomassa es registrà el 2019 amb 118 g/transsecte (R1: 168,1 g/transsecte; R2: 68,09 g/transsecte) respecte els 2,71 g/transsecte del 2000. A la reserva parcial s'assoliren valors més alts que a la integral, arribant a 239,7 g/transsecte l'any 2005 en la RP1 i 231,9 g/transsecte l'any 2011 a RP2. Tot i això, el màxim de biomassa mai registrat s'observà el 2019 amb una mitjana de 130,09 g/transsecte de mitjana per a RP. En les zones control s'hi observaren valors semblants, amb 80,93 g/transsecte el 2000 i 82,81 g/transsecte en la darrera campanya. L'anàlisi de la variància només detectà diferències significatives per al factor Temps (Taula 53), independentment del nivell de protecció. Els test *a posteriori* per al factor Temps (Annex I, Taula 10) evidenciaren tan sols que la biomassa fou significativament més alta el 2011 respecte el 2001.

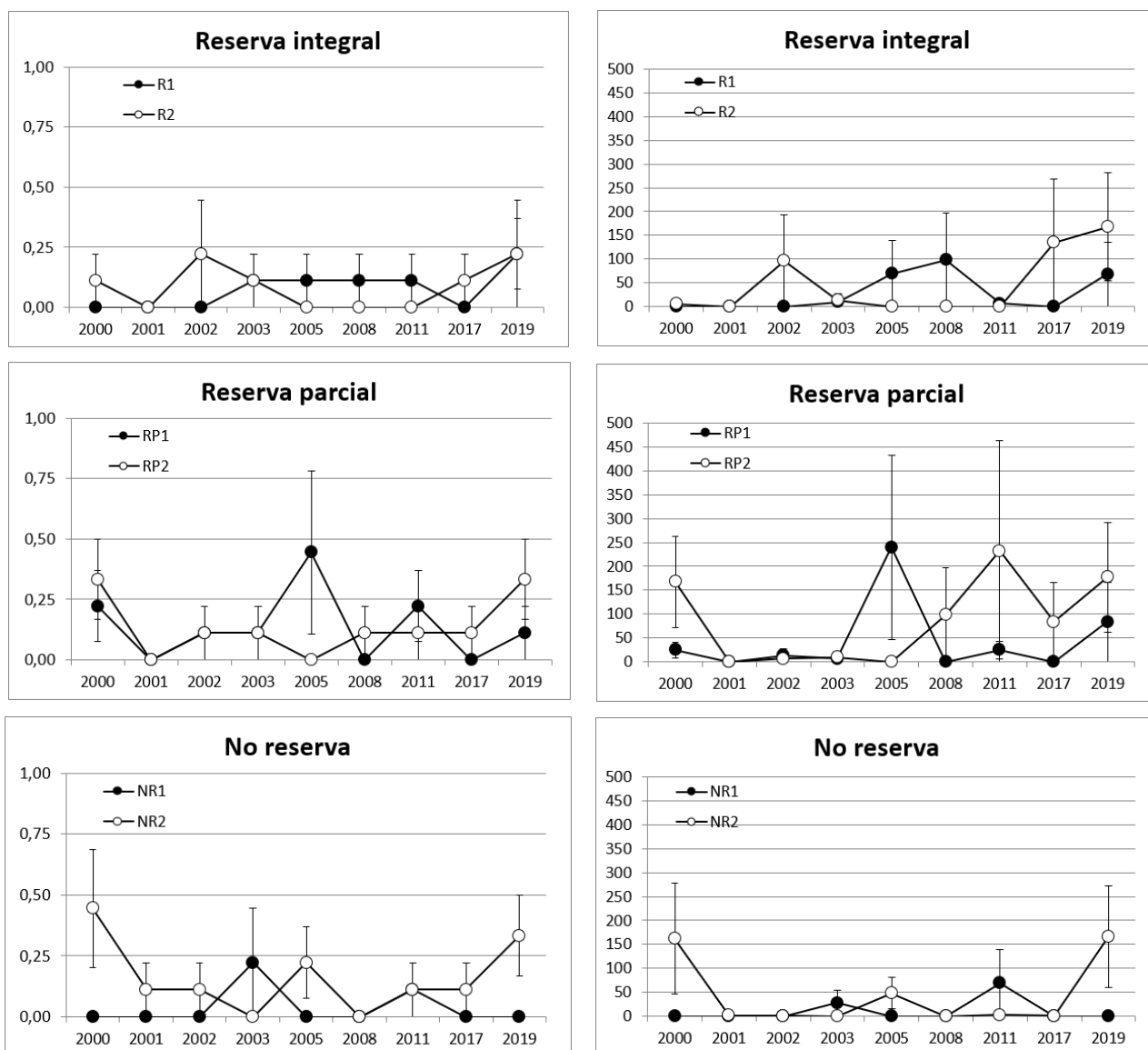


Figura 10. Evolució de la densitat (columna esquerra; individus/250 m², mitjana ± EE) i biomassa (columna dreta; g/250 m², mitjana ± EE) de *Epinephelus marginatus* entre 2000 i 2019 a la reserva integral, la reserva parcial i les zones control.

Taula 51. Anàlisi de la variància de la densitat de *Epinephelus marginatus* entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
TEMPS	8	0,138	0,0173	1,884	0,0608
PROT	2	0,023	0,0113	1,228	0,2939
T*P	16	0,051	0,0032	0,35	0,9915
ZONA(PROT)	3	0,057	0,019	2,071	0,1034
T*ZONA(PROT)	24	0,225	0,0094	1,021	0,4366
Residus	432	3,968	0,0092		

Taula 52. Talles (cm) de *E. marginatus* enregistrades als censos realitzats a les zones mostrejades els anys 2000 i 2019. S'indica el número d'individus (N), la talla mitjana (cm; $\pm$ DE, desviació estàndard) i el rang de talles. RI: Reserva integral; RP: reserva parcial; NR: no reserva.

		N	LT mitjana	DE	Rang
RI	2000	1	15		
	2019	4	31,5	5,5	26-38
RP	2000	5	25,6	8,6	16-36
	2019	4	32	7,3	24-40
NR	2000	4	25	10,9	16-40
	2019	3	29,3	10,3	18-38

Taula 53. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Epinephelus marginatus* entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
TEMPS	8	9,53	1,1916	2,409	0,015
PROT	2	1,8	0,8983	1,816	0,164
T*P	16	3,44	0,2149	0,434	0,973
ZONA(PROT)	3	2,63	0,8768	1,772	0,152
T*ZONA(PROT)	24	13,29	0,5539	1,12	0,317
Residus	432	213,72	0,4947		

3.4.5 Els grans làbrids (*Labrus merula* i *Labrus viridis*)

Densitat

La densitat de tords del gènere *Labrus* va ser molt baixa a totes les zones durant tota la sèrie analitzada. Únicament a la reserva integral i als controls, als anys 2008 i 2011, es va superar el valor d'1 individu/250 m² (Figura 11). No obstant, la tendència creixent entre 2000 i 2011 no es va mantenir al 2019, quan es registraren densitats mitjanes baixes en els diferents nivell de protecció (RI: 0,28 individus/transsecte; RP: 0,33 individus/transsecte; NR: 0,06 individus/transsecte). L'anàlisi de la variància detectà les variacions descrites abans, mostrant efectes significatius per als factors Temps, nivell de Protecció, la interacció d'ambdós factors, i la interacció de Temps i la zona niada dins la protecció (Taula 54). El tests *a posteriori* pel factor Temps indicaren que el 2008 i 2011 la densitat fou significativament superior a la resta d'anys (Annex I, Taula 11). El test de Tukey pel nivell de protecció (Taula 55) evidencià que la densitat fou major en la reserva integral respecte la reserva parcial.

Talles

La baixa abundància de grans làbrids observats en totes les zones estudiades no va permetre analitzar les diferències espacials ni temporals en les talles d'aquest gènere. A la taula 56 s'indica la talla mitjana i el rang de talles observats a cada nivell de protecció per *L. merula* i *L. viridis*, destacant l'augment d'individus observats en les zones protegides per *L. merula* i el patró oposat per *L. viridis*.

Biomassa

La biomassa augmentà dins la reserva (protecció total: factor x73,93; protecció parcial: factor x7,85) i disminuï en les zones control per factor 0,4 (Figura 11). En la reserva integral la biomassa mitjana passà de 2,97 g/transsecte l'any 2000 a 219,28 g/transsecte el 2019. A la reserva parcial l'increment també fou considerable ja que passà de 11,49 g/transsecte a 90,2 g/transsecte entre 2000 i 2019. Tot i això, el patró no es mantingué en les zones sense protecció, demostrant l'impacte de la pesca sobre la biomassa de làbrids, i assolint tan sols valors de 17,24 g/transsecte pel 2019 respecte els 42,58 g/transsecte del 2000. Referent a l'anàlisi de variància es detectaren diferències significatives pel factor Temps, nivell de Protecció, i la interacció d'ambdós factors i zones niades dins la protecció (Taula 57). Si ens centrem en la comparativa al llarg del temps observem que la biomassa fou significativament major els anys 2008 i 2011 respecte les campanyes entre el 2000 i 2005 (Annex I, Taula 12). El test de Tukey per al nivell de protecció indicà que la reserva integral registrà una biomassa significativament superior a la reserva parcial i zones control (Taula 58).

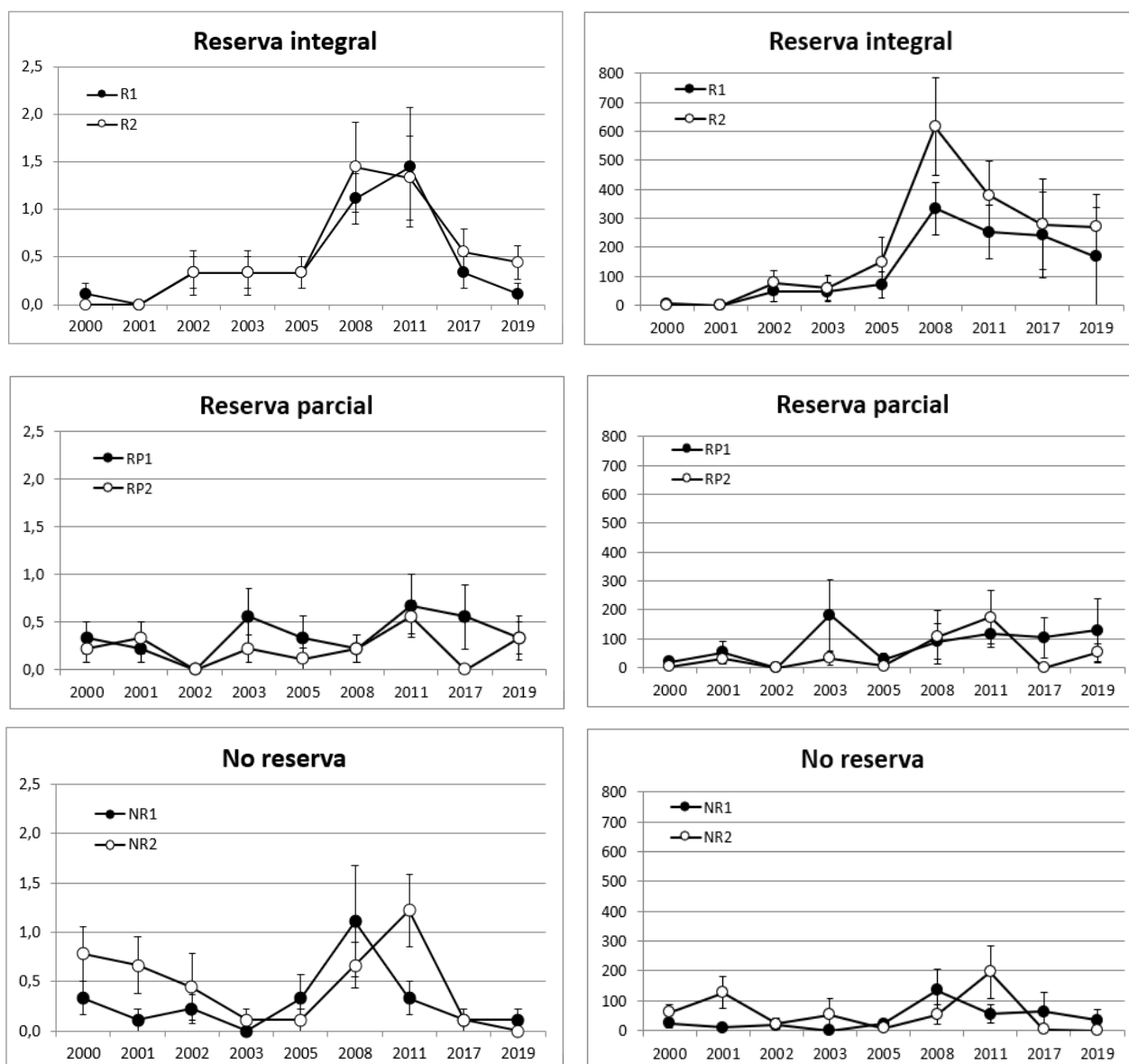


Figura 11. Evolució de la densitat (columna esquerra; individus/250 m², mitjana ± EE) i biomassa (columna dreta; g/250 m², mitjana ± EE) de *Labrus* spp. entre 2000 i 2019 a la reserva integral, la reserva parcial i les zones control.

Taula 54. Anàlisi de la variància de la densitat mitjana de *Labrus* spp. entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	<i>p</i>
TEMPS	8	31,98	3,997	8,302	<0,0001
PROT	2	3,39	1,693	3,517	0,0305
T*P	16	21,02	1,314	2,729	0,0003
ZONA(PROT)	3	2,01	0,671	1,393	0,2442
T*ZONA(PROT)	24	8,88	0,37	0,768	0,7776
Residus	432	208	0,481		

Taula 55. Test HSD de Tukey per a les diferències de densitat mitjana de *Labrus* spp. entre els diferents nivells de protecció. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	0,0394	
NR	0,3881	0,554

Taula 56. Talles (cm) de *L. merula* i *L. viridis* enregistrades als censos realitzats a les zones mostrejades els anys 2000 i 2019. S'indica el número d'individus (N), la talla mitjana (cm; $\pm$ DE, desviació estàndard) i el rang de talles. RI: Reserva integral; RP: reserva parcial; NR: no reserva.

<i>Labrus merula</i>						<i>Labrus viridis</i>			
		N	LT mitjana	DE	Rang	N	LT mitjana	DE	Rang
RI	2000	0				1	17		
	2019	4	37,25	6,7	30-46	1	36		
RP	2000	4	12,5	2,38	11-16	1	18		
	2019	6	24,67	7,76	14-38	0			
NR	2000	2	18	4,24	15-21	8	17,88	4,29	13-25
	2019	1	28			0			

Taula 57. Anàlisi de la variància de la biomassa mitjana de *Labrus* spp. entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
TEMPS	8	2377395	297174	7,185	<0,0001
PROT	2	1335660	667830	16,148	<0,0001
T*P	16	1983412	123963	2,997	<0,0001
ZONA(PROT)	3	284601	94867	2,294	0,0773
T*ZONA(PROT)	24	653335	27222	0,658	0,8914
Residus	432	17866486	41358		

Taula 58. Test HSD de Tukey per a les diferències de biomassa mitjana de *Labrus* spp. entre els diferents nivells de protecció. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	R	RP
R		
RP	<0,0001	
NR	<0,0001	0,8486

3.4.6 L'escorball (*Sciaena umbra*)

Densitat

Les densitats d'escorball obtingudes al conjunt dels mostrejos han estat notablement baixes (Figura 12). En considerar les dues zones de cada nivell de protecció, en la majoria d'ocasions no s'enregistrà cap individu. El 2019, les àrees d'estudi dins de reserva augmentaren les densitats respecte els resultats del 2000. Dins de la reserva integral s'assoliren els màxims de densitats mai registrats fins llavors amb 0,83 individus/transsecte respecte els 0,11 individus/transsecte del 2000. Ambdues zones augmentaren, especialment en la zona 2 (R1: 0,56 individus/transsecte; R2: 1,11 individus/transsecte). A la reserva parcial els valors màxims s'assoliren el 2011 amb 0,44 individus/transsecte; des de llavors la densitat ha anat disminuint, donant valors de 0,17 individus/transsecte el 2019. A les zones control mai es registrà cap individu en la zona NR1 mentre que a la NR2 se n'observaren el 2002, 2011 i 2017. Concretament, el valor màxim va ser de 0,22 individus/transsecte l'any 2017 a la NR2. L'anàlisi de la variància no detectà cap diferència estadística per cap dels factors estudiats (Taula 59).

Talles

El baix nombre d'escorballs observats no permeté realitzar cap anàlisi sobre la freqüència de talles (Taula 60). A la taula 60 se n'indiquen les talles corresponents als anys 2000 i 2019. El 2000 s'observaren tan sols dos individus, probablement immadurs en el cas que fossin femelles, i en el llindar de la maduresa sexual si fossin mascles (29,9 cm i 24,4 cm respectivament segons Grau *et al.*, 2009). El 2019 dins de la reserva integral es registrà un major nombre d'individus i de major talla que el 2000, tal i com es pot apreciar en l'interval de talles, totes per sobre dels llindars de maduresa esmentats.

Biomassa

Degut a les baixes densitats observades, les biomasses d'escorball també ho van ser, exceptuant l'any 2019 dins de reserva (RI: 572,5 g/250m²; RP: 102,48 g/250m²) on s'assoliren els màxims mai registrats si ho comparem amb totes les campanyes anteriors (Figura 12). Tot i això, fora de reserva, la biomassa fou nul·la degut a que no es registrà cap individu en cap de les dues zones. Fins la darrera campanya, els màxims dins de la reserva integral s'havien registrat el 2017 amb 38,77 g/250m² i 99,16 g/250m² en la reserva parcial el 2011. A les zones control en canvi, els escorballs hi foren pràcticament absents, observant-se'n només a NR2 els anys 2002, 2011 i 2017, amb una respectiva biomassa de 18,3 g/250m², 37,7 g/250m² i 20,2 g/250m². L'anàlisi de variància indicà diferències significatives pels factors Temps i per la interacció de Temps i nivell de Protecció (Taula 61). El tests *a posteriori* per al factor Temps

indicaren que la biomassa fou significativament més alta el 2019 respecte totes les campanyes anteriors, exceptuant la del 2011 (Annex I, Taula 13).

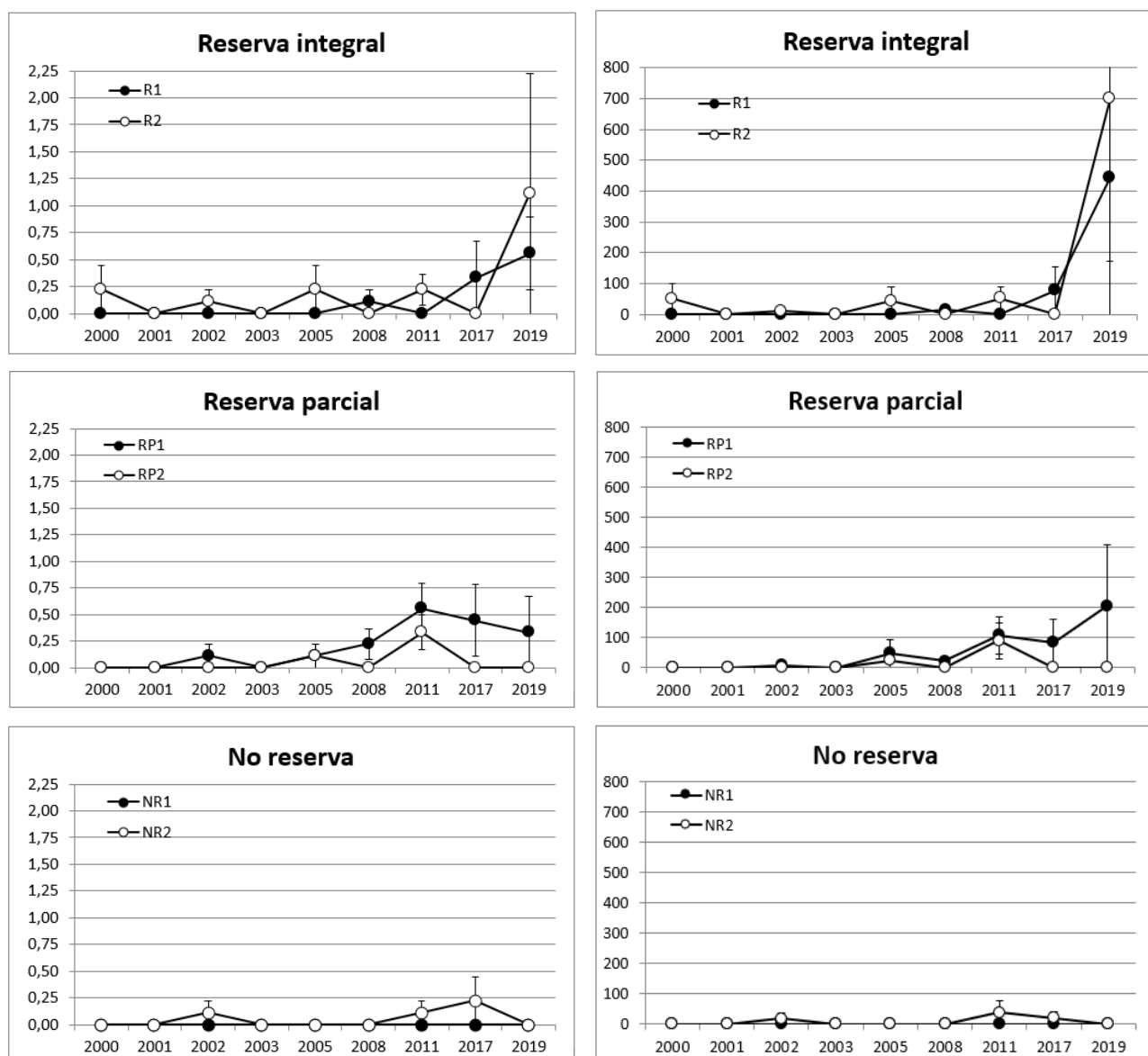


Figura 12. Evolució de la densitat (columna esquerra; individus/250 m², mitjana ± EE) i biomassa (columna dreta; g/250 m², mitjana ± EE) de *Sciaena umbra* entre 2000 i 2019 a la reserva integral, la reserva parcial i les zones control.

Taula 59. Anàlisi de la variància de la densitat mitjana de *Sciaena umbra* entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	<i>p</i>
TEMPS	8	5,3	0,6626	1,94	0,0527
PROT	2	1,6	0,7984	2,337	0,0978
T*P	16	7,51	0,4697	1,375	0,1497
ZONA(PROT)	3	1,38	0,4609	1,349	0,2578
T*ZONA(PROT)	24	3,51	0,1461	0,428	0,9927
Residus	432	147,56	0,3416		

Taula 60. Talles (cm) de *S. umbra* enregistrades als censos realitzats a les zones mostrejades els anys 2000 i 2019. S'indica el número d'individus (N), la talla mitjana (cm; ± DE, desviació estàndard) i el rang de talles. RI: Reserva integral; RP: reserva parcial; NR: no reserva.

		N	LT mitjana	DE	Rang
RI	2000	2	26,5	0,7	26-27
	2019	15	37	2,9	34-45
RP	2000	0			
	2019	3	36		
NR	2000	0			
	2019	0			

Taula 61. Anàlisi de la variància de la biomassa mitjana de *Sciaena umbra* entre les 9 campanyes (TEMPS), el nivell de protecció (PROT) i la zona niada dins la protecció. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	<i>p</i>
TEMPS	8	2231080	278885	2,625	0,0081
PROT	2	440450	220225	2,073	0,127
T*P	16	3017120	188570	1,775	0,032
ZONA(PROT)	3	118579	39526	0,372	0,7732
T*ZONA(PROT)	24	475255	19802	0,186	0,9999
Residus	432	45892595	106233		

3.5 La biomassa de 2019 en relació a la capacitat de càrrega

Coll (2013) determinà la capacitat de càrrega (K) a tres reserves integrals de les Illes Balears (Nord de Menorca, Badia de Palma i Freus d'Eivissa i Formentera), tenint en compte que aquesta K està referida al mateix conjunt de les espècies vulnerables tractades en aquest estudi (les anomenades espècies demersals vulnerables) enlloc de tota la comunitat íctica. En el cas de la reserva de la Badia de Palma, la K fou establerta en $2656,4 \pm 411,9 \text{ g/250 m}^2$, valor que segons el model s'assoliria estrictament al cap de 14,5 anys de protecció. A l'hora, es va determinar que a partir del cinquè any de protecció l'increment de biomassa mitjana va ser molt reduït, de manera que es pot afirmar que la capacitat de càrrega de la reserva integral de Palma s'assolí al cap de cinc anys. Aquests resultats es varen obtenir sobre la mitjana de les dues zones (R1 i R2) de la reserva integral, ja que no diferien entre elles. Donat que als resultats del present informe tampoc s'han detectat diferències entre les dues zones, es varen comparar els valors conjunts de biomassa de l'any 2019 amb els de l'any 2005.

La comparació entre la biomassa de 2019 i 2005 (Taula 62), juntament amb l'anàlisi de la variància (Taula 63), indiquen que la biomassa total és significativament superior l'any 2019 respecte el 2005. De fet, el valor de biomassa obtingut el 2019 va ser més del doble que la K teòrica definida per Coll (2013).

Taula 62. Valors de biomassa total enregistrada els anys 2005 i 2019 a la zona de reserva integral. Els valors s'expressen en $\text{g/250 m}^2 \pm$ error estàndard.

2005	2.464,2	$\pm$	70,3
2019	5573,8	$\pm$	141
K	2.656,4	$\pm$	411,9

Taula 63. Anàlisi de la variància de la biomassa mitjana entre els anys 2005 i 2019. GL: graus de llibertat, SQ: suma de quadrats, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	GL	SQ	MQ	F	p
TEMPS	1	48868173	48868173	8,643	0,0048
Residus	52	293999959	5653845		

4. CONCLUSIONS I COMENTARIS

Els dinou anys transcorreguts entre l'inici de l'estudi a la reserva marina de la Badia de Palma, han produït efectes clars que estan directament relacionats amb el nivell de protecció de cada àrea. Hi ha una resposta molt evident de la reserva integral per sobre de la reserva parcial i de les zones control. Concretament, la RMBP presentà resultats positius referents a riquesa (en la reserva integral i parcial), densitat (únicament en la reserva integral) i biomassa (en tots tres nivells de protecció). La riquesa específica s'incrementà dins la reserva (protecció total x1,39 i parcial x1,18) però disminuï en les zones control x0,66. No obstant això, comparant amb els resultats de zones obertes a la pesca d'altres indrets (e.g., Es Rajolí i Cala Egos; Morey *et al.*, 2016a; Reserva Marina de les Illes Medes, Grane-Feliu *et al.*, 2019), s'observa que aquestes tenen una major riquesa, o semblant, a les enregistrades tant a la reserva integral com a la reserva parcial de Palma; per la qual cosa podem afirmar que ens trobem en un context ecològic de baixa riquesa per a les espècies tractades. La densitat total fou força estable dins la reserva integral, sent alhora significativament més elevada que a la reserva parcial i zones control, on disminuï x0,65 i x0,54 respectivament.

En tots tres nivells de protecció s'observà un desplaçament cap a majors talles entre el 2000 i 2019. Considerant que els individus de majors talles contribueixen més a la biomassa total que peixos més abundants de mida més petita (Grane-Feliu *et al.*, 2019), es registrà un increment de biomassa total en totes les àrees estudiades (x5,4 reserva integral, x 3,6 reserva parcial i 1,7 en zones control). La biomassa total de la reserva integral fou significativament superior als altres nivells de protecció. Els valors de biomassa total respecte anys anteriors es poden considerar alts, ja que dins de reserva, superaven els 4 kg/250 m², un valor llindar que es pot prendre com a referència a partir del conjunt de zones protegides i no protegides de les Illes Balears (Coll, 2013). Malgrat l'alta dominància dels espàrids (>80%, principalment sards *Diplodus sargus* i variades *Diplodus vulgaris*) a tots els nivells de protecció, dins de la reserva integral s'observà una reducció del 97 al 84% entre el 2000 i 2019, mentre que, fora reserva, hi hagué un patró contrari d'un 82 a un 93%; evidenciant l'alta explotació d'espècies de major nivell tròfic. D'altra banda, és important remarcar que aquestes espècies formen grans bancs d'individus i que les estimacions no estan exemptes de certa imprecisió (Wilson *et al.*, 2018; Grane-Feliu *et al.*, 2019).

Tot i l'èxit de la reserva integral, que ve a garantir que la vigilància ha estat al menys dissuasiva, i certament efectiva; tal i com es comentà en campanyes anteriors (Coll *et al.*, 2005), la riquesa s'ha mantingut pràcticament constant dins la reserva integral, mentre que la biomassa total s'ha incrementat paral·lelament a l'edat de les principals poblacions de peixos. Això s'ha degut al creixement en talla de les poques espècies presents, produint-se un efecte potencial característic de les relacions talla:pes. Cal remarcar doncs, que la reserva integral fa que augmenti la biomassa de

l'estoc reproductor de les diferents espècies, com a zona de seguretat en front de contingències ambientals des d'on poden repoblar de juvenils àrees veïnes (FAO, 2011; Coll *et al.*, 2016).

Coll (2013) definí la relació entre la capacitat de càrrega (K) i les característiques ambientals d'una determinada zona. A més, determinà que els descriptors ambientals que presenten un major efecte sobre la biomassa de peixos són la profunditat, el grau d'exposició a vents i corrents, la rugositat i el pendent a meso-escala (diferència de profunditat entre el lloc d'estudi i l'existent a una distància de 500 m). No obstant això, posà de manifest algunes possibles limitacions del seu model. En primer lloc, apuntà la conveniència d'incorporar dades de reserves marines reconegudes com a *hot spots*, amb dades de major biomassa. D'altra banda, esmentà el possible biaix degut a les dimensions de la unitat de mostreig, que seria interessant avaluar per tal d'incrementar la precisió de les estimes. Finalment, es feia referència a les variacions degudes a processos de reclutament, compensació, disponibilitat d'aliment o cascades tròfiques. És degut a aquests motius que la biomassa total de peixos observada el 2019 a la reserva integral de Palma (5.573,79 g/250 m²) és nominal i significativament superior a la K teòrica (2.656,4 g/250 m²), trobant-se entre els valors de biomassa considerats elevats en el marc geogràfic de les Illes Balears (Coll *et al.*, 2016; Morey *et al.*, 2016b).

En el context de les reserves marines existents a les Illes Balears, la reserva marina de Palma és la que presenta una menor qualitat d'hàbitat per a peixos propis de substrat rocós (Coll *et al.*, 2005; Morey *et al.*, 2017). És així mateix, junt amb la reserva integral de Migjorn, la que difereix de forma més accentuada amb la descripció de la reserva marina ideal que es deduiria si tinguéssim en compte els factors esmentats en l'anterior paràgraf. D'una banda, l'escassetat de fons rocosos obliga a que els censos s'hagin de dur a terme a una franja molt estreta, adjacent a la línia de costa, i a poca fondària (amb profunditats mitjanes entre 4,5 i 5 m). La profunditat, com a important factor estructurador de les comunitats marines, determina en el cas de la reserva de Palma la dominància de talles petites dins cada espècie, de manera que les talles grans tenen poca representació degut als canvis ontogènics en l'hàbitat (moviment dels individus cap a aigües més profundes a mida que creixen), tot i que l'efecte de la pesca també pot influir en aquest aspecte dins la reserva parcial. En segon lloc, la presència de blocs rocosos es pot considerar baixa, no superant el 45% de cobertura dels transectes. Això afecta sens dubte a la rugositat mitjana, que també és baixa, amb valors situats entre 2 i 2,3 sobre un màxim de 4; la qual cosa indica una baixa disponibilitat de refugis per a espècies com els grans serrànids, l'escorball, la morena, la mòllera, entre d'altres.. Finalment, la reserva de Palma representa el cas amb menor pendent a meso-escala (Coll, 2013), la qual cosa influeix en assolir la K d'una forma més parsimoniosa, a partir del reclutament i del creixement, sense la contribució de peixos provinents d'aigües més profundes.

Pel que fa la mortalitat per pesca, s'ha demostrat a altres reserves marines que una intensa pesca als voltants de la zona de màxima protecció podria minvar les poblacions en el seu interior (Coll *et al.* 2017). No es pot passar per alt el paper de la pesca recreativa, especialment la submarina, sobre la fracció del poblament objecte d'estudi (les anomenades espècies vulnerables) dins tota l'anomenada reserva parcial. Així, és notable l'absència d'anfossos que arribin als 50 cm de talla mínima de captura.

En resum, la reserva marina de la Badia de Palma registrà resultats favorables a la protecció, especialment en la reserva integral, per a totes les variables estudiades. Això no obstant, l'escassetat de fons adients per fer el seguiment mitjançant censos visuals no permet una avaluació exhaustiva dels efectes de la protecció sobre els recursos pesquers, que no es troben limitats al grup d'espècies considerats en aquest informe, sinó que, a més, inclouen espècies pròpies dels alguers de posidònia i dels fons d'arena. Un estudi exhaustiu sobre aquests altres hàbitats donaria una visió més representativa de la realitat ecosistèmica d'aquesta àrea marina protegida.

Una possible prohibició de la pesca submarina com a mesura de gestió dins el que ara és reserva parcial, tindria efectes positius a la franja rocosa d'entre 3 i 15 m d'aquesta àrea. Tot i això, i degut a les reduïdes dimensions dels fons adients, aquests efectes serien més notoris envers activitats de lleure (observació en *snorkel*, submarinisme, educació ambiental) i conservació, que no sobre l'activitat pesquera professional, que en aquesta reserva marina està dirigida a unes espècies poc sensibles a la pesca submarina (*métiers* de sípia, peix de sopa i jonquillo; Morey *et al.*, 2017). Per altra banda, és important remarcar que el turisme i les activitats pesqueres poden tenir un impacte similar en el comportament dels peixos respecte el que es pensava (Trave *et al.*, 2017), posant de manifest doncs, la importància de desenvolupar un coneixement millor del comportament dels peixos i les conseqüències de la seva distribució envers la conservació i la gestió pesquera (Bergseth *et al.*, 2015; Grane-Feliu *et al.*, 2019).

Per aquests motius, independentment dels eventuais canvis normatius, una vegada s'hagin estabilitzat els recursos de la franja rocosa més soma, suggerim un replantejament del seguiment, enfocat a l'estudi dels rendiments pesquers sobre els hàbitats majoritaris dins la reserva marina, corresponents als alguers de posidònia, arenes i detrític (Ballesteros i Cebrián, 2004; Morey *et al.*, 2017). D'altra banda, malgrat els censos visuals són el principal mètode d'estudi utilitzat per mostrejar en aigües poc profundes en el Mediterrani, el ràpid desenvolupament de les tècniques de vídeo ofereix noves oportunitats per mostrejar els ecosistemes marins, oferint resultats complementaris i equivalents (Grane-Feliu *et al.*, 2019), que podrien millorar el programa de seguiment pel conjunt d'espècies vulnerables de peixos en la Reserva Marina de la Badia de Palma.

5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Abdi, H. i Williams, L. (2010.) Newman–Keuls Test and Tukey Test. *Encycl. Res. Des.* Thousand Oaks, CA: Sage, 1-11. <https://doi.org/10.4135/9781412961288.n266>
- Ballesteros, E. i Cebrian, E. (2004). Estudi sobre la bionomia bentònica, biodiversitat i cartografia de les reserves marines dels Freus entre Eivissa i Formentera, de la badia de Palma i del Nord de Menorca. Informe tècnic del Centre d'estudis Avançats de Blanes-CSIC. 3 volums: 330 pàg.
- Bell, J. D., Craik, G. J. S., Pollard, D. A., & Russell, B. C. (1985). Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*, 4(1), 41-44.
- Bergseth, B.J., Russ, G.R., Cinner, J.E. (2015). Measuring and monitoring compliance in no-take marine reserves. *Fish Fish.* 16, 240–258. <https://doi.org/10.1111/faf.12051>
- Coll, J. (2013). Avaluació dels esculls artificials i de les reserves marines com a eines de gestió dels recursos íctics litorals a les Illes Balears. Tesis Doctoral. 225 pp. Departament de Biologia. Universitat de les Illes Balears.
- Coll, J., Morey, G. i Navarro, O. (2005). Estudi de l'efecte de la reserva marina de la badia de Palma sobre els peixos litorals d'interès comercial. Resultats del període 2000-2005. Direcció General de Pesca-Govern de les Illes Balears –TRAGSA. 91 pp.
- Coll, J., Morey, G. i Navarro, O. (2016). La reserva marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2016. Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears – TRAGSATEC. 78 pp.
- Coll, J., Morey, G., Verger, F. i Navarro, O. (2017). La Reserva Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2017. Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears – TRAGSATEC. 26 pp
- FAO (2011). Fisheries management. 4. Marine protected areas and fisheries. FAO Technical Guidelines For Responsible Fisheries. NO 4, Suppl. 4. Rome, FAO. 198 p.
- 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.
- García-Rubies, A., Hereu, B., Zabala, M. (2013). Long-term recovery patterns and limited spillover of large predatory fish in a Mediterranean MPA. *PLoS One* 8, 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073922>

- Grane-Feliu, X., Bennett, S., Hereu, B., Aspillaga, E. i Santana-Garcon, J. (2019). Comparison of diver operated stereo-video and visual census to assess targeted fish species in Mediterranean marine protected areas. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 520, 151205. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2019.151205>
- Grau, A., Linde, M., i Grau, A. M. (2009). Reproductive biology of the vulnerable species *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758 (Pisces: Sciaenidae). *Scientia Marina*, 73(1), 67-81.
- GREENE, L.E. i ALEVIZON, W.S. 1989. Comparative accuracies of visual assessment methods for coral reef fishes. *Bulletin of Marine Science* 44 : 899-912.
- Harmelin, J. G. (1987). Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de Port-Cros, France) Structure and Variability of the Ichthyofauna in a Mediterranean Protected Rocky Area (National Park of Port-Cros, France). *Marine Ecology*, 8(3), 263-284.
- Luckhurst, B. E., i Luckhurst, K. (1978). Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology*, 49(4), 317-323.
- Morales-Nin, B; G. Morey; J. Moranta, A Ruiz, M. Palmer, F. Ordines i P. Tugores. (2004). Seguiment de l'efecte de les mesures de protecció sobre la comunitat íctica de les reserves marines de les Illes Balears. CSIC-IMEDEA. Informe tècnic, 756 pàg.
- Morey, G., Moranta, J., Massutí, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F., i Morales-Nin, B. (2003). Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62(1), 89-96.
- Morey, G., Coll, J., Navarro, O. i Verger, F. (2016a). Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Juliol de 2016. Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears –TRAGSATEC. 125 pp.
- Morey, G., Coll, J., Navarro, O. i Verger, F. (2016b). La reserva marina del Llevant de Mallorca. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Octubre de 2016. Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears – TRAGSATEC. 70 pp.
- Morey, G., Coll, J. i Navarro, O. (2017). La Reserva Marina de la Badia de Palma. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Abril de 2017. Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears – TRAGSATEC. 59 pp.
- Murphy, H.M. i Jenkins, G.P. (2010). Observational methods used in marine spatial planning: a review. *Mar. Freshw. Res.* 61, 236–252.

- Ordines, F., Moranta, J., Palmer, M., Lerycke, A., Suau, A., Morales-Nin, B., i Grau, A. M. (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.
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Razali, N.M. i Wah, Y.B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk , Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *J. Stat. Model. Anal.* 2, 21–33. <https://doi.org/doi:10.1515/bile-2015-0008>
- Trave, C., Brunnschweiler, J., Sheaves, M., Diedrich, A., Barnett, A. (2017). Are we killing them with kindness? Evaluation of sustainable marine wildlife tourism. *Biol. Conserv.* 209, 211–222. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.02.020>
- Underwood, A.J. (1997). Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge. University Press.
- Watson, D.L., Anderson, M.J., Kendrick, G.A., Nardi, K., Harvey, E.S. (2009). Effects of protection from fishing on the lengths of targeted and non-targeted fish species at the houtman abrolhos islands, western australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 384, 241–249.
- Wilson, S.K., Graham, N.A.J., Holmes, T.H., MacNeil, M.A., Ryan, N.M. (2018). Visual versus video methods for estimating reef fish biomass. *Ecol. Indic.* 85, 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.038>
- Zar, J.H. (1984). Biostatistical analysis. Prentice Hall, Inc. New Jersey.

ANNEX I

1. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de riquesa mitjana d'espècies vulnerables entre els diferents anys d'estudi. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,9998							
2002	0,9999	0,9862						
2003	0,9964	0,9999	0,9403					
2005	0,9999	0,9926	1	0,9611				
2008	0,9964	0,9129	0,9999	0,7885	0,9999			
2011	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0005		
2017	0,7344	0,3673	0,9403	0,2185	0,9129	0,9926	0,0182	
2019	0,9999	0,9760	1	0,9129	1	0,9999	0,0001	0,9611

2. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de densitat mitjana d'espècies vulnerables entre els diferents anys d'estudi. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,0001							
2002	0,001	0,9999						
2003	0,7528	0,0852	0,2341					
2005	0,0392	0,8908	0,9864	0,8515				
2008	0,0178	0,9625	0,9980	0,7109	0,9999			
2011	0,8689	0,0459	0,1434	0,9999	0,7291	0,5610		
2017	0,0820	0,7615	0,9446	0,9446	0,9999	0,9998	0,8689	
2019	0,3497	0,3295	0,6144	0,9995	0,9925	0,9651	0,9962	0,9992

3. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de biomassa mitjana d'espècies vulnerables entre els diferents anys d'estudi. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,9994							
2002	0,9999	0,9999						
2003	0,9930	0,8457	0,9449					
2005	0,7641	0,3479	0,5284	0,9975				
2008	0,1696	0,0312	0,0695	0,7143	0,9877			
2011	0,0047	0,0003	0,0012	0,0865	0,4428	0,9626		
2017	0,0428	0,0052	0,0138	0,3619	0,8564	0,9998	0,9992	
2019	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0004	0,0332	0,0034

4. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de densitat mitjana de *Diplodus puntazzo* entre els diferents anys d'estudi. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,8922							
2002	0,11	0,8922						
2003	0,6703	0,9999	0,9848					
2005	0,3931	0,9966	0,9995	0,9999				
2008	0,9999	0,9848	0,2734	0,8922	0,6703			
2011	0,0092	0,3931	0,9966	0,6703	0,8922	0,0353		
2017	0,002	0,1786	0,9537	0,3931	0,6703	0,0092	0,9999	
2019	0,9848	0,9999	0,6703	0,9966	0,9537	0,9995	0,1786	0,064

5. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de biomassa mitjana de *Diplodus puntazzo* entre els diferents anys d'estudi. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,9609							
2002	0,0741	0,6824						
2003	0,4496	0,9892	0,9955					
2005	0,4924	0,993	0,9927	1				
2008	0,9991	0,9998	0,3404	0,871	0,8964			
2011	0,0091	0,2541	0,9991	0,8546	0,8238	0,0762		
2017	0,0011	0,0698	0,9565	0,5161	0,4729	0,0145	0,9998	
2019	0,9487	1	0,7191	0,9927	0,9955	0,9997	0,2839	0,0814

6. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de densitat mitjana de *Diplodus sargus* entre els diferents anys d'estudi. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,0003							
2002	0,0002	1						
2003	0,3031	0,4677	0,4575					
2005	0,022	0,9742	0,972	0,9848				
2008	<0,0001	0,9992	0,9993	0,1264	0,7074			
2011	0,2246	0,5727	0,5622	1	0,9948	0,1804		
2017	<0,0001	0,9984	0,9987	0,1086	0,6674	1	0,157	
2019	0,001	0,9999	0,9999	0,6635	0,9963	0,9902	0,7603	0,9853

7. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de biomassa mitjana de *Diplodus sargus* entre els diferents anys d'estudi. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,7405							
2002	0,5637	0,9999						
2003	0,7992	1	0,9999					
2005	0,9348	0,9999	0,9989	0,9999				
2008	0,976	0,9999	0,9936	0,9998	0,9999			
2011	0,9919	0,1775	0,0935	0,2209	0,4033	0,5407		
2017	0,9997	0,9671	0,8952	0,9813	0,9985	0,9998	0,8625	
2019	0,8606	0,039	0,0169	0,0526	0,1254	0,2002	0,9997	0,5062

8. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de densitat mitjana de *Diplodus vulgaris* entre els diferents anys d'estudi. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,0109							
2002	0,1945	0,9856						
2003	0,0022	0,9999	0,8884					
2005	0,2154	0,9807	1	0,8686				
2008	0,1127	0,9975	0,9999	0,9578	0,9999			
2011	0,9999	0,0534	0,4806	0,0141	0,5132	0,3309		
2017	0,5302	0,8209	0,9997	0,5501	0,9999	0,997	0,8442	
2019	1	0,0188	0,2714	0,0042	0,2971	0,1659	0,9999	0,6418

9. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de biomassa mitjana de *Diplodus vulgaris* entre els diferents anys d'estudi. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,904							
2002	0,9999	0,9864						
2003	0,9406	1	0,994					
2005	0,6135	0,0301	0,3502	0,043				
2008	0,9961	0,4018	0,953	0,4801	0,9775			
2011	0,0164	<0,0001	0,0041	<0,0001	0,8211	0,1713		
2017	0,5345	0,021	0,2846	0,0305	1	0,9588	0,8749	
2019	0,0004	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,2359	0,0115	0,9913	0,295

10. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de biomassa mitjana de *Epinephelus marginatus* entre els diferents anys d'estudi. Les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,13							
2002	0,6503	0,9922						
2003	0,8493	0,9452	0,9999					
2005	0,9772	0,7569	0,9976	0,9999				
2008	0,4784	0,9991	0,9999	0,9997	0,9842			
2011	0,9769	0,0127	0,9976	0,9999	1	0,9844		
2017	0,57	0,9999	1	0,9999	0,9936	1	0,9938	
2019	0,9972	0,9976	0,1762	0,3457	0,64	0,096	0,6386	0,1343

11. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de densitat mitjana de *Labrus* spp. entre els diferents anys d'estudi. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,9998							
2002	0,9998	1						
2003	0,9999	0,9999	0,9999					
2005	0,9999	0,9999	0,9999	1				
2008	0,0092	0,0011	0,0011	0,0033	0,0033			
2011	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,9903		
2017	1	0,9999	0,9999	1	1	0,0056	0,0001	
2019	0,9998	1	1	0,9999	0,9999	0,0011	<0,0001	0,9999

12. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de biomassa mitjana de *Labrus* spp. entre els diferents anys d'estudi. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	0,9999							
2002	0,9999	0,9999						
2003	0,982	0,9995	0,9962					
2005	0,9989	0,9999	0,9999	0,9999				
2008	<0,0001	0,0003	0,0001	0,0039	0,0009			
2011	<0,0001	0,0042	0,001	0,0347	0,011	0,9994		
2017	0,3267	0,6098	0,4666	0,9334	0,7815	0,2	0,5824	
2019	0,4278	0,7175	0,5782	0,9691	0,864	0,1384	0,4707	1

13. Test *a posteriori* (test de Tukey o mètode HSD) per a les diferències de biomassa mitjana de *Sciaena umbra* entre els diferents anys d'estudi. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2000	2001	2002	2003	2005	2008	2011	2017
2000								
2001	1							
2002	1	1						
2003	1	1	1					
2005	1	0,9999	0,9999	0,9999				
2008	1	1	1	1	0,9999			
2011	0,9994	0,9975	0,999	0,9975	0,9999	0,999		
2017	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	1	0,9999	0,9999	
2019	0,016	0,01	0,0139	0,01	0,0279	0,0138	0,1057	0,0482