

LA RESERVA MARINA DEL MIGJORN DE MALLORCA.

SEGUIMENT DE LES ESPÈCIES DE PEIXOS VULNERABLES SOBRE SUBSTRAT ROCÓS.

INFORME DELS RESULTATS EN EL PERÍODE 2003 - 2019.

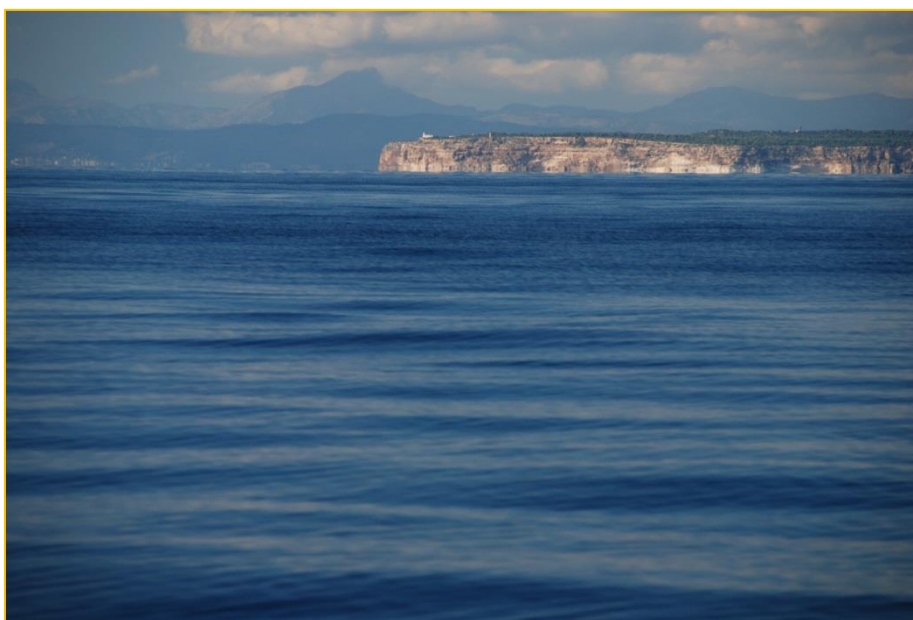


G CONSELLERIA
O MEDI AMBIENT,
I AGRICULTURA
B I PESCA



UNIÓN EUROPEA

FONDO EUROPEO MARÍTIMO
Y DE PESCA (FEMP)



Autors:

Gabriel Morey, Josep Coll, Francesc Verger (Tragsatec)

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



Citar com:

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

INDEX

Resum executiu.....	1
1. Introducció i antecedents.....	3
2. Metodologia.....	5
2.1. La presa de dades.....	5
2.2. Les àrees d'estudi i el disseny de mostreig.....	6
2.3. Tractament de les dades.....	10
3. Resultats.....	12
3.1. La riquesa d'espècies vulnerables.....	12
3.2. La densitat total d'espècies vulnerables.....	18
3.3. La biomassa total d'espècies vulnerables.....	20
3.4. Les espècies més freqüents i abundants.....	23
3.4.1. La morruda <i>Diplodus puntazzo</i>	23
3.4.2. El sard <i>Diplodus sargus</i>	28
3.4.3. La variada <i>Diplodus vulgaris</i>	34
3.4.4. L'anfós <i>Epinephelus marginatus</i>	42
3.4.5. Els grans làbrids <i>Labrus</i> spp.....	53
3.4.6. L'escorball <i>Sciaena umbra</i>	62
4. Discussió i Conclusions.....	68
5. Referències bibliogràfiques.....	71

RESUM EXECUTIU

El juliol de 2019 es va realitzar la quarta campanya de seguiment dels peixos de substrat rocós de la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca (RMMM). Conjuntament amb les campanyes de 2003, 2010 i 2017, hem disposat d'una base de dades de 690 transectes de 250 m² i 20 espècies demersals d'interès pesquer.

L'àrea parcialment protegida ocupa el 98,7% de la reserva marina i els principals indicadors emprats per a la seva avaluació (la densitat, riquesa i biomassa mitjanes d'espècies vulnerables) no han presentat valors majors respecte de les zones control. L'indicador més important, la biomassa de peixos, ha presentat un valor mitjà de 3,6 kg/250 m² que no difereix dels valors de la major part del litoral sense protecció de les Illes Balears. En el cas d'espècies concretes, els efectes positius de la reserva parcial es limiten a una major densitat i talla d'anfós respecte de les zones sense protecció. Tot i això, la talla modal d'aquesta espècie dins la reserva parcial (39-40 cm) no assoleix la talla mínima de captura establerta (50 cm) i, per altra banda, la major densitat es pot haver vist afavorida pel major reclutament detectat dins la reserva el 2017.

La reserva integral ha presentat una major riquesa d'espècies respecte als controls des de la primera campanya de 2010, quan ja duia 5 anys declarada, temps suficient per a què les espècies més vulnerables incrementessin la seva freqüència. Això, i conjuntament amb la major freqüència de talles grosses de sards i variades, ha repercutit en el valor de biomassa, que amb 5,4 kg/250 m² és el més elevat de tota la sèrie temporal i de totes les zones estudiades. L'escassedat d'hàbitat adient per als peixos de roca produeix que la variació entorn de la mitjana sigui elevada i els resultats no es diferenciïn significativament de les mitjanes observades a la reserva parcial i als controls. Aquest efecte de l'hàbitat es fa palès quan ampliam l'escala de referència amb altres localitats on tan sols està regulada la pesca, i no prohibida, com n'és el cas de la Reserva Natural des Vedrà, Vedranell i Illots de Ponent, a Eivissa, i on la biomassa mitjana de peixos (6,4 kg/250 m²; Coll *et al.* 2019a) és superior fins i tot a l'observada a la reserva integral de la RMMM. D'altra banda, és important assenyalar que la no detecció d'un efecte de la protecció a la RMMM està influït per l'augment de la biomassa de peixos a les zones control d'Andratx, fenomen que també s'ha observat a zones control d'altres reserves marines de les Illes Balears (Coll *et al.*, 2018, 2019b)

L'avaluació de les poblacions de peixos vulnerables a la pesca en aquest estudi, abasteix un estret cinturó de fons rocosos de l'infralitoral superior (<15 m) que limita amb alguers de *Posidonia oceanica* i fons arenosos molt a prop de la costa (< 200 m). Si bé el conjunt d'espècies tractades és important dins l'ecosistema litoral, l'hàbitat majoritari de la reserva marina no és rocós i s'haurien d'adoptar altres mètodes per conèixer l'estat de conservació dels peixos que l'habiten.

1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

La Reserva Marina del Migjorn de Mallorca (RMMM) va ser declarada per Ordre del conseller d'Agricultura i Pesca de 3 de maig de 2002 entre el cap Blanc i cala Figuera, i fou posteriorment ampliada en el seu sector occidental, abastint aigües més profundes, en l'Ordre de 21 de maig de 2003. L'especificació de les modalitats i els períodes d'utilització dels ormeigs de pesca professional, recreativa i esportiva dins l'àmbit de la reserva marina no s'establí fins la Resolució de 24 de maig de 2003.

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

En la segona campanya de camp, realitzada el juliol de 2003, s'estudià d'una forma més acurada l'estructura de les poblacions de peixos de roca amb interès pesquer, amb la replicació adient per detectar canvis en l'espai i el temps (Coll *et al.*, 2003). Els resultats d'aquesta campanya es poden considerar com la descripció de l'estat "zero" o, de forma més realista, d'un estadi incipient de la protecció. Donat el cas de la gran extensió de la reserva marina, amb 22.332 Ha, i de la necessitat de censar els peixos a diferents escales espacials, l'estudi es centrà tan sols en la zona infralitoral superior (< 15 m), on les espècies són objecte principal de la pesca submarina, de la pesca recreativa amb canya des de terra, de la pesca de volanti i de la pesca professional amb arts fixes (tremalls i soltes). Les regulacions que afecten aquestes modalitats de pesca són, per tant, les que més podien influir en l'estat de les poblacions de peixos en l'estrat d'hàbitat i fondària estudiat.

En aquest context, cal ressaltar també que l'estudi iniciat tractava en un origen sobre els efectes de canvis en l'esforç i la selectivitat de pesca introduïts en la normativa de la reserva, diferenciant-se així dels estudis més tradicionals, que normalment es realitzen sobre l'efecte de la prohibició total d'alguna o de totes les modalitats pesqueres possibles en una reserva marina. La precisió i l'esforç requerits en la presa de dades va ser important des de l'inici, pensant *a priori* que els canvis que es produirien a la Reserva de Migjorn serien d'una magnitud inferior als observats fins ara a altres reserves amb una normativa molt més restrictiva. Això no obstant, el maig de 2005 s'introduí un nou escenari a estudiar amb la declaració de la reserva integral entre cala Figuereta i cala de s'Almonia, al sector est de la reserva marina.

El juliol de 2010, 7 anys després de l'estudi de 2003, es tornaren censar les zones estudiades i s'afegí el cens dins la reserva integral. Els resultats foren molt discrets, destacant els efectes de la minva en esforç pesquer professional al sector de Llevant

(de Cala Figuera al Cap Salines), que repercutiren en un increment significatiu de variada *Diplodus vulgaris* i en una major abundància de juvenils de grans làbrids *Labrus* spp. i càntara *Spondyllosoma cantharus*. Cap de les espècies més indicadores de l'estat de salut de l'ecosistema rocós litoral: peixos adults de *Epinephelus marginatus*, *Sciaena umbra*, *Labrus* spp., *Diplodus sargus*, varen millorar la seva situació després de 7 anys de protecció parcial i tampoc dins la reserva integral. L'existència de colls de botella naturals, com la manca d'hàbitat rocós i de connexió amb fons rocosos profunds, conjuntament amb el gran nombre de modalitats pesqueres recreatives i professionals permeses, limitaren sens dubte el desenvolupament de poblacions de peixos adults (Coll i Morey, 2010).

El juliol de 2017 es realitzà la tercera campanya de censos a la RMMM. Els indicadors més importants dels efectes de la protecció (biomassa i riquesa d'espècies) mostraren un escenari d'estabilitat des de la creació de la reserva marina i no es diferenciaren dels valors de la majoria d'àrees obertes a la pesca del context geogràfic de les Illes Balears. Els resultats pel que fa l'àrea parcialment protegida, per tant, no evidenciaren que es produís l'anomenat "efecte reserva"; és a dir, una major densitat, talla o biomassa dins la zona protegida respecte a zones controls sense protecció. Les variacions observades en sentit positiu (e.g. increment d'espàrids al sector de Santanyí o major densitat d'escorbals al Torrent Fondo) no es produïren d'una forma general a tota la reserva, sinó a llocs concrets i, a més a més, no es diferenciaren dels canvis observats a les zones control, estant en general molt condicionats per processos d'assentament i reclutament de juvenils. La reserva integral sí que va presentar valors de biomassa total més d'acord amb els de zones protegides ($> 4 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$) des de la campanya de 2010, quan tenia 5 anys de vigència, tot i que l'elevada variació a petita escala impedí discernir diferències amb les zones control.

En aquest informe es presenten els resultats de l'evolució d'una sèrie d'indicadors entre la primera campanya duta a terme a la RMMM l'any 2003 i la darrera, realitzada el mes de juliol de 2019.

2. METODOLOGIA

2.1. La presa de dades

La presa de dades s'ha basat en inventaris visuals fets en immersió amb escafandre autònom, sobre una sèrie de 162 transsectes de 50 x 5 m (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) distribuïts entre dues localitats a la Reserva Marina del Migjorn (Llucmajor i Santanyí) i una localitat control situada a la costa d'Andratx (Figures 1 i 2). Aquestes foren les mateixes localitats i el mateix nombre de transsectes emprats en els estudis de 2003, 2010 i 2017, per la qual cosa el nombre total de transsectes per avaluar els efectes de la protecció parcial ha estat de N= 648. A aquests transsectes hem d'afegir els realitzats dins la reserva integral, N= 18 el 2010, N=12 el 2017 i N=12 el 2019.

El mètode de presa de dades, basat en els inventaris visuals, permet una avaluació qualitativa i quantitativa relativament ràpida de la ictiofauna d'una zona determinada, i la seva eficàcia en la caracterització i comparació de la ictiofauna litoral sobre substrat rocós a la Mediterrània, ha estat abastament comprovada (Bell, 1983; Harmelin, 1987; Garcia-Rubies i Zabala, 1990; Francour, 1991; entre molts d'altres). A més, l'exactitud dels censos millora considerablement quan el nombre d'espècies és reduït respecte tota la comunitat íctica (l'anomenat *Discret Group Censusing* segons Greene i Alevizon, 1989), tal com s'ha dut a terme aquí, només amb les espècies típiques dels fons rocosos que són més vulnerables a la pesca professional, a la pesca submarina i, parcialment, a la pesca recreativa amb diferents ormeigs. El conjunt d'aquestes espècies es troben dins les categories espacials que Harmelin (1987) descriu com a de baix *home range*; és a dir, espècies amb moviments d'abast mitjà o baix (categories 3, 5 i 6). Així mateix, en no tractar-se d'un mètode de presa de dades destructiu, la seva aplicació és especialment adient en estudis relacionats amb les àrees marines protegides.

Sobre cadascun dels transsectes s'identificaren les espècies objectiu i se'n va estimar el nombre d'individus i llur talla. Es va procurar, en tot cas, que l'estima del nombre d'exemplars fos el més acurada possible. Si els peixos formaven moles denses es va atribuir el nombre d'individus estimat a classes d'abundància preestablertes que seguien, aproximadament, una progressió geomètrica de classe 2 (1; 2-4; 5-10; 11-30; 31-50; 51-100; etc). Les talles s'estimaren en classes de 2cm. L'error en l'estimació visual de les talles 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 (veure protocol de Bell *et al.*, 1985).

A més de les dades referents als peixos, sobre cada transsecte s'ha realitzat una caracterització de l'hàbitat en base als trets més rellevants del fons. Així, s'ha registrat sempre la profunditat mínima, màxima i mitjana, i s'ha tipificat la natura física del substrat en base al tipus de cobertura. Aquesta ha estat diferenciada 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'han estimat en base als percentatges ocupats sobre la llargada total del transsecte, assenyalada per la cinta mètrica de 50m que serveix de corda guia. El relleu del fons, o "rugositat" (sensu Lukhurst i Lukhurst, 1978), 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 transsecte i/o variacions verticals de més de 2m; 4: presència de blocs i d'escletxes importants, ocupant més del 50% de la longitud del transsecte i/o pregones variacions verticals amb una relació entre la longitud real i la lineal propera o superant el 2. Finalment, a cada transsecte s'estimà el pendent del substrat en base a una escala establerta de l'1 al 4, essent: 1, un pendent d'entre 0 i 30°; 2 de 30 a 60°; 3 de 60 a 90°; i 4, si el pendent superava els 90°, formant superfícies extraplomades.

2.2. Les àrees d'estudi i el disseny de mostreig

El mostreig s'ha realitzat tenint en compte, d'una banda, l'estatus de protecció parcial (RP) de la Reserva del Migjorn amb la normativa vigent des de 2003 i, d'altra, una àrea comparable amb cap mesura especial de protecció, situada a la costa d'Andratx (Figures 1 i 2). A més a més, les grans dimensions de la Reserva del Migjorn obligaven a realitzar un mostreig més ampli que el que normalment s'ha realitzat a altres reserves. En aquest sentit, es va dividir la reserva marina en dues grans localitats: la costa de Lluçmajor (RPA) i la costa de Santanyí (RPB) (Fig. 1). Aquesta separació ve justificada també per la diferent pressió pesquera que rep cadascuna, una informació que enregistra el servei de vigilància de la reserva marina i que se mostra a la figura 3. En cadascuna d'aquestes localitats (Andratx, Lluçmajor i Santanyí), separades per més de 30 km, s'han estudiat dues zones que disten com a mínim 1 km una de l'altra, la qual cosa permet analitzar les variacions a una escala espacial de tipus mitjà (Figures 1 i 2). En cadascuna d'aquestes zones s'han realitzat nou transsectes de 50 x 5 m, situats a l'atzar i separats com a mínim 10 metres un de l'altre.

Juntament amb la replicació espacial dels transsectes s'han tingut en compte les petites variacions temporals que es puguin donar en la densitat de les espècies

objecte d'estudi, que poden dependre de canvis en les condicions meteorològiques, l'estat de la mar, l'hora del dia, la presència de depredadors, etc. Aquest control de les variacions diàries ha estat suggerit en els manuals més tradicionals de censos visuals (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) i és necessari per poder analitzar canvis en períodes de temps superiors (anys) (Underwood, 1997).

Així, aquest factor s'ha incorporat al disseny de mostreig i cada zona ha estat censada en tres dies diferents entre el 17 i el 30 de juliol de 2019, en un interval horari que va de les 12:00 a les 16:00 hores. El nombre total de transsectes realitzats és per tant de: 3 localitats (dues àrees parcialment protegides (RP) i una àrea no protegida o no reserva (NR)) x 2 zones x 9 transsectes x 3 dies= 162 transsectes. Juntament amb els 486 transsectes realitzats el 2003, el 2010 i el 2017, el nombre total d'inventaris visuals a tractar és de 648.

En les campanyes de 2010, 2017 i 2019 s'estudiaren també 2 zones dins la reserva integral: R1, situada més al sud, i R2, situada més al nord (Fig. 1). A cadascuna d'aquestes zones se realitzaren 9 transsectes el 2010 i 6 transsectes la resta d'anys.

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

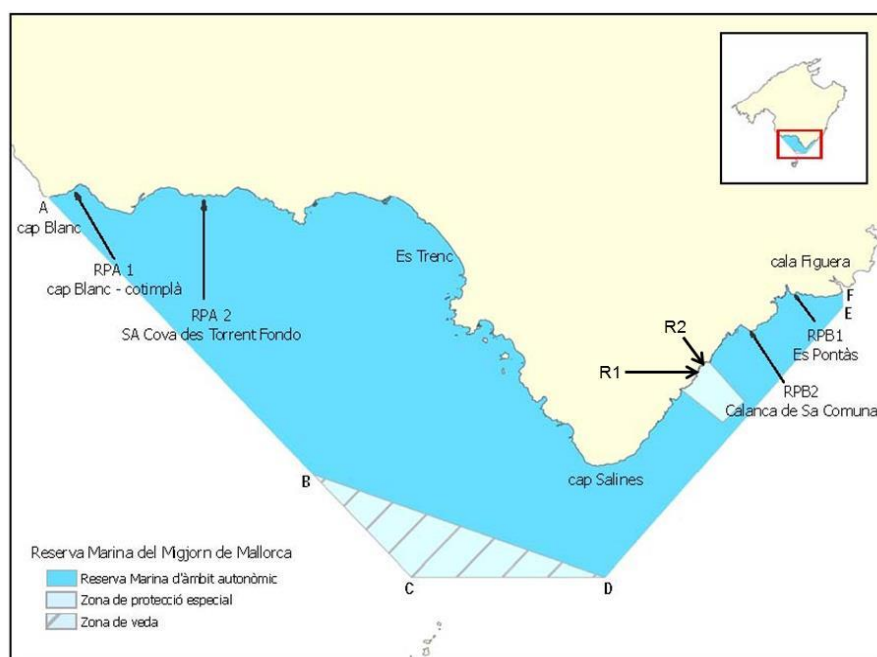


Figura 1. Mapa de la RMMM amb les zones de mostreig (R1, R2, RPA 1, RPA 2, RPB 1 i RPB 2).

Costa sud-oest de Mallorca



Es Rajolí (NR1)



Cala Egos (NR2)



Figura 2. Zones de mostreig a la costa d'Andratx (localitat control): Es Rajolí (NR1) i cala Egos (NR2).

2.3. Tractament de les dades

Amb les dades obtingudes el 2003, 2010, 2017 i 2019 es va calcular el nombre d'espècies vulnerables, la densitat i biomassa totals; i la densitat i biomassa per a cada espècie dins cada transsecte, prenent aquest com a unitat de mostra o rèplica. Per al càlcul de la biomassa de cada espècie s'utilitzaren les relacions talla:pes descrites per Morey *et al.* (2003).

L'efecte del temps de protecció parcial a la Reserva del Migjorn respecte la costa no protegida d'Andratx es va comprovar mitjançant una anàlisi de la variància replicat a dues escales espacials; és a dir, un factor fix, anomenat "Protecció" (Ph), que recull les diferències entre localitats i es replica, espacialment, en "zones" (Zi), aleatòries i encaixades dins la localitat. Per a aquests factors espacials s'analitzà l'efecte de la interacció amb el temps Tj . Així, cada rèplica o transsecte ($Xhijk$) es pot definir com la suma de la mitjana global (μ) de totes les rèpliques efectuades, més la variació creada per l'efecte protecció (=localitat) (Ph), més la variació deguda a la zona i en la localitat h $Zi(h)$, més l'efecte dels anys 2003, 2010, 2017 i 2019 Tj , més la interacció del temps amb cada zona $Tj \times Zi(h)$, més la interacció del temps amb la protecció $Tj \times Ph$, més el terme d'error degut a la variació entre rèpliques ($ehijk$). El model lineal queda, doncs:

$$Xhijk = \mu + Ph + Zi(h) + Tj + Tj \times Zi(h) + Tj \times Ph + ehijk.$$

Prèviament a l'anàlisi es comprovà 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 es varen transformar logarítmicament ($x' = \log(x+1)$). En qualsevol cas, les dades foren analitzades malgrat que no s'acomplissin totes aquestes condicions. Si no s'assolí l'homogeneïtat de les variàncies, l'anàlisi es va dur a terme amb les dades originals, prenent-se la precaució d'eleva el nivell de significació fins a 0.01 (en lloc de l'habitual $p < 0.05$) per tal d'evitar el risc de cometre un error de tipus I, és dir, d'afirmar que hi ha diferències quan realment no n'hi ha (Underwood, 1997).

Per a l'anàlisi dels efectes de la reserva integral, la sèrie de dades es restringí a 2010, 2017 i 2019, contrastant-se l'efecte de la protecció entre 4 grups o tractaments: Controls, Lluçmajor (RPA), Santanyí (RPB) i Reserva Integral; i l'efecte de variació espacial a mitjana escala niat dins cada tractament: l'efecte zona. El model resultant fou, per tant:

$$Xhij = \mu + Ph + Tj + Zi(h) + Tj \times Zi(h) + Tj \times Ph + ehij.$$

Tant en l'anàlisi de la interacció entre temps i protecció parcial com en l'anàlisi sobre l'efecte de la reserva integral, es va procedí a realitzar un *pooling* dels termes

d'error i de l'efecte zona quan les diferències detectades per a aquest efecte niat presentaren una probabilitat d'acceptació de la hipòtesi nul·la quan aquesta és vertadera $> 0,25$ (Underwood, 1997). D'aquesta manera s'incrementa el poder de detectar diferències degudes a la interacció o entre els diferents nivells de protecció. A cada anàlisi, i en els casos en què es pogué realitzar el *pooling*, es presenten els resultats amb l'efecte zona i sense l'efecte zona (*pooling*). Totes les anàlisis foren realitzades amb el programa estadístic Statistica 6.0.

També es va analitzar l'estructura de talles de les espècies més freqüents i abundants (*Diplodus puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris* i *Epinephelus marginatus*) durant l'any 2019. La talla és un bon indicador de fenòmens com el reclutament o el nivell d'explotació al què es troba sotmesa una població. La comparació es va fer entre els distints nivells de protecció.

3. RESULTATS

3.1. Riquesa d'espècies vulnerables

El nombre d'espècies vulnerables enregistrades en el període 2003-2019 ha estat de 20. D'aquestes, 4 pertanyen a la categoria 1 d'Harmelin (1987), i no han estat considerades a les anàlisis (Taula 1). En el conjunt de les campanyes dutes a terme, s'han comptabilitzat 12 espècies a la zona de reserva integral, 15 a la RPA (sector de Llucmajor), 16 a la RPB (sector de Santanyí), i 17 a les zones control (Andratx-Estellencs). No obstant això, si no es tenen en compte les espècies de la categoria 1, els valors són més uniformes, amb l'excepció de la reserva integral on segueixen essent inferiors, en part degut al menor nombre de transsectes realitzats en aquesta zona.

Efectes de la reserva parcial en els anys 2003, 2010, 2017 i 2019.

L'anàlisi de la variància no detectà cap diferència (Taula 2), però en realitzar el *pooling* per al factor zona s'observaren diferències entre anys i entre nivells de protecció (Taula 3). Bloquejant el factor any es comprovà que ni a l'inici (2003) ni al final (2009) de la sèrie temporal, la protecció parcial exercí cap efecte significatiu en el nombre d'espècies (Taules 4 i 5), mentre que sí se'n donaren el 2010 i el 2017, quan els controls mostraren valors inferiors als de la reserva parcial (2010: $F=7,417$ i $p=0,00083$; 2017: $F=8,396$ i $p=0,00034$).

Taula 1. Abundància de les espècies enregistrades a les campanyes de 2003, 2010, 2017 i 2019 a cadascun dels nivells de protecció mostrejats.

	R			RPA				RPB				NR			
	2010	2017	2019	2003	2010	2017	2019	2003	2010	2017	2019	2003	2010	2017	2019
Categoria 1															
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sphyraena viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	81
Categoria 3															
<i>Diplodus puntazzo</i>	13	8	12	49	29	50	45	24	27	20	39	19	36	40	33
<i>Diplodus sargus</i>	263	125	88	669	427	316	329	538	716	613	509	294	345	435	295
<i>Diplodus vulgaris</i>	466	274	267	658	436	683	902	528	805	846	843	705	440	853	979
<i>Sparus aurata</i>	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	10	0	0	7	61	8	0	1	149	18	2	21	61	7	35
Categoria 5															
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	8	13	18	28	11	90	31	43	21	74	33	43	15	8	7
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	2	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0
<i>Labrus merula</i>	23	2	5	1	28	2	9	1	25	3	14	0	13	9	6
<i>Labrus viridis</i>	5	4	3	0	5	0	1	0	6	7	5	1	2	5	1
<i>Sciaena umbra</i>	19	2	5	41	18	21	27	2	11	4	9	6	2	4	4
Categoria 6															
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Muraena helena</i>	1	0	0	3	3	4	3	1	5	3	4	2	2	3	2
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	1	13	0	1	0	12	3	0	0	2	3	6
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
Nombre d'espècies	9	8	9	10	12	10	10	9	11	13	10	8	13	13	13
Nombre de transsectes	18	12	12	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

Riquesa d'espècies vulnerables

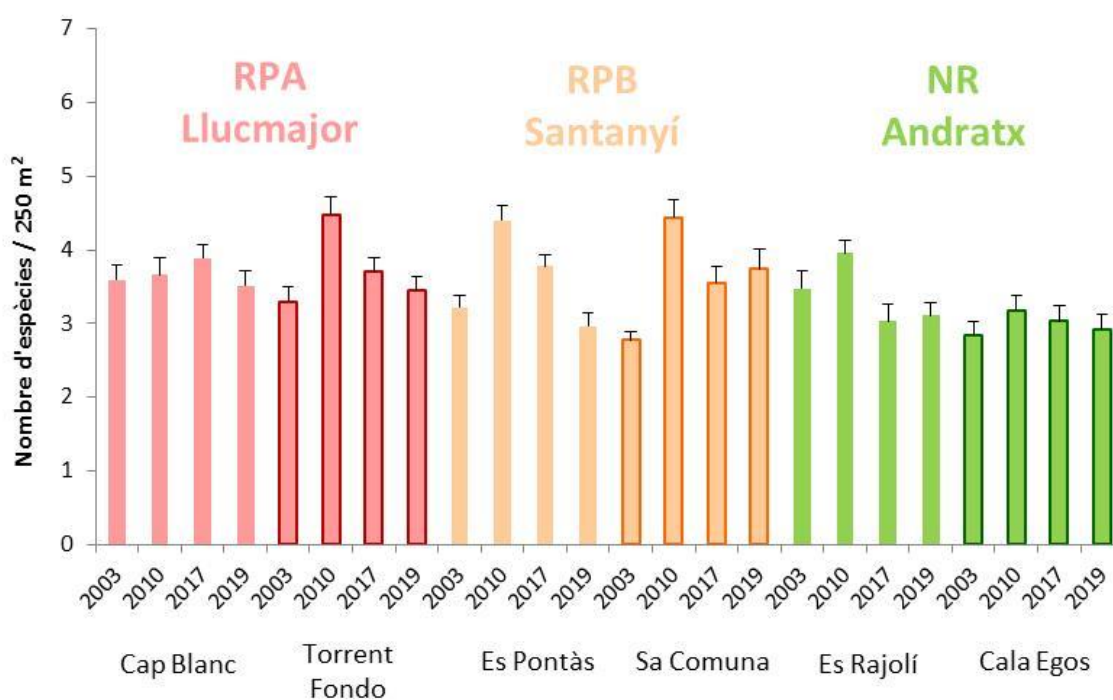


Figura 3. Evolució del nombre d'espècies vulnerables (mitjana ± EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 2. Anàlisi de la variància per al nombre d'espècies. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	7952,01	1	7952,01	2692,215	0,000016
Temps	66,38	3	22,13	7,288	0,008811
Prot	30,78	2	15,39	5,211	0,105682
Temps*Prot	18,43	6	3,07	1,012	0,473847
Zona(Prot)	8,86	3	2,95	0,973	0,447247
Temps*Zona(Prot)	27,32	9	3,04	2,753	0,003670
Error	688,22	624	1,10		

Taula 3. Anàlisi de la variància entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) per al nombre d'espècies. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	7952,01	1	7952,01	6981,535	0,000000
Temps	66,38	3	22,13	19,425	0,000000
Prot	30,78	2	15,39	13,512	0,000002
Temps*Prot	18,43	6	3,07	2,697	0,013606
Error	724,41	636	1,14		

Taula 4. Anàlisi de la variància del nombre d'espècies entre els tres nivells de protecció (Prot) per a l'any 2003. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1662,72	1	1662,72	1685,693	0,000000
Prot	5,44	2	2,72	2,760	0,066337
Error	156,83	159	0,99		

Taula 5. Anàlisi de la variància del nombre d'espècies entre els tres nivells de protecció (Prot) per a l'any 2019. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1747,06	1	1747,06	1487,237	0,000000
Prot	6,16	2	3,08	2,622	0,075787
Error	186,78	159	1,17		

Efectes de la reserva integral en els anys 2010, 2017 i 2019

Els valors màxims a tots els nivells de protecció es varen donar l'any 2010, essent de 4,5 espècies/250 m² a la reserva integral, 4,1 i 4,4 espècies/250 m² a la RPA i RPB, i de 3,6 espècies/250 m² a les zones control (Figura 4). Per contra, els valors foren mínims a tots els nivells de protecció al 2019 (R: 3,8 espècies/250 m²; RPA: 3,5 espècies/250 m²; RPB: 3,4 espècies/250 m²; NR: 3 espècies/250 m²).

L'anàlisi de la variància per a tots els factors detectà diferències tan sols entre anys (Taula 6). En realitzar el *pooling* per al factor zona s'observaren diferències entre anys i entre nivells de protecció (Taula 7). La tendència general de la riquesa d'espècies és el d'una minva generalitzada entre 2010 i 2019 en tots els nivells de protecció i una major riquesa en la reserva integral i parcial respecte dels controls des del començament de l'estudi (reserva integral: 4,2 espècies/250 m²; RPA: 3,8 espècies/250 m²; RPB: 3,8 espècies/250 m²; NR: 3,2 espècies/250 m²).

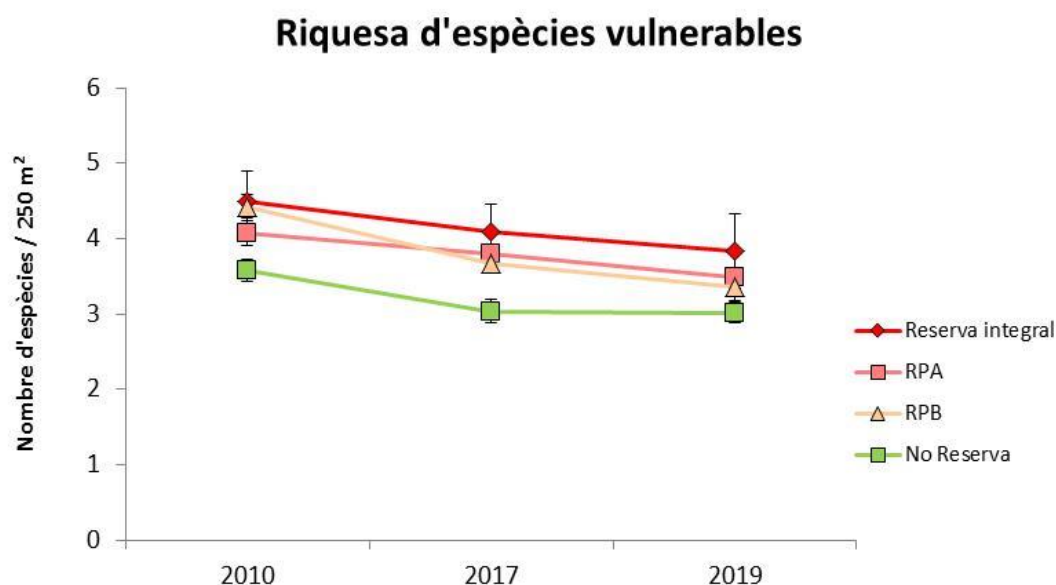


Figura 4. Evolució del nombre d'espècies vulnerables (mitjana $\pm$ EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 6. Anàlisi de la variància per al nombre d'espècies entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	5170,78	1	5170,78	2177,722	0,000000
Temps	35,87	2	17,94	6,974	0,011234
Prot	48,35	3	16,12	5,832	0,056564
Temps*Prot	6,24	6	1,04	0,344	0,895424
Zona(Prot)	11,40	4	2,85	0,913	0,500705
Temps*Zona(Prot)	24,98	8	3,12	2,498	0,011462
Error	629,87	504	1,25		

Taula 7. Anàlisi de la variància per al nombre d'espècies en el període 2010 i 2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	5170,78	1	5170,78	4002,238	0,000000
Temps	35,87	2	17,94	13,883	0,000001
Prot	48,35	3	16,12	12,474	0,000000
Temps*Prot	6,24	6	1,04	0,805	0,566254
Error	666,66	516	1,29		

3.2. La densitat total d'espècies vulnerables

Efectes de la reserva parcial en els anys 2003, 2010, 2017 i 2019.

Tot i les variacions existents a cadascuna de les localitats d'estudi (Figura 5), l'anàlisi de la variància no va detectar diferències significatives per a cap dels factors (Taula 8). En conjunt no s'observà un augment de la densitat degut a la protecció entre 2003 i 2019. Les diferències locals entre zones dins un mateix nivell de protecció han estat prou importants com per obscurir diferències d'ordre major (Taula 8). Així, les densitats mitjanes del període 2003-2019 es trobaren, al sector de Llucmajor, en el rang 22,9 – 23,6 individus/250 m² (RPA1 i RPA2, respectivament); al sector de Santanyí oscil·laren entre 30,2 i 25,1 individus/250 m² (RPB1 i RPB2, respectivament); i entre 18,8 i 25,1 individus/250 m² a les zones control (NR1 i NR2). Finalment, durant el 2019 la densitat mitjana va ser semblant als tres nivells de protecció (RPA: 25 individus/250 m²; RPB: 27 individus/250 m²; NR: 25,3 individus/250 m²).

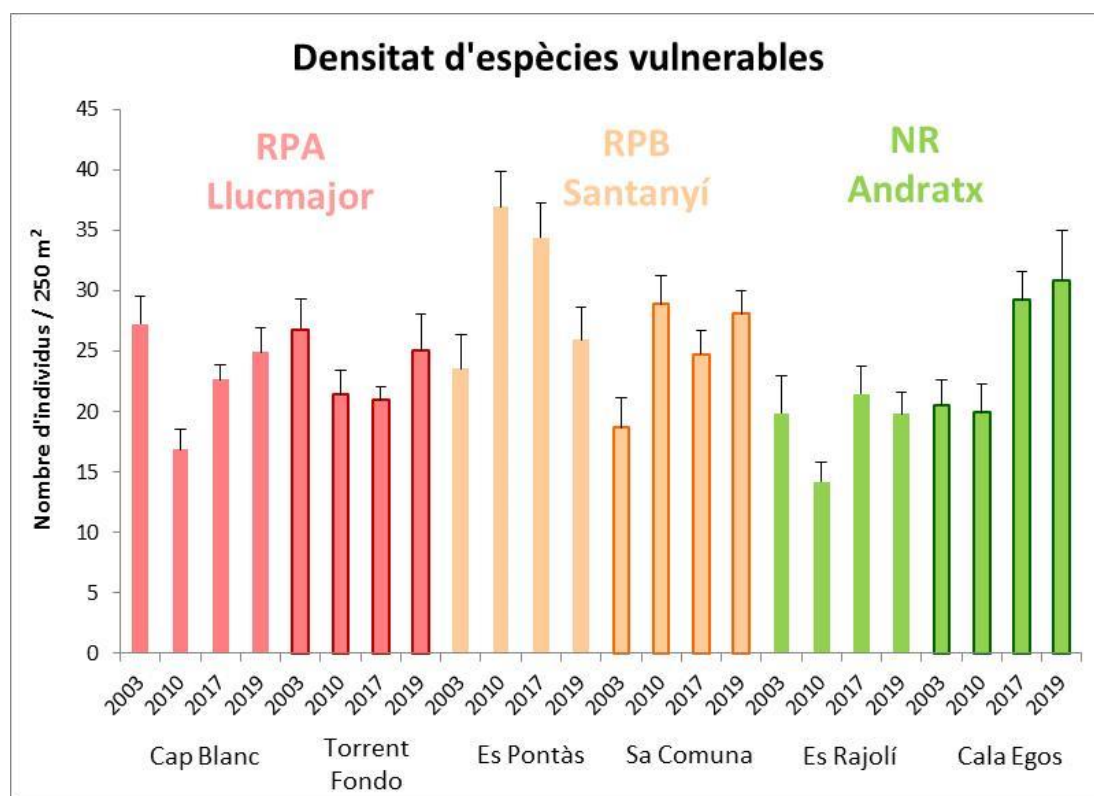


Figura 5. Evolució de la densitat total d'espècies vulnerables (mitjana ± EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 8. Anàlisi de la variància per a la densitat total d'espècies vulnerables. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	382229,39	1	382229,39	320,3263	0,000380
Temps	1241,99	3	414,00	1,7176	0,232557
Prot	3844,23	2	1922,12	1,6108	0,334830
Temps*Prot	7432,13	6	1238,69	5,1392	0,014736
Zona(Prot)	3579,75	3	1193,25	4,9507	0,026759
Temps*Zona(Prot)	2169,25	9	241,03	1,5487	0,127314
Error	97113,26	624	155,63		

Efectes de la reserva integral en els anys 2010, 2017 i 2019

La densitat total va experimentar un descens continuat a la reserva integral entre 2010 i 2019, des de 45 a 33 individus/250 m² (Figura 6). També la RPB va patir una minva, de 33 a 27 individus/250 m². La RPA, en canvi, va augmentar de 19 a 25 individus/250 m², així com els controls (de 17 a 25 individus/250 m²). En conjunt, s'observa una convergència entre totes els nivells de protecció, amb un descens dels que partien com a superiors el 2010, i un augment dels que presentaven valors més baixos. Amb tot, les úniques diferències significatives es trobaren en l'evolució entre zones dins el nivell de protecció (Taula 9).

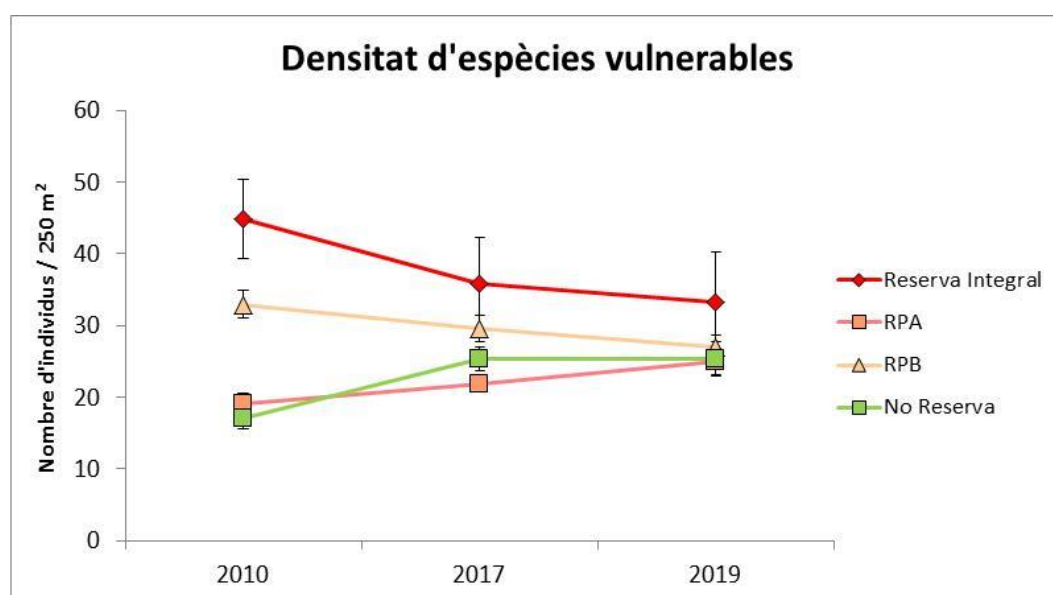


Figura 6. Evolució de la densitat total d'espècies vulnerables (mitjana ± EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 9. Anàlisi de la variància per a la densitat total d'espècies vulnerables entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	727,30	1	727,30	3692,323	0,000000
Temps	0,05	2	0,02	0,318	0,733942
Prot	2,93	3	0,98	3,881	0,109804
Temps*Prot	1,50	6	0,25	3,028	0,071227
Zona(Prot)	1,06	4	0,26	3,112	0,080406
Temps*Zona(Prot)	0,68	8	0,08	2,238	0,023598
Error	19,12	504	0,04		

3.3. La biomassa total d'espècies vulnerables

Efectes de la reserva parcial en els anys 2003, 2010, 2017 i 2019.

La biomassa d'espècies vulnerables va experimentar un augment a totes les localitats i zones mostrejades, tant a dins com a fora de la reserva (Figura 7), assolint els 3,2 kg/250 m² a la RPA i els 3,9 kg/250 m² a la RPB, lleugerament per sobre de les zones control (NR: 3,1 kg/250 m²). Aquest increment va ser constant a les dues zones de la RPB (sector de Santanyí), i més accentuat a Sa Comuna (360%) que a Es Pontàs (60%). A la RPA (sector de Lluçmajor), l'augment de biomassa enregistrat el 2019 respecte de 2003 va ser del 75% al Cap Blanc i del 134% al Torrent Fondo. A les dues zones control també s'observaren aquests increments de biomassa, essent del 50% a Es Rajolí i del 177% a Cala Egos. Com a conseqüència d'aquest augment generalitzat a totes les zones, no es detectà un efecte de la protecció (Taula 10). L'ANOVA només assenyalà diferències temporals, amb valors dels anys 2017 i 2019 superiors als seus respectius anys anteriors.

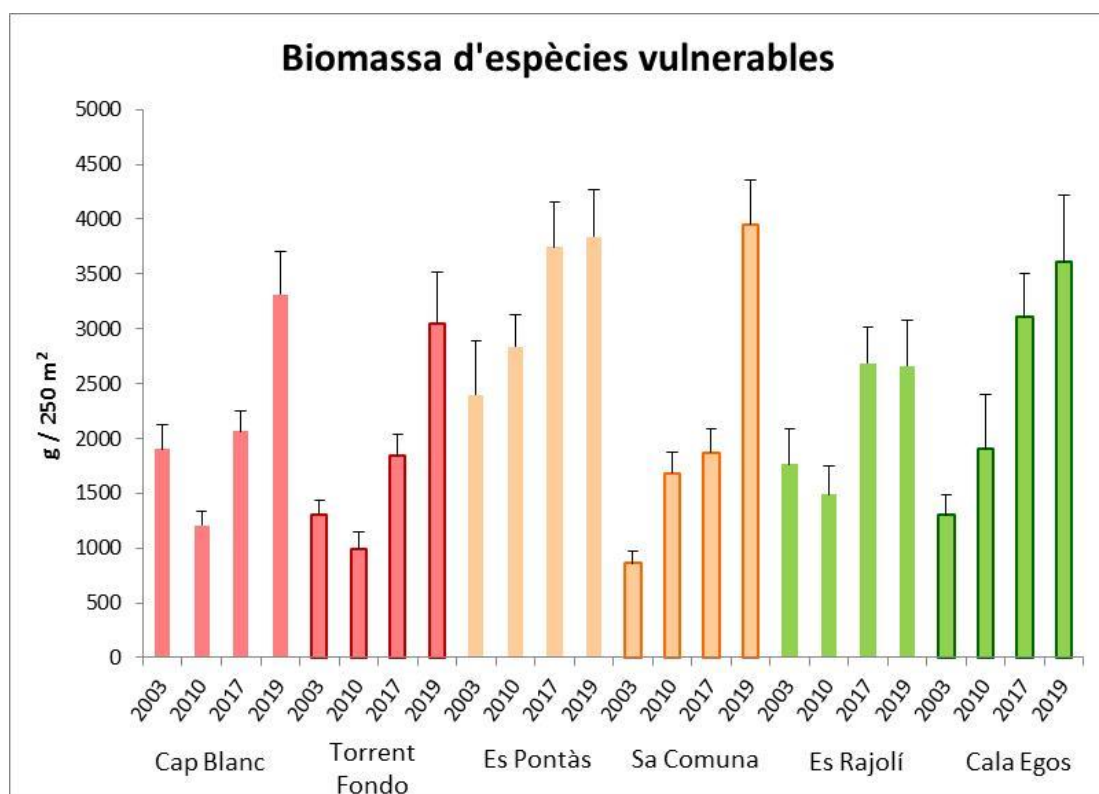


Figura 7. Evolució de la biomassa total d'espècies vulnerables (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 10. Anàlisi de la variància per a la biomassa total d'espècies vulnerables. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	3448979326,5	1	3448979326,5	132,0443	0,001415
Temps	351054184,2	3	117018061,4	22,9984	0,000148
Prot	51394692,1	2	25697346,1	0,9838	0,469305
Temps*Prot	34239886,3	6	5706647,7	1,1216	0,420797
Zona(Prot)	78359571,7	3	26119857,2	5,1335	0,024279
Temps*Zona(Prot)	45792847,0	9	5088094,1	1,6351	0,101715
Error	1941721297,5	624	3111732,8		

Efectes de la reserva integral en els anys 2010, 2017 i 2019

La tendència de la biomassa total a dins la reserva integral va ser semblant a l'observada a la reserva parcial, amb un increment continu de 3,1 a 5,4 kg/250 m² entre 2010 i 2019 (Figura 8), que significà un augment del 72%. Aquest increment

anual a tots els nivells de protecció impedit la detecció de diferències degudes a la protecció (Taula 11).

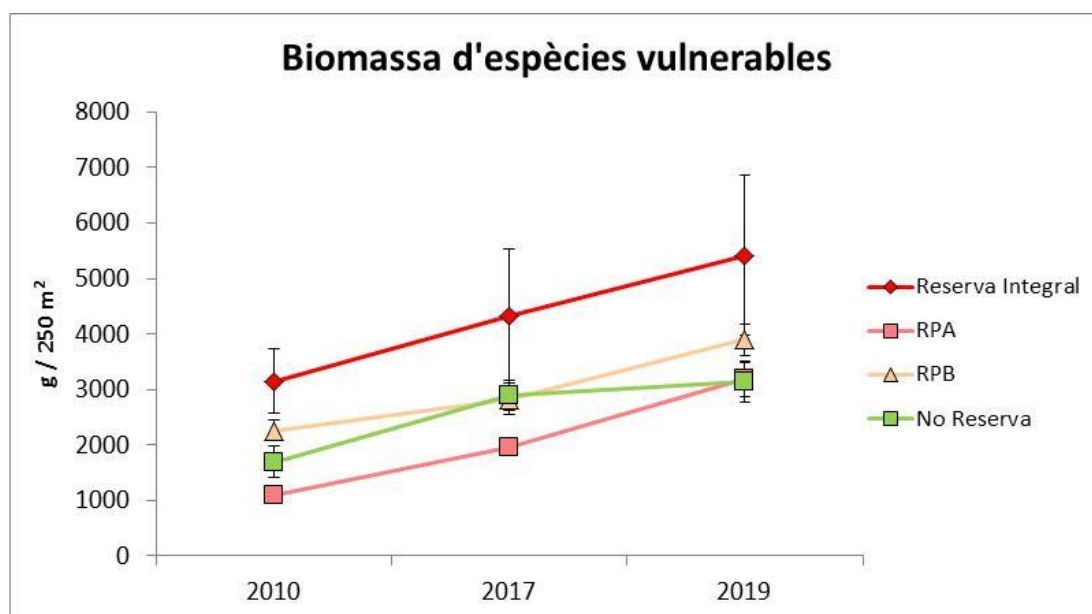


Figura 8. Evolució de la biomassa total d'espècies vulnerables (mitjana $\pm$ EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 11. Anàlisi de la variància per a la biomassa total d'espècies vulnerables entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	3294747920,45	1	3294747920,45	240,4761	0,000026
Temps	221456313,61	2	110728156,81	15,4893	0,000512
Prot	181178913,20	3	60392971,07	3,5574	0,122957
Temps*Prot	20073410,13	6	3345568,36	0,4108	0,853554
Zona(Prot)	70774211,26	4	17693552,81	2,1175	0,170074
Temps*Zona(Prot)	66887830,90	8	8360978,86	1,9733	0,047885
Error	2135424956,49	504	4236954,28		

3.4. Les espècies més freqüents i abundants

3.4.1. La morruda *Diplodus puntazzo*

Efectes de la reserva parcial en els anys 2003, 2010, 2017 i 2019.

La densitat de morrudes va ser baixa a totes les zones mostrejades, assolint-se el valor de 1 individu/250 m² en només 4 casos (Figura 9). En general no s'observà cap tendència clara en l'evolució d'aquest indicador, i només la zona de Sa Comuna (RPB) i el control de Es Rajolí mostraren un augment de la densitat. En conseqüència, no es detectaren diferències significatives degudes a la protecció (Taula 12). La biomassa, en canvi, va augmentar a totes les zones estudiades (Figura 10), tot i que a algunes ho va fer de manera continuada i a altres amb alts i baixos. Els valors més alts de biomassa s'enregistraren, en conjunt, al sector de Lluçmajor, amb 102 g/250 m², però els valors màxims es donaren el 2019 a la zona de Sa Comuna (sector de Santanyí) i al control de Es Rajolí, amb 204 i 192 g/250 m², respectivament. Amb tot, no existiren diferències significatives per a cap dels factors analitzats (Taula 13).

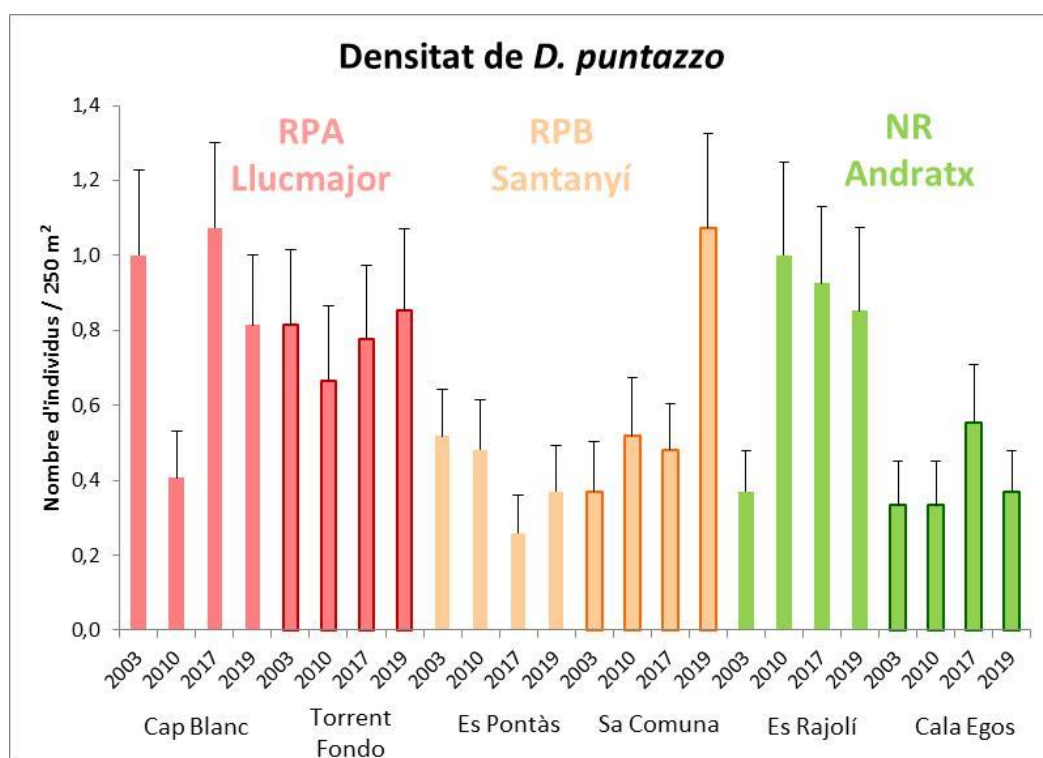


Figura 9. Evolució de la densitat de *Diplodus puntazzo* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 12. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus puntazzo*. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	260,68	1	260,68	74,31632	0,003282
Temps	3,00	3	1,00	0,84104	0,504940
Prot	9,75	2	4,88	1,38979	0,373970
Temps*Prot	10,62	6	1,77	1,48639	0,284420
Zona(Prot)	10,52	3	3,51	2,94557	0,091089
Temps*Zona(Prot)	10,72	9	1,19	1,45788	0,160023
Error	509,70	624	0,82		

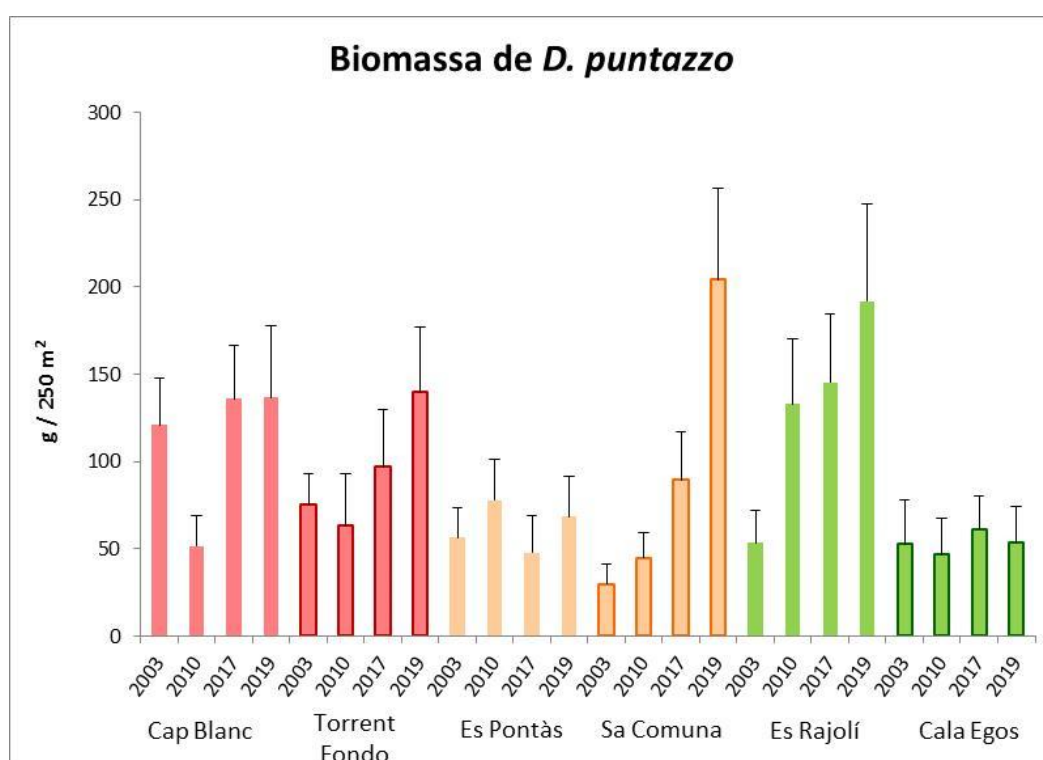


Figura 10. Evolució de la biomassa de *Diplodus puntazzo* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

La distribució de talles suggereix que el sector de Santanyí (tant la reserva integral com la reserva parcial) té major importància com a àrea de reclutament, en presentar les talles més baixes observades a la campanya de 2019 (entre 6 i 12 cm; Figura 11). Això fa que la reserva integral, tot i mostrar la moda més elevada, presenti la menor talla mitjana (20,8 cm), mentre que els controls, amb una distribució desplaçada cap a talles més grans, presenten una major talla mitjana (23,1 cm). La reserva parcial mostrarà talles mitjanes intermitges (21,6 cm i 22,1 cm al sector de Lluçmajor i Santanyí, respectivament).

Taula 13. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Diplodus puntazzo*. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	561,33	1	561,33	130,4656	0,001440
Temps	5,71	3	1,90	1,2426	0,350475
Prot	10,33	2	5,17	1,2009	0,413883
Temps*Prot	8,77	6	1,46	0,9537	0,504319
Zona(Prot)	12,91	3	4,30	2,8079	0,100350
Temps*Zona(Prot)	13,79	9	1,53	1,2768	0,246080
Error	748,83	624	1,20		

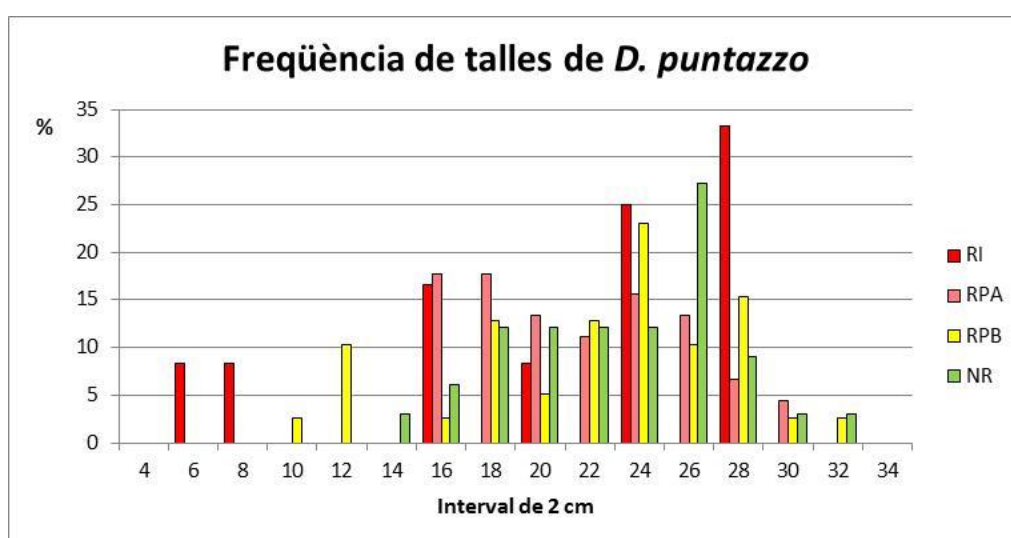


Figura 11. Freqüència de talles de *Diplodus puntazzo* (%) corresponents a la campanya de 2019.

Efectes de la reserva integral en els anys 2010, 2017 i 2019

La densitat de morrudes a la reserva integral també va resultar baixa, passant de 0,7 individus/250 m² el 2010 a 1 individu/250 m² el 2019 (Figura 12), per sobre dels altres nivells de protecció i de les zones control però sense existir diferències significatives entre ells (Taula 14). La biomassa va augmentar a tota la RMMM i també als controls (Figura 13). La reserva integral sempre presentà valors superiors als de la resta de zones, passant de 125 a 179 g/250 m², però tampoc es trobaren diferències degudes a la protecció (Taula 15).

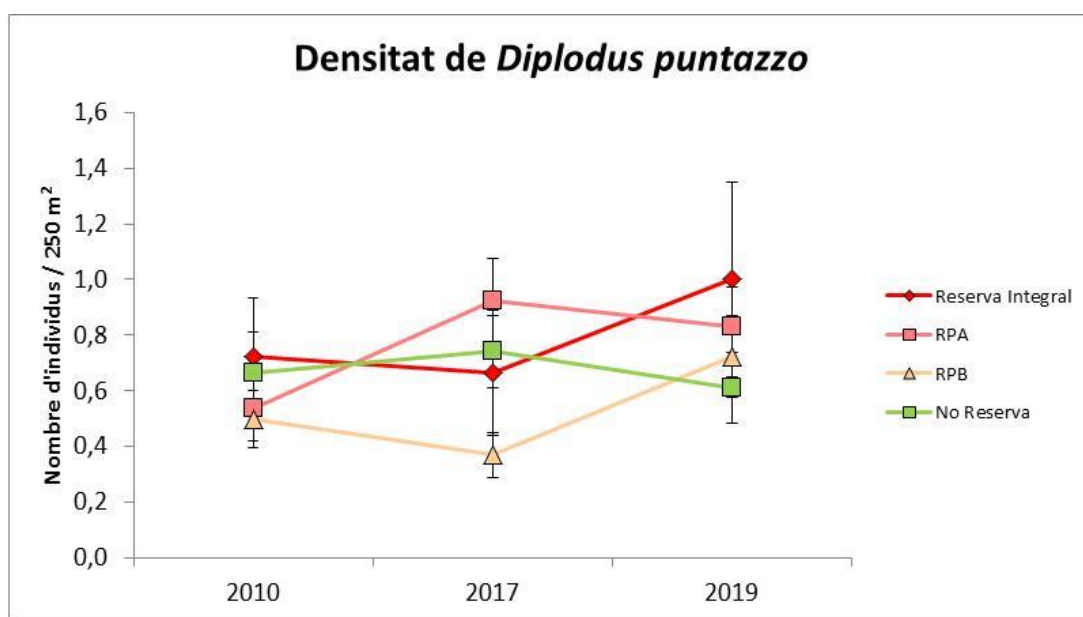


Figura 12. Evolució de la biomassa de *Diplodus puntazzo* (mitjana $\pm$ EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 14. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus puntazzo* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	11,07	1	11,07	88,49701	0,000247
Temps	0,08	2	0,04	0,99201	0,391718
Prot	0,27	3	0,09	0,57887	0,658469
Temps*Prot	0,27	6	0,04	1,14188	0,411787
Zona(Prot)	0,64	4	0,16	4,09126	0,042705
Temps*Zona(Prot)	0,31	8	0,04	0,93577	0,486332
Error	21,09	504	0,04		

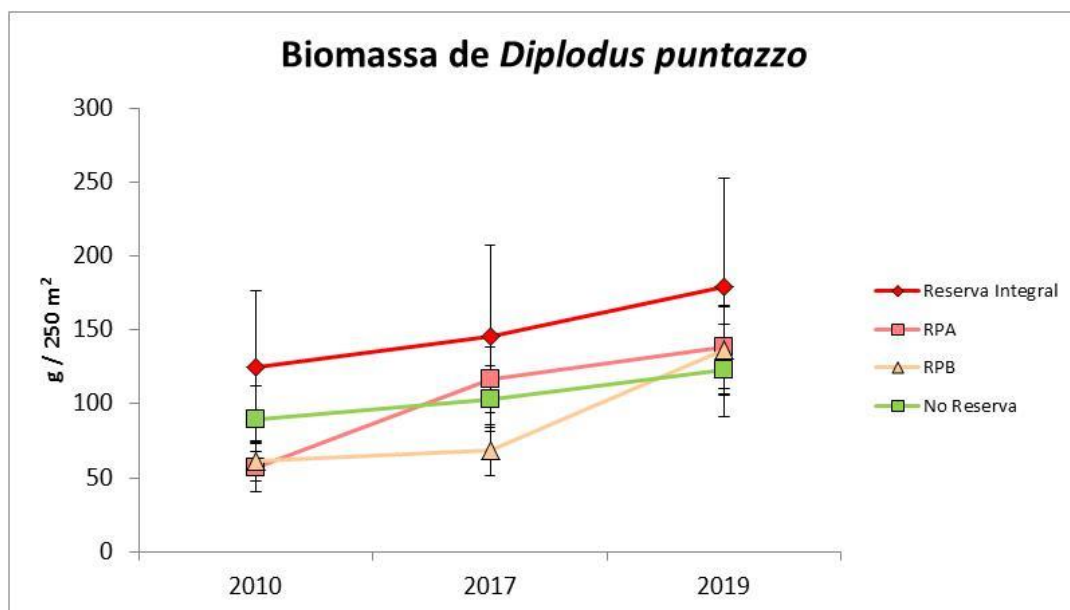


Figura 13. Evolució de la biomassa de *Diplodus puntazzo* (mitjana $\pm$ EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 15. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Diplodus puntazzo* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	378,41	1	378,41	111,7610	0,000122
Temps	2,71	2	1,36	0,9641	0,404092
Prot	5,95	3	1,98	0,4814	0,712241
Temps*Prot	4,52	6	0,75	0,5183	0,781390
Zona(Prot)	17,12	4	4,28	2,9232	0,091765
Temps*Zona(Prot)	11,72	8	1,46	1,1589	0,322337
Error	637,03	504	1,26		

3.4.2. El sard *Diplodus sargus*

Efectes de la reserva parcial en els anys 2003, 2010, 2017 i 2019.

La densitat de sards es va mantenir amb valors semblants entre 2003 i 2019 al sector de Santanyí (RPB) i als controls, tot i que a Es Pontàs s'hi observà un increment durant 2010 i 2017. Al sector de Lluçmajor (RPA) s'hi enregistrà un descens continuat entre 2003 i 2019. Aquestes diferències en l'evolució dels distints nivells de protecció foren detectades a l'anàlisi de la variància (Taula 16). Les anàlisis per a cada un d'aquests nivells de protecció (Taules 17, 18 i 19) confirmaren les diferències interanuals dins la RPA, on la densitat de *D. sargus* de 2003 va ser superior a la dels anys posteriors.

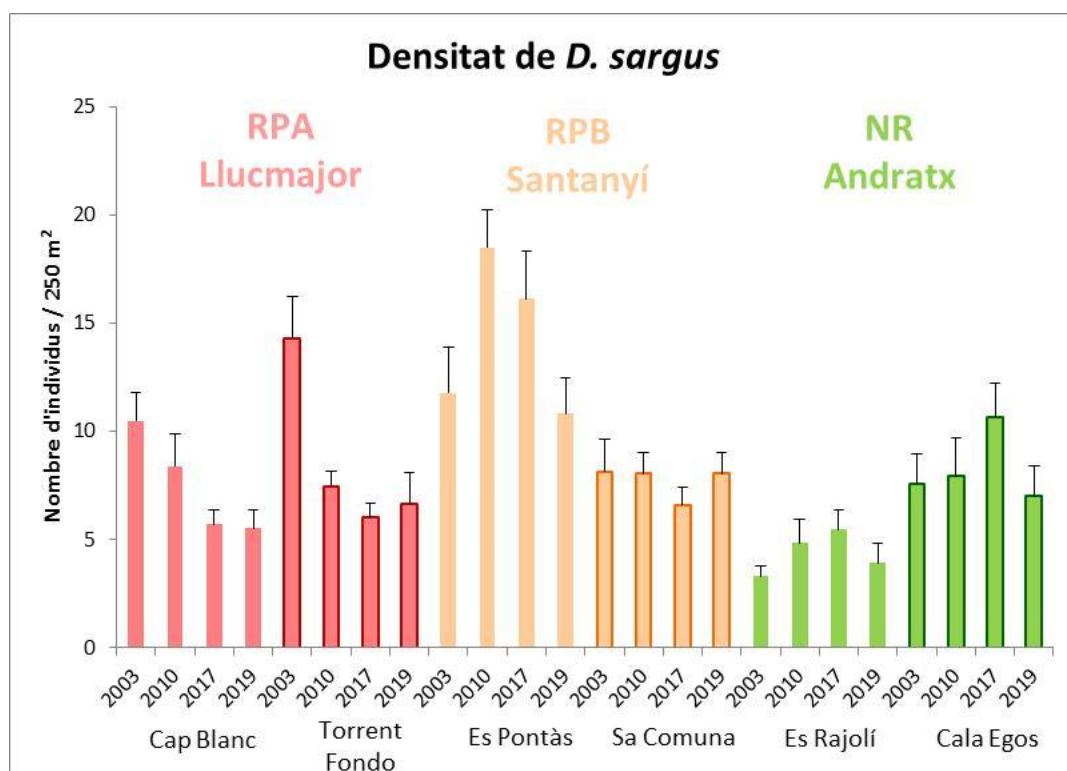


Figura 14. Evolució de la densitat de *Diplodus sargus* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 16. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus sargus*. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	459,69	1	459,69	246,3226	0,000562
Temps	1,58	3	0,53	4,9826	0,026305
Prot	6,69	2	3,35	1,7937	0,307339
Temps*Prot	2,98	6	0,50	4,7091	0,019304
Zona(Prot)	5,60	3	1,87	17,7052	0,000407
Temps*Zona(Prot)	0,95	9	0,11	1,0154	0,425969
Error	64,77	624	0,10		

Taula 17. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus sargus* entre 2003 i 2019 a la RPA (sector de Lluçmajor). SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	158,92	1	158,92	2030,580	0,000000
Temps	2,83	3	0,94	12,062	0,000000
Error	16,59	212	0,08		

Taula 18. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus sargus* entre 2003 i 2019 a la RPB (sector de Santanyí). SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	198,35	1	198,35	1661,712	0,000000
Temps	0,87	3	0,29	2,431	0,066192
Error	25,31	212	0,12		

Taula 19. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus sargus* entre 2003 i 2019 a les zones control. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	109,12	1	109,12	786,1935	0,000000
Temps	0,85	3	0,28	2,0448	0,108657
Error	29,42	212	0,14		

La biomassa de *D. sargus* va ser superior al sector de Santanyí (RPB), on va anar augmentant de manera continuada a les dues zones (Figura 15) i assolí el seu màxim a Es Pontàs amb 2 kg/250 m². El sector de Lluçmajor (RPA), en canvi, presentà els valors més baixos (0,95 kg/250 m² el 2019), superat en conjunt pels controls d'Andratx (1 kg/250 m²), però degut a la zona de Cala Egos (1,6 i 1,3 kg/250 m² al 2017 i 2019). Aquestes diferències temporals i locals quedaren reflectides en l'ANOVA (Taula 20).

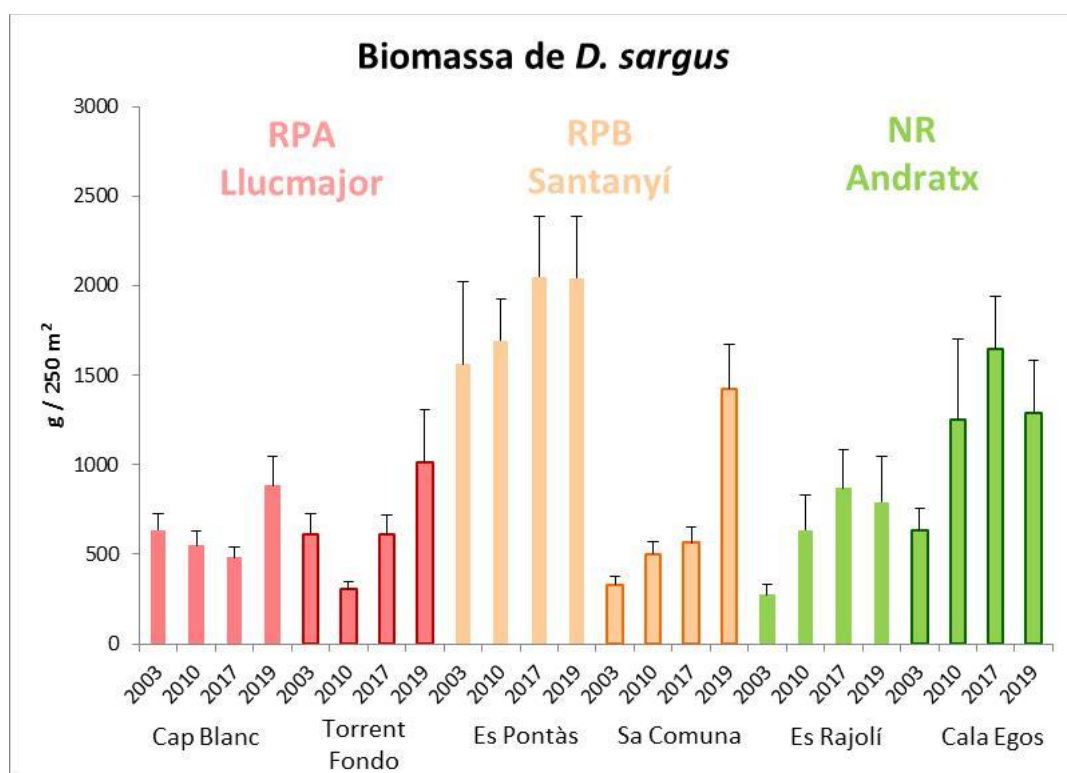


Figura 15. Evolució de la biomassa de *Diplodus sargus* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 20. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Diplodus sargus*. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	577567232	1	577567232	20,08442	0,020718
Temps	29777823	3	9925941	11,14777	0,002189
Prot	43525252	2	21762626	0,75678	0,541881
Temps*Prot	15885568	6	2647595	2,97350	0,069235
Zona(Prot)	86270935	3	28756978	32,29681	0,000038
Temps*Zona(Prot)	8013573	9	890397	0,62259	0,778270
Error	892408646	624	1430142		

La menor biomassa de sards a la RPA el 2019 va estar relacionada amb la seva menor densitat però també amb la freqüència de les talles, observant-s'hi una distribució bimodal entre 18 i 22 cm, menor que als altres nivells de protecció mostrejats (Figura 16), on tant a la RPB com als controls hi incidiren més els sards d'entre 20 i 24 cm.

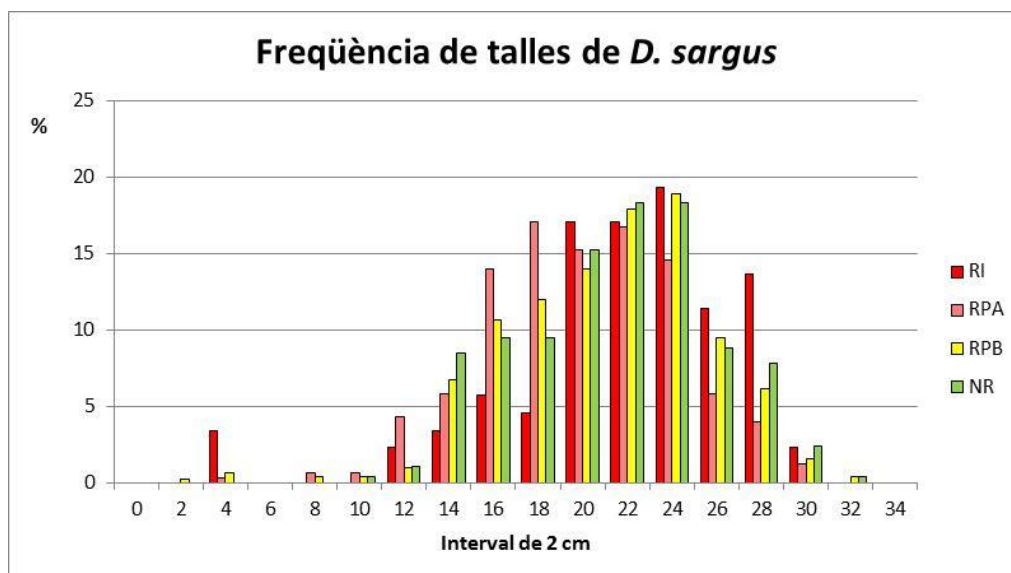


Figura 16. Freqüència de talles de *Diplodus sargus* (%) corresponents a la campanya de 2019.

Efectes de la reserva integral en els anys 2010, 2017 i 2019

Tant la reserva integral com el sector de Santanyí seguien experimentant el descens de densitat de sards ja observat el 2017 (Figura 17). Aquesta tendència influí en les diferències que, de forma global, es donaren entre anys (Taula 21), amb valors de 2019 inferiors als de 2010 i 2017.

El 2019, la reserva integral presentà una major contribució de talles situades entre 20 i 28 cm, cosa que compensà la minva en densitat i repercutí en un augment de la biomassa respecte de l'observada el 2010 (Figura 18). Amb tot, no es detectaren diferències degudes a la protecció (Taula 22), i només se n'observaren entre zones dins un mateix nivell de protecció.

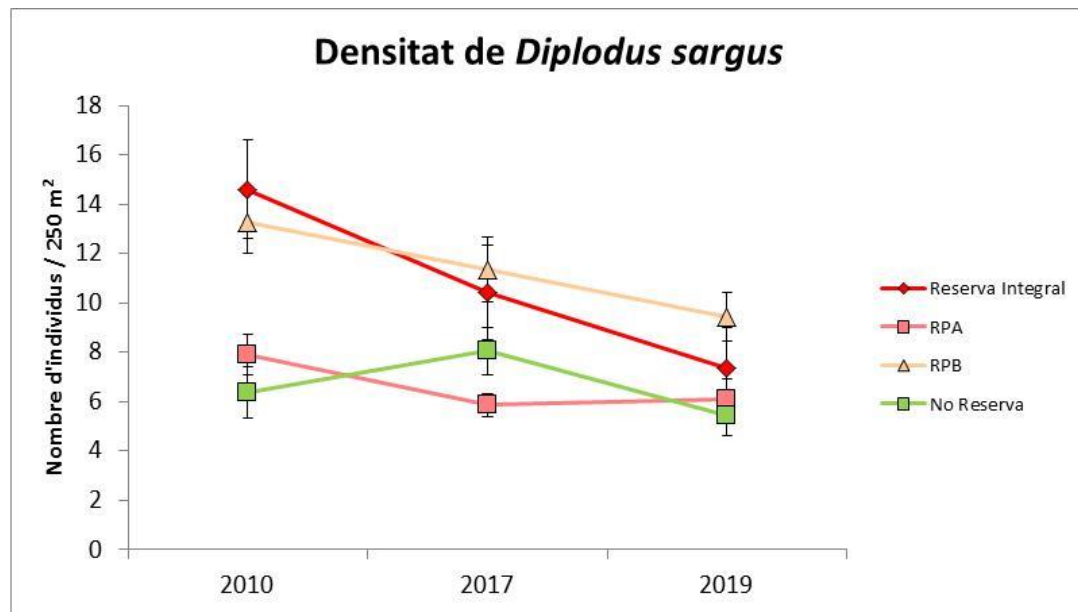


Figura 17. Evolució de la densitat de *Diplodus sargus* (mitjana $\pm$ EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 21. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus sargus* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	276,96	1	276,96	335,9402	0,000029
Temps	1,89	2	0,94	8,9800	0,002435
Prot	6,30	3	2,10	1,9568	0,261344
Temps*Prot	1,03	6	0,17	1,6265	0,246379
Zona(Prot)	4,51	4	1,13	10,7292	0,002642
Temps*Zona(Prot)	0,84	8	0,11	1,0033	0,432435
Error	52,81	504	0,10		

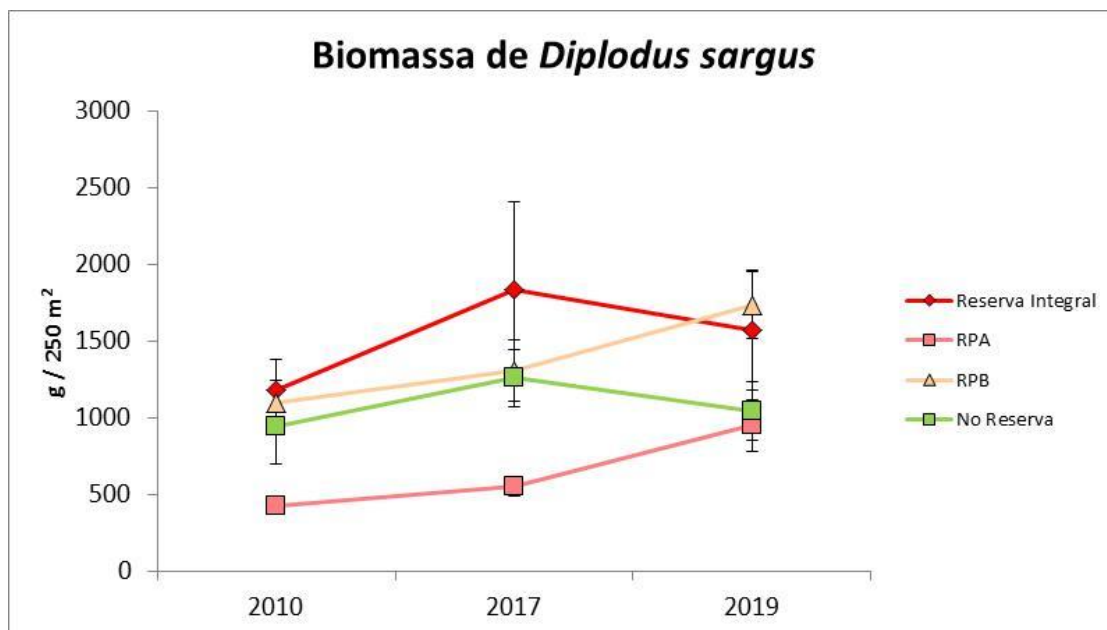


Figura 18. Evolució de la biomassa de *Diplodus sargus* (mitjana $\pm$ EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 22. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Diplodus sargus* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	495235797	1	495235797	41,33001	0,002282
Temps	12473058	2	6236529	5,60283	0,010343
Prot	53696636	3	17898879	1,14839	0,430697
Temps*Prot	9681108	6	1613518	1,68739	0,225033
Zona(Prot)	65497173	4	16374293	17,74535	0,000474
Temps*Zona(Prot)	7375551	8	921944	0,58639	0,789401
Error	792409215	504	1572241		

3.4.3. La variada *Diplodus vulgaris*

Efectes de la reserva parcial en els anys 2003, 2010, 2017 i 2019.

La densitat i la biomassa varen augmentar tant a dins la reserva com a les zones control (Figures 19 i 20). Pel que fa a la densitat, només existiren diferències per al factor temps (Taula 23); però en dur a terme el corresponent *pooling* del factor zona dins nivell de protecció s'hi observaren diferències per a la interacció temps i nivell de protecció (Taula 24). Així, l'evolució de la densitat de variades s'analitzà separatament per a cada nivell de protecció. Al sector de Lluçmajor (RPA) es detectà una major densitat de variades el 2019 respecte al 2003 (Taula 25). Al sector de Santanyí (RPB), la densitat va ser major tots els anys respecte del 2003 (Taula 26). I als controls d'Andratx augmentà de forma significativa a Cala Egos, i es va mantenir estable a Es Rajolí, amb l'excepció del descens de 2010 (Taula 27).

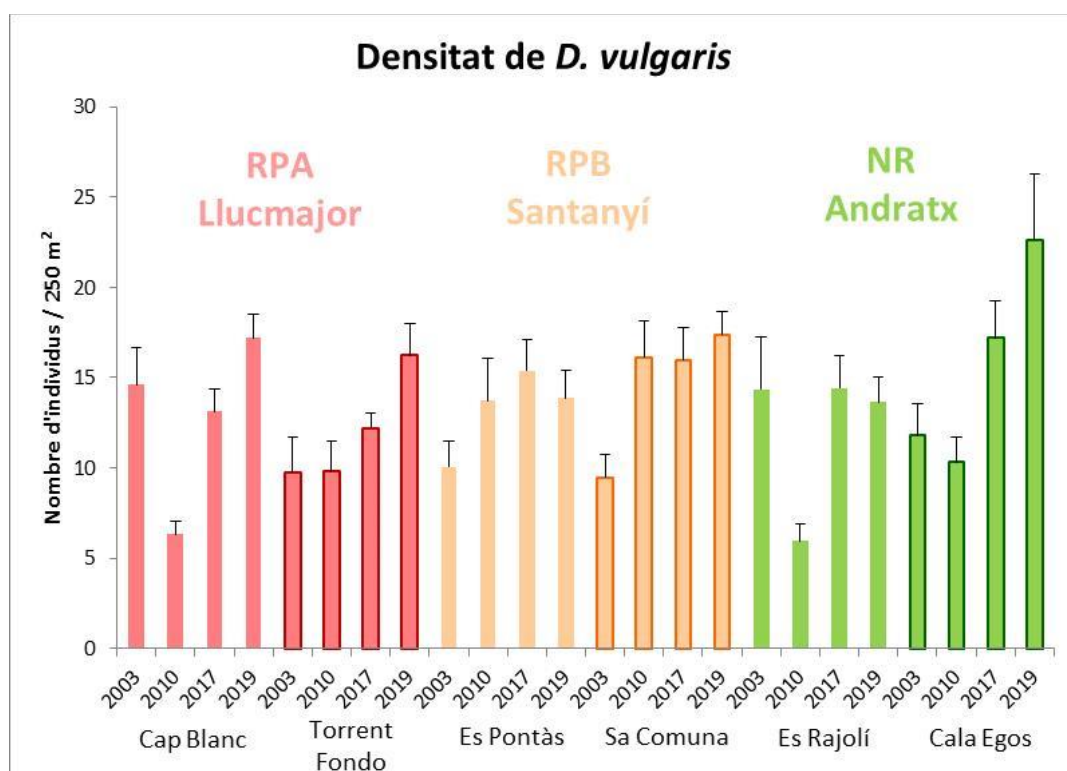


Figura 19. Evolució de la densitat de *Diplodus vulgaris* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

La biomassa només presentà diferències de forma general entre anys, sense cap efecte significatiu de la protecció (Taules 28 i 29). Els dos primers anys de mostreig, 2003 i 2010, foren semblants, mentre que als anys posteriors la biomassa s'anà

incrementant sempre de manera significativa en totes les localitats estudiades (Fig. 20 i taules 28 i 29).

Taula 23. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus vulgaris*. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	116215,6	1	116215,6	448,64	0,000230
Temps	4128,5	3	1376,2	8,14	0,006239
Prot	321,7	2	160,9	0,62	0,594740
Temps*Prot	2167,6	6	361,3	2,14	0,147224
Zona(Prot)	777,1	3	259,0	1,53	0,272188
Temps*Zona(Prot)	1522,1	9	169,1	1,89	0,050490
Error	55795,4	624	89,4		

Taula 24. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus vulgaris* en el període 2010 i 2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	116215,6	1	116215,6	1272,29	0,000000
Temps	4128,5	3	1376,2	15,07	0,000000
Prot	321,7	2	160,9	1,76	0,172698
Temps*Prot	2167,6	6	361,3	3,95	0,000681
Error	58094,6	636	91,3		

Taula 25. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus vulgaris* entre 2003 i 2019 a la RPA (sector de Lluçmajor). SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	33227,04	1	33227,04	522,20	0,000000
Temps	2016,53	3	672,18	10,56	0,000002
Error	13489,43	212	63,63		

Taula 26. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus vulgaris* entre 2003 i 2019 a la RPB (sector de Santanyí). SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	42280,02	1	42280,02	530,61	0,000000
Temps	1297,28	3	432,43	5,43	0,001293
Error	16892,70	212	79,68		

Taula 27. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus vulgaris* entre 2003 i 2019 a les zones control. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	41030,23	1	41030,23	313,88	0,000000
Temps	2982,27	3	994,09	7,60	0,000075
Error	27712,50	212	130,72		

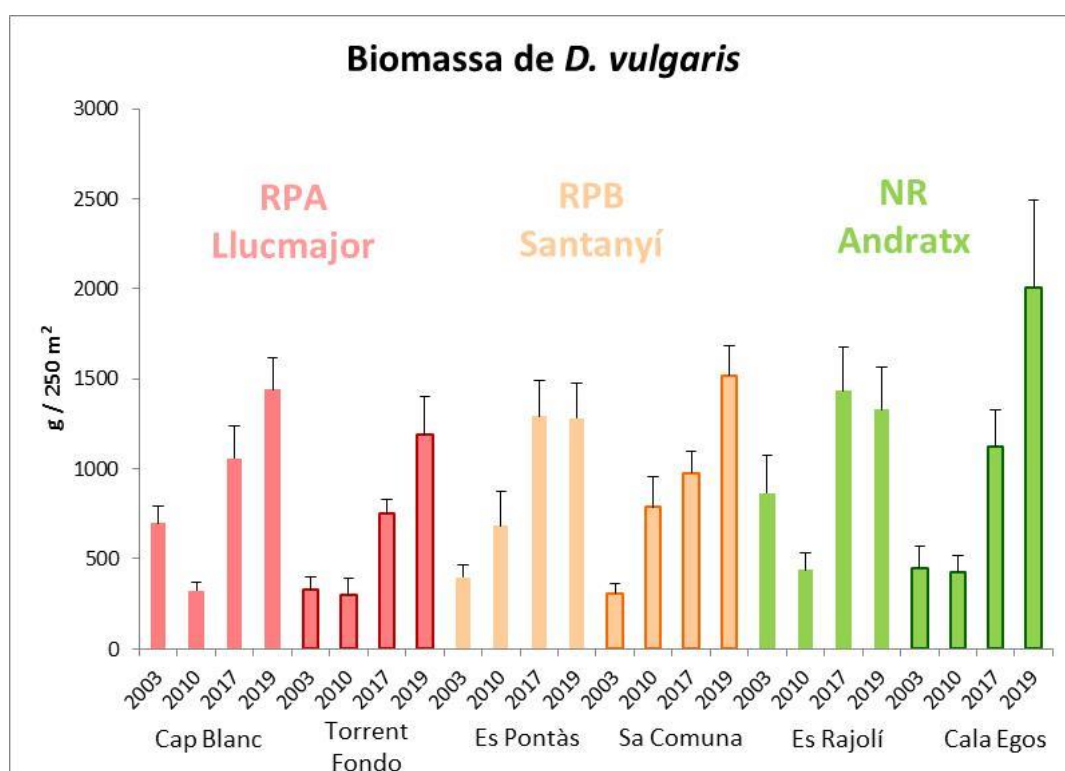


Figura 20. Evolució de la biomassa de *Diplodus vulgaris* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 28. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Diplodus vulgaris*. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	515307860	1	515307860	493,7440	0,000200
Temps	109780775	3	36593592	25,1473	0,000104
Prot	6765832	2	3382916	3,2414	0,177944
Temps*Prot	8420991	6	1403499	0,9645	0,498530
Zona(Prot)	3131022	3	1043674	0,7172	0,566233
Temps*Zona(Prot)	13096520	9	1455169	1,6261	0,104169
Error	558416770	624	894899		

Taula 29. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Diplodus vulgaris* en el període 2010 i 2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	515307860	1	515307860	570,3281	0,000000
Temps	109780775	3	36593592	40,5007	0,000000
Prot	6765832	2	3382916	3,7441	0,024180
Temps*Prot	8420991	6	1403499	1,5534	0,158354
Error	574644312	636	903529		

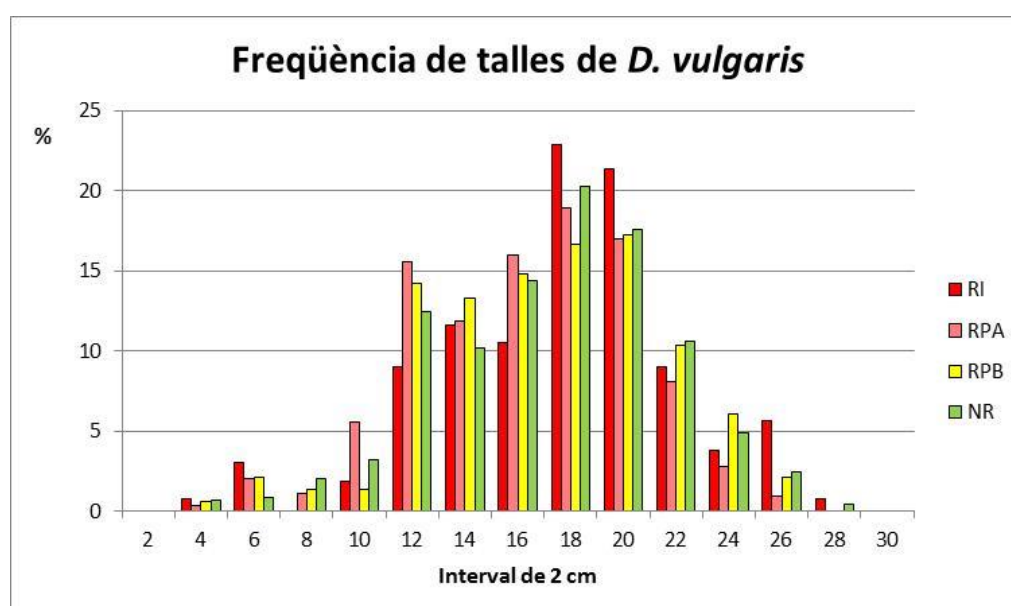


Figura 21. Freqüència de talles de *Diplodus vulgaris* (%) corresponents a la campanya de 2019.

La distribució de talles enregistrades a la campanya de 2019 no va mostrar grans diferències. El rang de talles va ser gairebé idèntic a tots els nivells de protecció (4-26 cm a tots ells, i només la reserva integral i els controls presentaren individus de 28 cm). Les modes se situaren entre 18 i 20 cm als quatre nivells de protecció (Figura 21).

Efectes de la reserva integral en els anys 2010, 2017 i 2019

La densitat de *D. vulgaris* a la reserva integral es va mantenir per sobre de l'enregistrada als altres tres nivells de protecció (Figura 22), tot i que el descens al 2019 i l'augment a la resta va fer que els valors s'anessin apropant. En procedir al corresponent *pooling* del factor zona, aparegueren diferències degudes a la protecció (Taules 30 i 31), que es donaren als anys 2010 i 2017 (quan la reserva integral presentà valors superiors als de la resta; Taules 32 i 33). Al 2019, en canvi, no es detectaren diferències entre nivells de protecció (Taula 34).

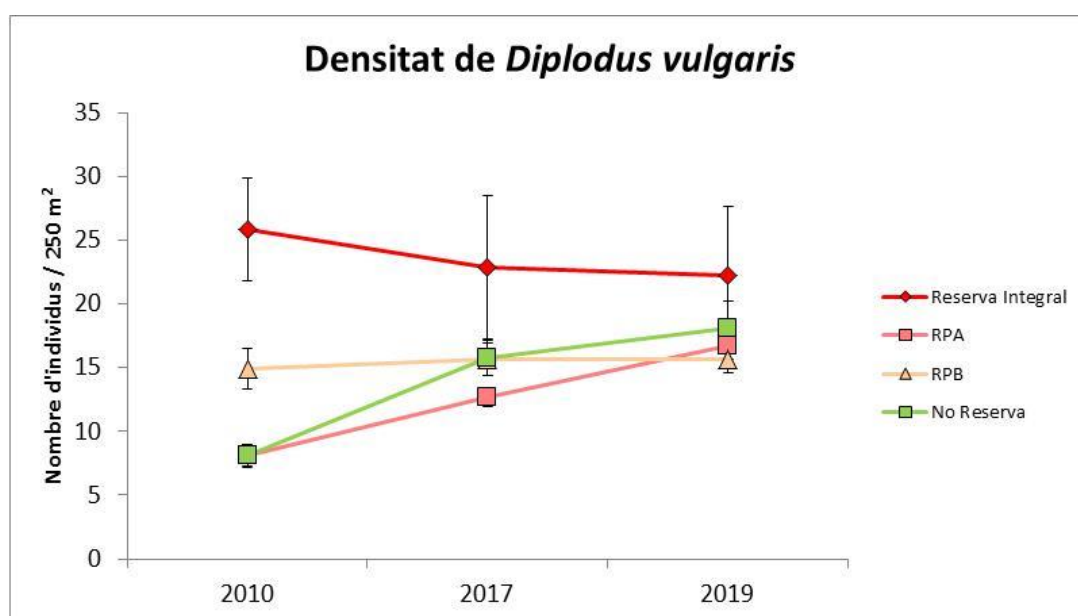


Figura 22. Evolució de la densitat de *Diplodus vulgaris* (mitjana ± EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

La biomassa augmentà de manera continuada als quatre nivells de protecció (Figura 23), essent sempre superior a dins la reserva integral, on passà de 1,2 a 2,3 kg/250 m² entre 2010 i 2019. L'anàlisi de la variància (Taules 35 i 36) indicà diferències interanuals (tots els anys diferiren entre sí) i també quant a la protecció (la reserva integral presentà valors superiors als de la resta de nivells considerats ($R > [RPA = RPB = NR]$; Newman-Keuls test: $p < 0,05$).

Taula 30. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus vulgaris* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	99447,78	1	99447,78	302,3739	0,000015
Temps	1026,58	2	513,29	1,7229	0,228345
Prot	4203,39	3	1401,13	3,4305	0,129405
Temps*Prot	2242,84	6	373,81	1,0217	0,472995
Zona(Prot)	1703,31	4	425,83	1,1196	0,411440
Temps*Zona(Prot)	3045,58	8	380,70	3,8410	0,000211
Error	49953,02	504	99,11		

Taula 31. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Diplodus vulgaris* en el període 2010 -2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	99447,78	1	99447,78	942,3904	0,000000
Temps	1026,58	2	513,29	4,8640	0,008077
Prot	4203,39	3	1401,13	13,2774	0,000000
Temps*Prot	2242,84	6	373,81	3,5423	0,001906
Error	54452,01	516	105,53		

Taula 32. Anàlisi de la variància de la densitat de *D. vulgaris* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2010. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	29260,00	1	29260,00	310,8851	0,000000
Prot	5561,23	3	1853,74	19,6959	0,000000
Error	16564,83	176	94,12		

Taula 33. Anàlisi de la variància de la densitat de *D. vulgaris* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2017. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	32267,22	1	32267,22	351,5232	0,000000
Prot	1081,10	3	360,37	3,9259	0,009655
Error	15604,74	170	91,79		

Taula 34. Anàlisi de la variància de la densitat de *D. vulgaris* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2019. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	38048,27	1	38048,27	290,2827	0,000000
Prot	502,31	3	167,44	1,2774	0,283793
Error	22282,44	170	131,07		

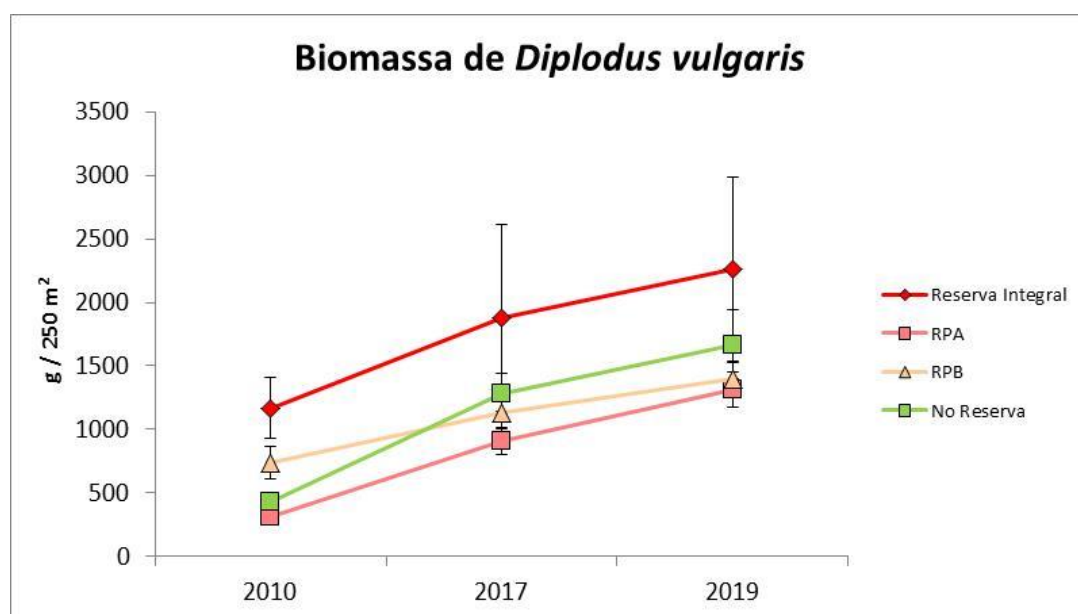


Figura 23. Evolució de la biomassa de *Diplodus vulgaris* (mitjana $\pm$ EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 35. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Diplodus vulgaris* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	540038416	1	540038416	153,2668	0,000062
Temps	67115210	2	33557605	10,6158	0,003199
Prot	28811075	3	9603692	2,2266	0,223865
Temps*Prot	5114318	6	852386	0,2233	0,958255
Zona(Prot)	17943337	4	4485834	1,1338	0,405952
Temps*Zona(Prot)	31679376	8	3959922	3,1871	0,001542
Error	626207545	504	1242475		

Taula 31. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Diplodus vulgaris* en el període 2010 - 2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	540038416	1	540038416	415,8851	0,000000
Temps	67115210	2	33557605	25,8428	0,000000
Prot	28811075	3	9603692	7,3958	0,000074
Temps*Prot	5114318	6	852386	0,6564	0,684962
Error	670040370	516	1298528		

3.4.4. L'anfós *Epinephelus marginatus*

Efectes de la reserva parcial en els anys 2003, 2010, 2017 i 2019.

La densitat d'anfossos és baixa tant a la RMMM com als controls, trobant-se en la majoria de casos per davall de 1 individu/250 m² (Figura 24). Però el tret més notable de la sèrie temporal estudiada va ser el pic de densitat d'anfós observat el 2017 dins la reserva marina. Com ja s'exposà a l'informe de 2017 (Coll *et al.*, 2017), la major part dels individus censats aquell any foren reclutes de classe 0+ i 1+ (individus ≤18 cm; Reñones *et al.*, 2007). La distribució de talles dels anfossos censats el 2019 està desplaçada cap a talles més grosses que la de 2017, i no mostra que el 2019 s'hagués produït un nou episodi de reclutament (Figura 25). D'altra banda, hom esperaria que, en haver transcorregut 2 anys, el pic corresponent a les classes 0+ i 1+ observades el 2017 es correspongués amb talles d'entre 18 cm i 36 cm al 2019 (classes 2+ i 3+), la qual cosa no ha succeït. Donat que per a aquestes talles no s'esperen canvis ontogenètics en la distribució, la desaparició de la majoria de reclutes observats el 2017 pot ser atribuïda a la mortalitat natural, atès que la mortalitat per pesca d'aquestes cohorts seria molt baixa dins la RMMM. En aquest sentit, la RPA hauria experimentat un descens del 74% dels reclutes censats el 2017, i la RPB un descens del 66%.

L'anàlisi de la variància de la densitat de l'anfós (Taules 37 i 38) assenyalà diferències degudes a la protecció. Es comprovà si aquestes diferències es donaren al primer any de la sèrie estudiada (2003; Taula 39) i al darrer (2019; Taula 40), i només se'n detectaren al 2019, quan les dues zones de reserva parcial presentaren valors superiors als dels controls ([RPA = RPB] > NR; Newman-Keuls test: $p < 0,001$).

La biomassa va augmentar a totes les zones de la reserva, assolint els valors màxims durant 2019. Tot i que la densitat disminuís respecte del 2017, l'augment de les talles va comportar aquest increment de biomassa. Malgrat això, la biomassa mitjana continua essent baixa: 0,6 kg/250 m² a la zona del Cap Blanc; 0,35 kg/250 m² al Torrent Fondo; 0,33 kg/250 m² a Es Pontàs; i 0,49 kg/250 m² a Sa Comuna (Figura 26). L'anàlisi de la variància, realitzada amb el *pooling* del factor zona (Taules 41 i 42) indicà diferències en el temps i a la interacció Temps*Protecció. En analitzar aquestes diferències dins cada nivell de protecció, n'aparegueren al sector de Lluçmajor (Taula 43; valor de 2019 superior al dels anys anteriors) i al sector de Santanyí (Taula 44; valor de 2019 superior als de 2010 i 2017), mentre que als controls no s'hi observaren diferències interanuals (Taula 45).

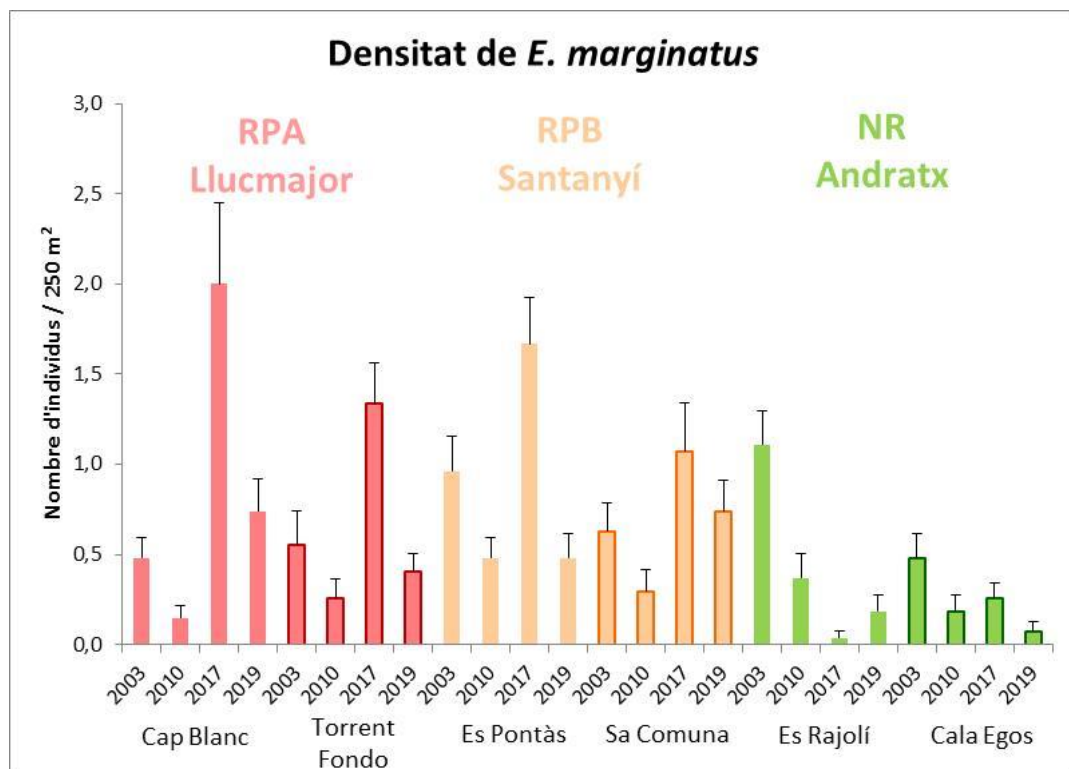


Figura 24. Evolució de la densitat de *Epinephelus marginatus* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

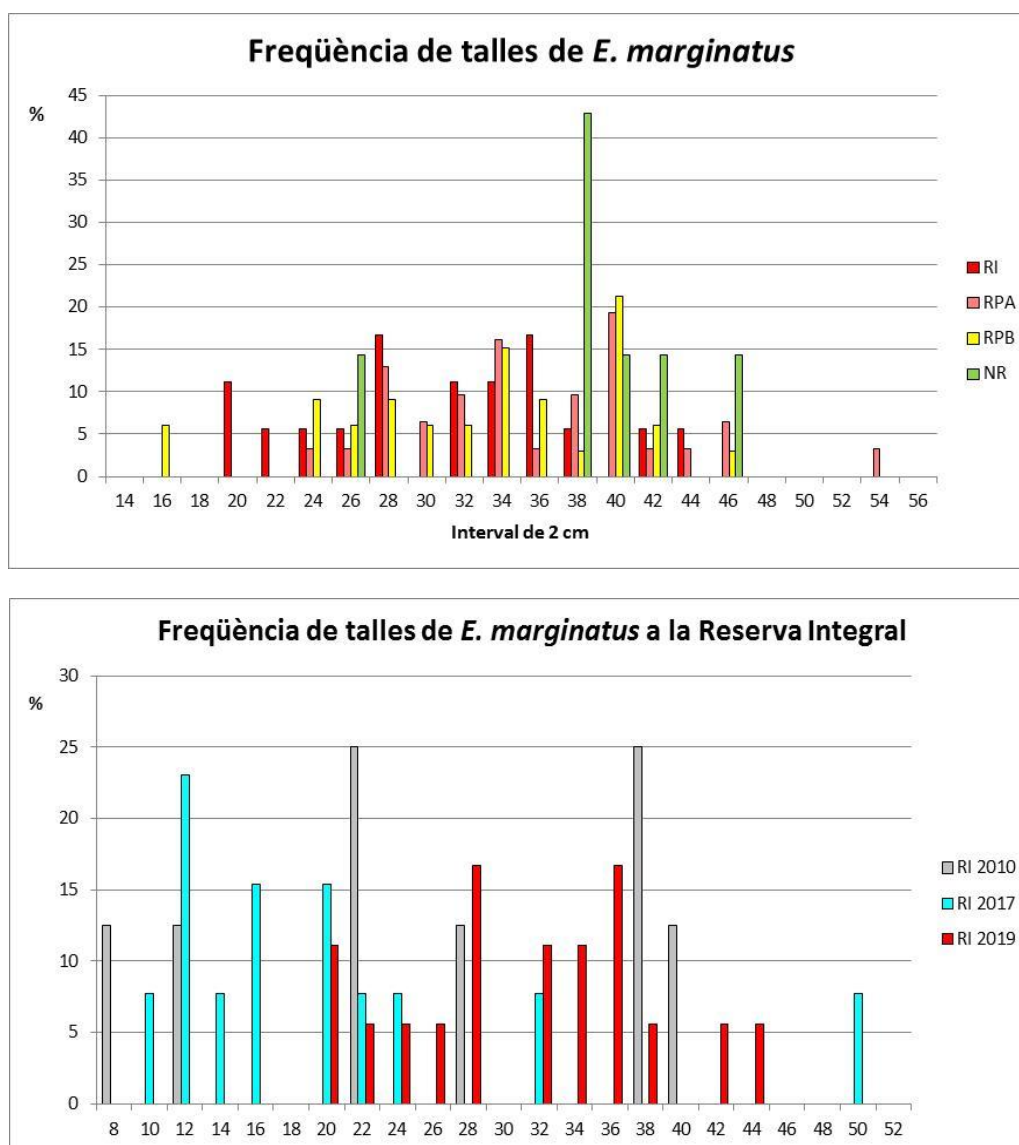


Figura 25. Adalt: Freqüència de talles de *Epinephelus marginatus* (%) corresponents a la campanya de 2019 als quatre nivells de protecció estudiats. Abaix: Freqüència de talles de *Epinephelus marginatus* (%) a la reserva integral en el període 2010-2019.

Taula 37. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Epinephelus marginatus*. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	251,88	1	251,88	118,7889	0,001653
Temps	55,72	3	18,57	10,6880	0,002531
Prot	26,69	2	13,34	6,2933	0,084441
Temps*Prot	54,76	6	9,13	5,2519	0,013763
Zona(Prot)	6,36	3	2,12	1,2202	0,357521
Temps*Zona(Prot)	15,64	9	1,74	2,1138	0,026547
Error	512,96	624	0,82		

Taula 38. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Epinephelus marginatus* en el període 2003-2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	251,88	1	251,88	299,4478	0,000000
Temps	55,72	3	18,57	22,0797	0,000000
Prot	26,69	2	13,34	15,8644	0,000000
Temps*Prot	54,76	6	9,13	10,8496	0,000000
Error	534,96	636	0,84		

Taula 39. Anàlisi de la variància de la densitat de *E. marginatus* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2003. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	80,22	1	80,22	105,4160	0,000000
Prot	2,78	2	1,39	1,8251	0,164567
Error	121,00	159	0,76		

Taula 40. Anàlisi de la variància de la densitat de *E. marginatus* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2019. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	31,12	1	31,12	66,74319	0,000000
Prot	7,75	2	3,88	8,31476	0,000368
Error	74,13	159	0,47		

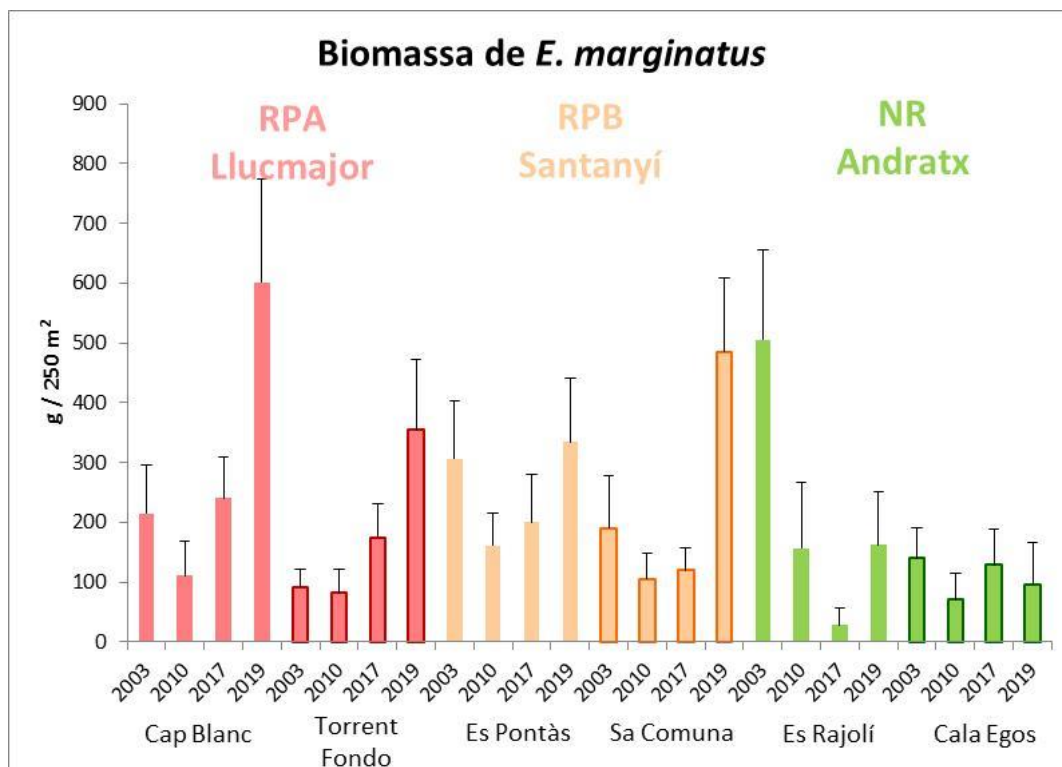


Figura 26. Evolució de la biomassa de *Epinephelus marginatus* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 41. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Epinephelus marginatus*. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	28789754	1	28789754	63,83011	0,004092
Temps	4955876	3	1651959	6,02615	0,015520
Prot	802758	2	401379	0,88990	0,497241
Temps*Prot	4158717	6	693120	2,52842	0,102046
Zona(Prot)	1353112	3	451037	1,64533	0,247107
Temps*Zona(Prot)	2467185	9	274132	1,38017	0,193333
Error	123939743	624	198621		

Taula 42. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Epinephelus marginatus* en el període 2003 -2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	28789754	1	28789754	143,3178	0,000000
Temps	4955876	3	1651959	8,2236	0,000022
Prot	802758	2	401379	1,9981	0,136443
Temps*Prot	4158717	6	693120	3,4504	0,002315
Error	127760040	636	200881		

Taula 43. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Epinephelus marginatus* entre 2003 i 2019 a la RPA (sector de Lluçmajor). SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Temps	4642557	3	1547519	7,12993	0,000139
Error	46013673	212	217046		

Taula 44. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Epinephelus marginatus* entre 2003 i 2019 a la RPB (sector de Santanyí). SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

RPB: 2019 > 2010 i 2017

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	12200193	1	12200193	64,28120	0,000000
Temps	2517456	3	839152	4,42138	0,004867
Error	40236352	212	189794		

Taula 45. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Epinephelus marginatus* entre 2003 i 2019 a les zones control. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	5603085	1	5603085	28,61608	0,000000
Temps	1954580	3	651527	3,32748	0,020556
Error	41510015	212	195802		

Efectes de la reserva integral en els anys 2010, 2017 i 2019

El nombre d'anfossos als dos sectors de reserva parcial i a la reserva integral va augmentar entre 2010 i 2017, degut al bon reclutament esmentat abans. Però el 2019 la densitat va minvar a la reserva parcial, mentre que a la reserva integral continuà la tendència ascendent fins assolir els valors màxims observats dins tota la RMMM (1,5 individus/250 m²; Figura 27). Aquestes diferències es venen reflectides a l'ANOVA, que indicà diferències entre anys, nivells de protecció, i la interacció entre ambdós factors (Taules 46 i 47). L'anàlisi individualitzada per a cada any va mostrar que la densitat mitjana d'anfossos no va diferir significativament entre nivells de protecció durant el 2010 (Taula 48), però sí el 2017, quan els valors dels controls foren inferiors als de la resta de zones (Taula 49), i durant el 2019, quan la mitjana de la reserva integral va ser superior a la de la resta de zones (Taula 50).

Quant a les talles dels anfossos censats a dins la reserva integral, és interessant assenyalar que les cohorts d'edats 2+ i 3+ (talles d'entre 18 i 36 cm) venen incrementada la seva densitat (factor x2,1) respecte de les cohorts 0+ i 1+ censades el 2017 (Figura 25). No obstant això, amb el baix nombre d'individus censats (8, 13 i 18 anfossos als anys 2010, 2017 i 2019, respectivament), es fa difícil extreure qualsevol interpretació d'aquests resultats.

Com a resultat de la baixa densitat d'anfossos i de la dominància d'individus juvenils, la biomassa va ser en general baixa, i només al 2019 s'observà un increment a les zones de reserva, assolint els 0,48 kg/250 m² a la RPA i 0,41 kg/250 m² i RPB. Els valors a la reserva integral van arribar als 0,83 kg/250 m², quadruplicant-se la mitjana observada el de 2010 (Figura 27). Les escasses diferències entre zones dins un mateix nivell de protecció ($p=0,5567$; Taula 51) permeteren realitzar una anàlisi de la variància amb *pooling* del factor zona, que indicà diferències interanuals i entre nivells de protecció. Tot i que el nivell de significació per a la interacció entre el temps i el nivell de protecció no fou estrictament significatiu, però sí proper al valor pres com a crític (Taula 52), s'optà per considerar-lo com a tal i procedir al bloqueig del factor Temps i analitzar cada any per separat (Taules 53, 54 i 55). Així, es detectaren diferències al 2019, quan la biomassa de la reserva integral va ser superior a la de la resta dels nivells de protecció.

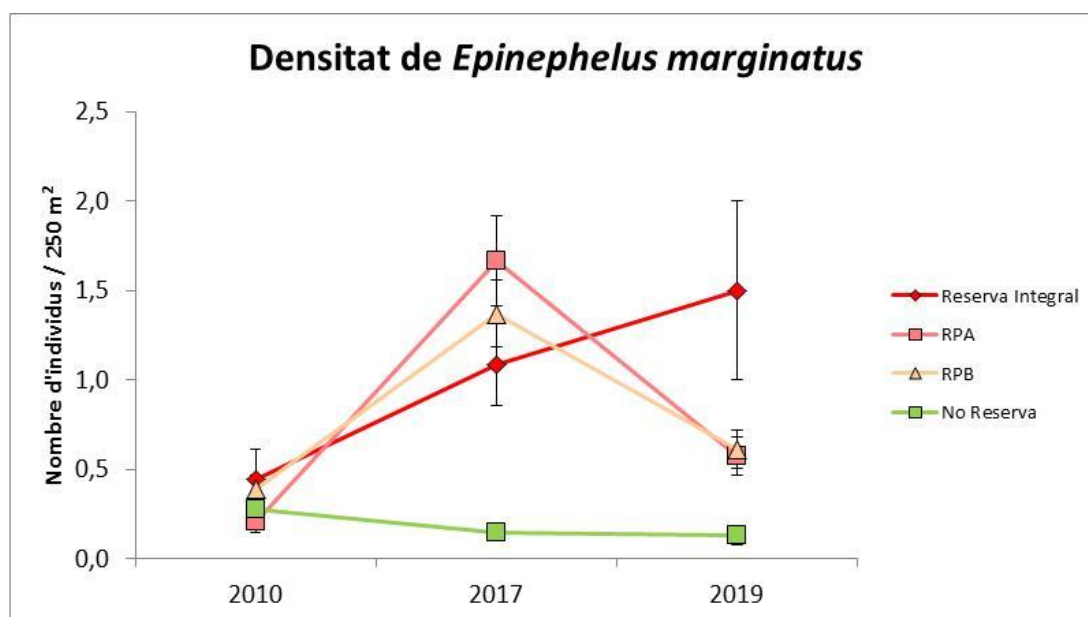


Figura 27. Evolució de la densitat de *Epinephelus marginatus* (mitjana $\pm$ EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 46. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Epinephelus marginatus* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	181,36	1	181,36	159,9194	0,000006
Temps	35,07	2	17,54	12,9735	0,000945
Prot	47,56	3	15,85	12,9847	0,012775
Temps*Prot	44,92	6	7,49	4,9516	0,018514
Zona(Prot)	4,96	4	1,24	0,8021	0,556668
Temps*Zona(Prot)	12,38	8	1,55	1,7522	0,084187
Error	444,94	504	0,88		

Taula 47. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Epinephelus marginatus* en el període 2010-2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	181,36	1	181,36	202,4159	0,000000
Temps	35,07	2	17,54	19,5721	0,000000
Prot	47,56	3	15,85	17,6956	0,000000
Temps*Prot	44,92	6	7,49	8,3554	0,000000
Error	462,32	516	0,90		

Taula 48. Anàlisi de la variància de la densitat de *E. marginatus* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2010. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	15,56	1	15,56	48,15022	0,000000
Prot	1,32	3	0,44	1,36590	0,254828
Error	56,87	176	0,32		

Taula 49. Anàlisi de la variància de la densitat de *E. marginatus* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2017. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	131,19	1	131,19	74,75624	0,000000
Prot	69,98	3	23,33	13,29280	0,000000
Error	298,32	170	1,75		

Taula 50. Anàlisi de la variància de la densitat de *E. marginatus* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2019. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	57,05	1	57,05	90,52561	0,000000
Prot	20,35	3	6,78	10,76283	0,000002
Error	107,13	170	0,63		

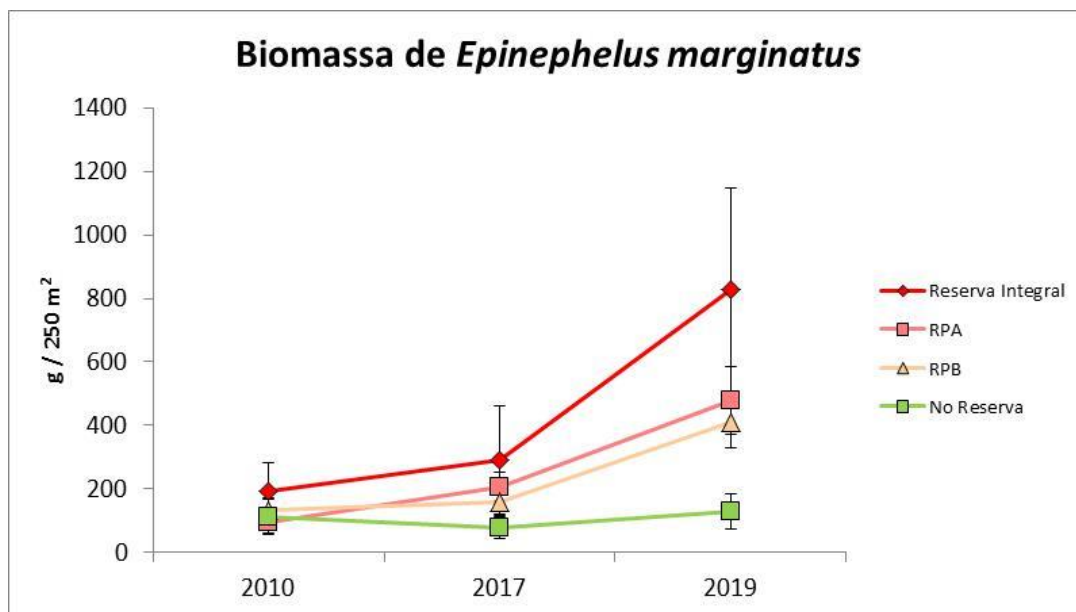


Figura 28. Evolució de la biomassa de *Epinephelus marginatus* (mitjana $\pm$ EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 51. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Epinephelus marginatus* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	25008688	1	25008688	143,0706	0,000000
Temps	7575924	2	3787962	16,3028	0,000173
Prot	4278167	3	1426056	8,8405	0,022692
Temps*Prot	3200430	6	533405	2,2346	0,135857
Zona(Prot)	633435	4	158359	0,6597	0,636935
Temps*Zona(Prot)	1920689	8	240086	1,1231	0,345809
Error	107740505	504	213771		

Taula 52. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Epinephelus marginatus* en el període 2010 -2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	25008688	1	25008688	116,9775	0,000000
Temps	7575924	2	3787962	17,7181	0,000000
Prot	4278167	3	1426056	6,6703	0,000200
Temps*Prot	3200430	6	533405	2,4950	0,021755
Error	110315987	516	213791		

Taula 53. Anàlisi de la variància de la biomassa de *E. marginatus* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2010. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	2599518	1	2599518	23,86317	0,000002
Prot	142774	3	47591	0,43688	0,726882
Error	19172438	176	108934		

Taula 54. Anàlisi de la variància de la biomassa de *E. marginatus* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2017. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	3896528	1	3896528	36,57012	0,000000
Prot	685235	3	228412	2,14371	0,096574
Error	18113418	170	106550		

Taula 55. Anàlisi de la variància de la biomassa de *E. marginatus* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2019. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	24522349	1	24522349	57,08328	0,000000
Prot	6358664	3	2119555	4,93391	0,002604
Error	73030131	170	429589		

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

Efectes de la reserva parcial en els anys 2003, 2010, 2017 i 2019.

Amb l'excepció de Es Rajolí, el màxim de densitat de grans làbrids a totes les zones fou observat el 2010 (Figura 29). Això, com ja s'apuntà a l'informe de resultats de 2017, sembla estar lligat amb un episodi de bon reclutament d'aquestes espècies. Posteriorment, dins la reserva parcial la densitat tornà minvar el 2017 per repuntar el 2019, però amb valors que són baixos (rang: 0,15 – 0,44 individus/transsecte entre les quatre zones). L'anàlisi de la variància (Taules 56 i 57) va detectar diferències degudes a la protecció, i s'exploraren les diferències interanuals dins cada nivell de protecció (Taules 58, 59 i 60). Així, dins la RPA els valors de 2010 foren superiors als de la resta d'anys; a la RPB, la densitat de 2010 va ser major que la dels anys anteriors, i també la de 2019 va superar la de 2003, i als controls, els valors de 2010 i 2017 superaren els de 2003.

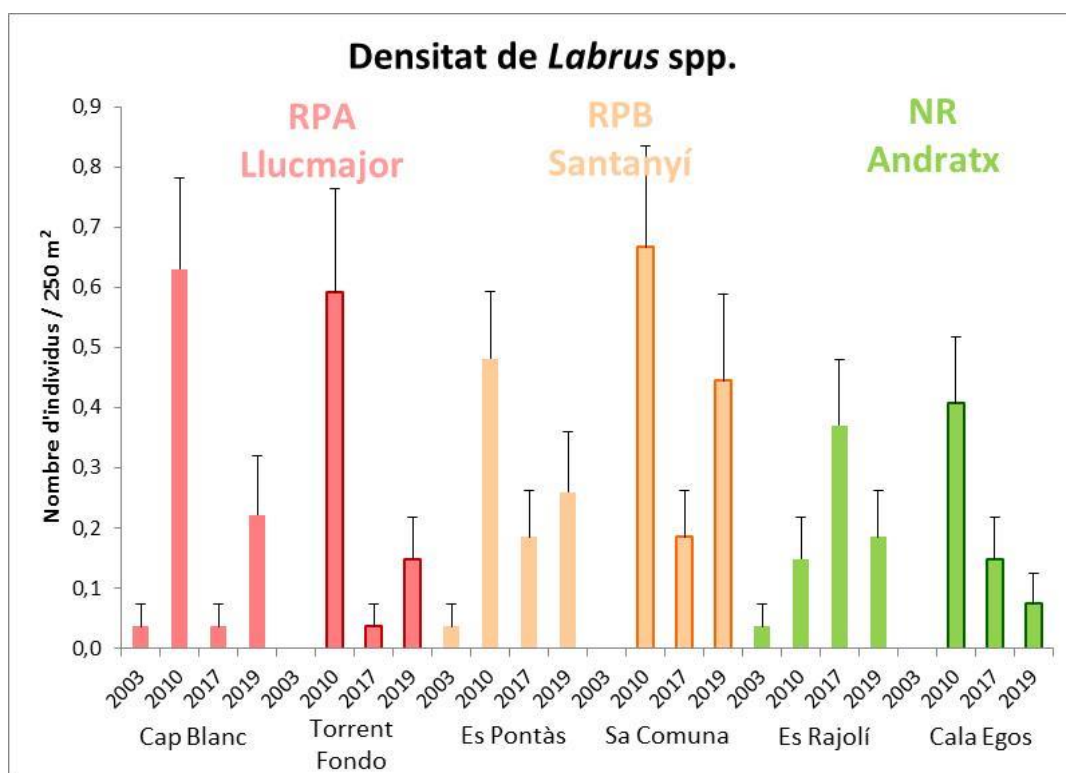


Figura 29. Evolució de la densitat de *Labrus spp.* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 56. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Labrus* spp. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	32,00	1	32,00	195,6226	0,000791
Temps	18,75	3	6,25	24,2072	0,000121
Prot	1,36	2	0,68	4,1604	0,136417
Temps*Prot	5,07	6	0,85	3,2729	0,054166
Zona(Prot)	0,49	3	0,16	0,6335	0,611840
Temps*Zona(Prot)	2,32	9	0,26	1,1510	0,324348
Error	140,00	624	0,22		

Taula 57. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Labrus* spp. en el període 2003 -2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	32,00	1	32,00	142,5062	0,000000
Temps	18,75	3	6,25	27,8378	0,000000
Prot	1,36	2	0,68	3,0307	0,048978
Temps*Prot	5,07	6	0,85	3,7638	0,001086
Error	142,81	636	0,22		

Taula 58. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Labrus* spp. entre 2003 i 2019 a la RPA (sector de Lluçmajor). SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	9,80	1	9,80	41,62880	0,000000
Temps	12,31	3	4,10	17,44370	0,000000
Error	49,89	212	0,24		

Taula 59. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Labrus* spp. entre 2003 i 2019 a la RPB (sector de Santanyí). SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	17,23	1	17,23	60,21771	0,000000
Temps	9,12	3	3,04	10,63237	0,000002
Error	60,65	212	0,29		

Taula 60. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Labrus* spp. entre 2003 i 2019 a les zones control. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	6,34	1	6,34	41,62765	0,000000
Temps	2,38	3	0,79	5,21993	0,001698
Error	32,28	212	0,15		

La RMMM no presenta una biomassa de grans làbrids superior a la de les zones control no protegides (Figura 30 i Taules 61 i 62). Fins el 2017, la biomassa presentà un patró similar al de la densitat. Però en algunes zones (Torrent Fondo, dins RPA, i Sa Comuna, dins RPB), la biomassa corresponent a 2019 superà la de 2010 (Figura 30). Aquest fet ha de ser conseqüència lògica de la presència de talles majors que en els anys anteriors. No obstant això, en disposar d'un nombre molt baix d'individus per espècie, no s'ha elaborat el gràfic de freqüència de talles. La biomassa mitjana de *Labrus* spp. dins la reserva parcial va resultar molt baixa, amb valors màxims de 98 g/250 m² a Sa Comuna el 2019. L'ANOVA (Taules 61 i 62) va indicar diferències temporals i per a la interacció entre el temps i la protecció, que s'analitzaren per a cada nivell de protecció (Taules 63, 64 i 65). Dins la RPA (Llucmajor), la biomassa dels anys 2010 i 2019 fou superior a la de 2003 i 2017. A la RPB (Santanyí), la biomassa de 2010 superà la de 2003, i la de 2019 superà la de 2003 i 2017. Als controls, els valors de 2017 varen ser majors que els de 2003.

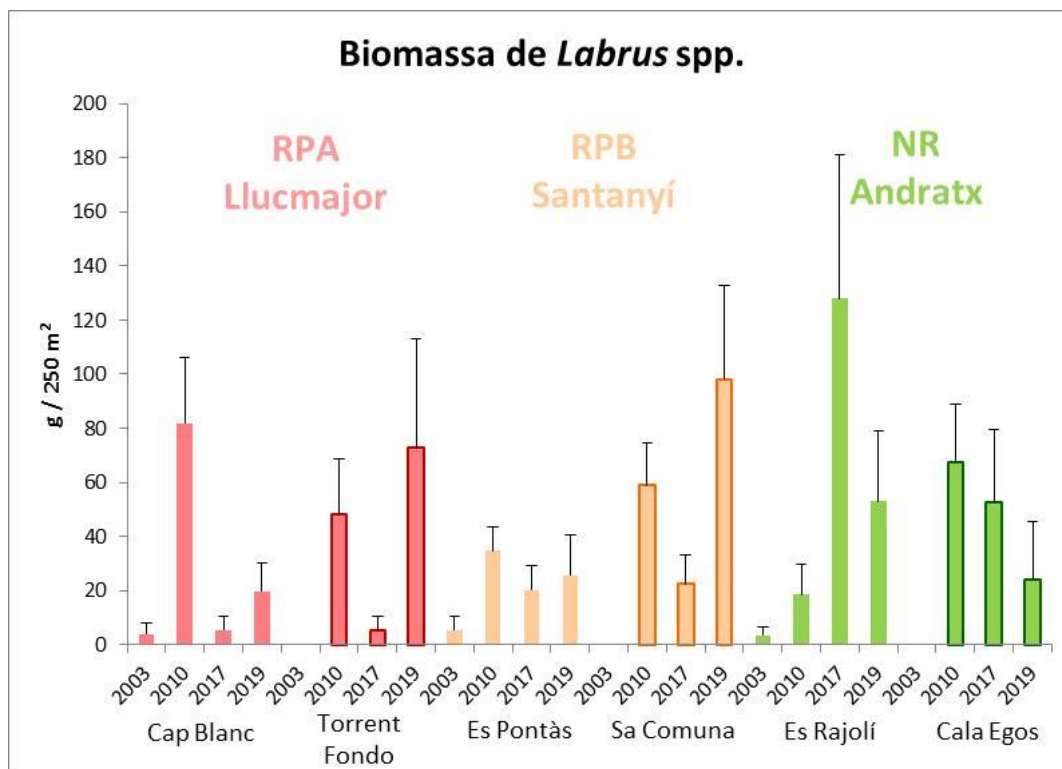


Figura 30. Evolució de la biomassa de *Labrus* spp. (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 61. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Labrus* spp. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	811802	1	811802,5	57,82093	0,004720
Temps	253834	3	84611,4	3,60418	0,058765
Prot	21835	2	10917,7	0,77762	0,534461
Temps*Prot	228645	6	38107,5	1,62326	0,246349
Zona(Prot)	42120	3	14039,9	0,59806	0,632147
Temps*Zona(Prot)	211283	9	23475,9	2,06719	0,030447
Error	7086408	624	11356,4		

Taula 62. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Labrus* spp. en el període 2003 -2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	811802	1	811802,5	70,34328	0,000000
Temps	253834	3	84611,4	7,33164	0,000078
Prot	21835	2	10917,7	0,94602	0,388827
Temps*Prot	228645	6	38107,5	3,30204	0,003300
Error	7339811	636	11540,6		

Taula 63. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Labrus* spp. entre 2003 i 2019 a la RPA (sector de Lluçmajor). SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	190281	1	190281,3	20,00226	0,000013
Temps	156248	3	52082,8	5,47491	0,001213
Error	2016753	212	9513,0		

Taula 64. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Labrus* spp. entre 2003 i 2019 a la RPB (sector de Santanyí). SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	237327	1	237327,4	34,13091	0,000000
Temps	112358	3	37452,6	5,38619	0,001364
Error	1474131	212	6953,4		

Taula 65. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Labrus* spp. entre 2003 i 2019 a les zones control. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	406029	1	406029,1	22,36420	0,000004
Temps	213873	3	71291,1	3,92673	0,009345
Error	3848927	212	18155,3		

Efectes de la reserva integral en els anys 2010, 2017 i 2019

En concordança amb el que s'ha esmentat abans, la densitat de grans làbrids a dins la reserva integral va ser màxima el 2010 (1,6 individus/transsecte) i va minvar posteriorment, fins a situar-se en 0,7 individus/transsecte (Figura 31). Així i tot, va ser sempre major a la reserva integral respecte dels altres nivells de protecció (Taules 66 a 70).

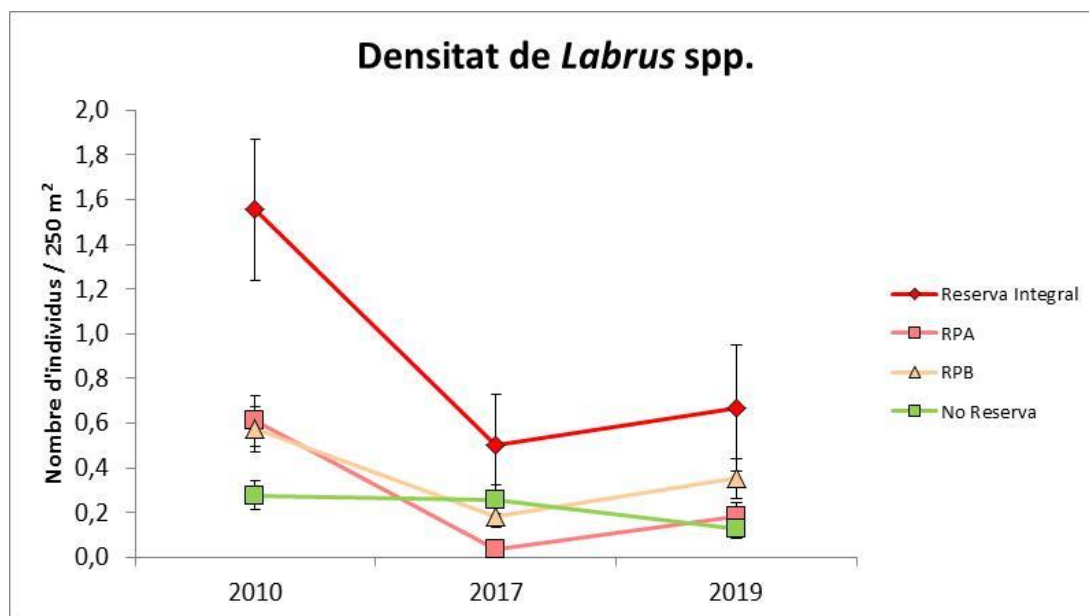


Figura 31. Evolució de la densitat de *Labrus* spp. (mitjana ± EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 66. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Labrus* spp. entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	73,14	1	73,14	126,7527	0,000032
Temps	19,63	2	9,81	10,6385	0,003261
Prot	16,06	3	5,35	8,1491	0,031621
Temps*Prot	8,97	6	1,49	1,3354	0,340480
Zona(Prot)	2,70	4	0,67	0,5806	0,685434
Temps*Zona(Prot)	9,30	8	1,16	3,3565	0,000927
Error	174,56	504	0,35		

Taula 67. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Labrus spp.* en el període 2010 -2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	73,14	1	73,14	200,7736	0,000000
Temps	19,63	2	9,81	26,9409	0,000000
Prot	16,06	3	5,35	14,6945	0,000000
Temps*Prot	8,97	6	1,49	4,1035	0,000491
Error	187,98	516	0,36		

Taula 68. Anàlisi de la variància de la densitat de *Labrus spp.* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2010. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	82,00	1	82,00	132,0273	0,000000
Prot	22,08	3	7,36	11,8496	0,000000
Error	109,31	176	0,62		

Taula 69. Anàlisi de la variància de la densitat de *Labrus spp.* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2017. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	6,94	1	6,94	40,04444	0,000000
Prot	2,67	3	0,89	5,13945	0,001994
Error	29,44	170	0,17		

Taula 70. Anàlisi de la variància de la densitat de *Labrus spp.* entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2019. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	12,80	1	12,80	44,20767	0,000000
Prot	3,65	3	1,22	4,20358	0,006727
Error	49,22	170	0,29		

Pel que fa a la biomassa, el valor corresponent a 2019 va ser gairebé idèntic al de 2010 ($\approx 0,2 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$; Figura 32), la qual cosa lligada a la minva de densitat abans esmentada indica un augment de la talla mitjana en el darrer any. Les anàlisis de la variància (Taules 71 a 75) assenyalaren una major biomassa a la reserva integral els anys 2010 i 2019 respecte de les altres zones.

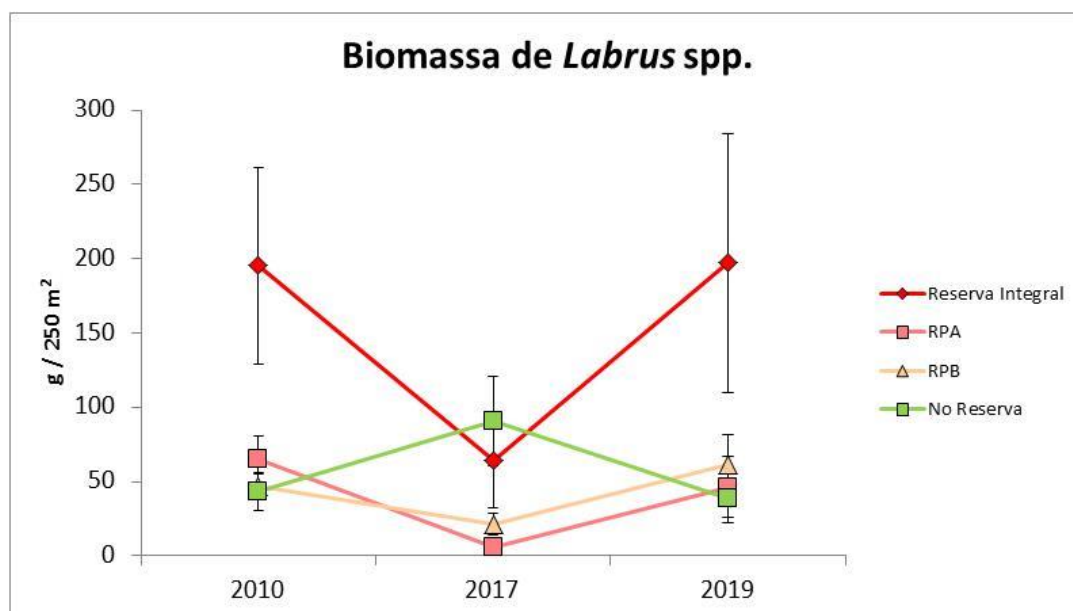


Figura 32. Evolució de la biomassa de *Labrus spp.* (mitjana $\pm$ EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 71. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Labrus spp.* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	164,24	1	164,24	242,8947	0,000000
Temps	20,06	2	10,03	7,3666	0,008240
Prot	17,19	3	5,73	9,2635	0,020545
Temps*Prot	12,21	6	2,04	1,3224	0,343157
Zona(Prot)	2,42	4	0,61	0,3843	0,814253
Temps*Zona(Prot)	12,62	8	1,58	1,8730	0,062064
Error	424,56	504	0,84		

Taula 72. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Labrus* spp. en el període 2010 -2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	164,24	1	164,24	192,5429	0,000000
Temps	20,06	2	10,03	11,7590	0,000010
Prot	17,19	3	5,73	6,7183	0,000188
Temps*Prot	12,21	6	2,04	2,3860	0,027737
Error	440,15	516	0,85		

Taula 73. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Labrus* spp. entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2010. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	136,60	1	136,60	134,9109	0,000000
Prot	15,71	3	5,24	5,1707	0,001897
Error	178,20	176	1,01		

Taula 74. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Labrus* spp. entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2017. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	22,44	1	22,44	33,08987	0,000000
Prot	8,61	3	2,87	4,22954	0,006504
Error	115,30	170	0,68		

Taula 75. Anàlisi de la variància de la biomassa de *Labrus* spp. entre els quatre nivells de protecció (Prot) per a l'any 2019. SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	39,11	1	39,11	45,33418	0,000000
Prot	6,99	3	2,33	2,69992	0,047356
Error	146,65	170	0,86		

3.4.6. L'escorball *Sciaena umbra*

Efectes de la reserva parcial en els anys 2003, 2010, 2017 i 2019.

Els efectes locals sobre la densitat d'escorballs dins un mateix nivell de protecció han estat de major importància que la protecció per sí mateixa. Això es veu clar en observar les diferències gràfiques de densitat d'escorballs al sector de Lluçmajor (RPA) (Figura 33). Al sector de Santanyí, només la zona de Sa Comuna (RPB) presentà una densitat d'escorballs superior el 2019 respecte de 2003. Amb tot, el valor fou baix (0,26 individus/250 m²), i els màxims varen ser enregistrats dins la zona del Torrent Fondo (sector de Lluçmajor, RPA) el 2003 i 2019 (1,04 i 0,7 individus/250 m², respectivament). La major densitat al sector de Lluçmajor no quedà reflectida a l'anàlisi de la variància degut a les mateixes diferències locals dins RPA, entre el cap Blanc i el Torrent Fondo (Taula 76).

La biomassa presentà un patró molt semblant al de la densitat i s'incrementà a tres de les quatre zones de la reserva parcial (Figura 34), però amb valors bastant baixos (màxim de 0,26 kg/250 m² al sector de Lluçmajor el 2019) que no han produït un efecte reserva (Taula 77). El nombre d'escorballs censats dins cada nivell de protecció el 2019 va ser molt baix (R: 5; RPA: 27; RPB: 9; NR: 4), impeding una anàlisi detallada de la distribució de talles.

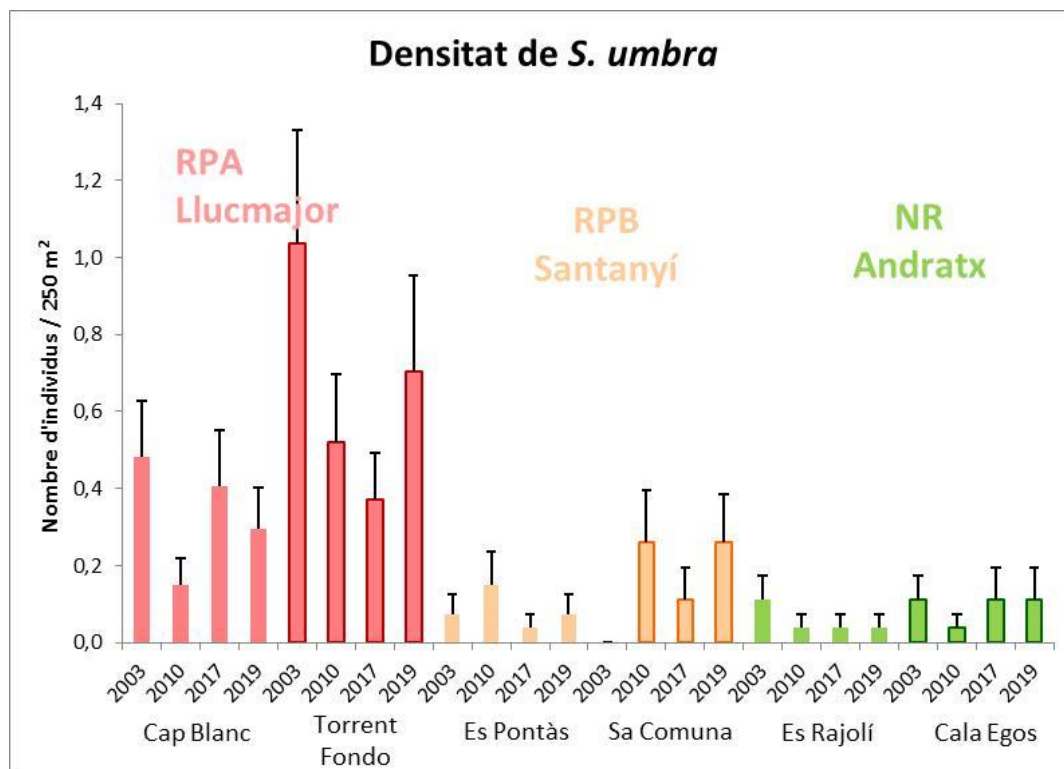


Figura 33. Evolució de la densitat de *Sciaena umbra* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 76. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Sciaena umbra*. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	34,26	1	34,26	17,01226	0,025840
Temps	1,56	3	0,52	1,48023	0,284507
Prot	23,06	2	11,53	5,72490	0,094599
Temps*Prot	5,36	6	0,89	2,54319	0,100693
Zona(Prot)	6,04	3	2,01	5,73206	0,017900
Temps*Zona(Prot)	3,16	9	0,35	0,93071	0,497602
Error	235,56	624	0,38		

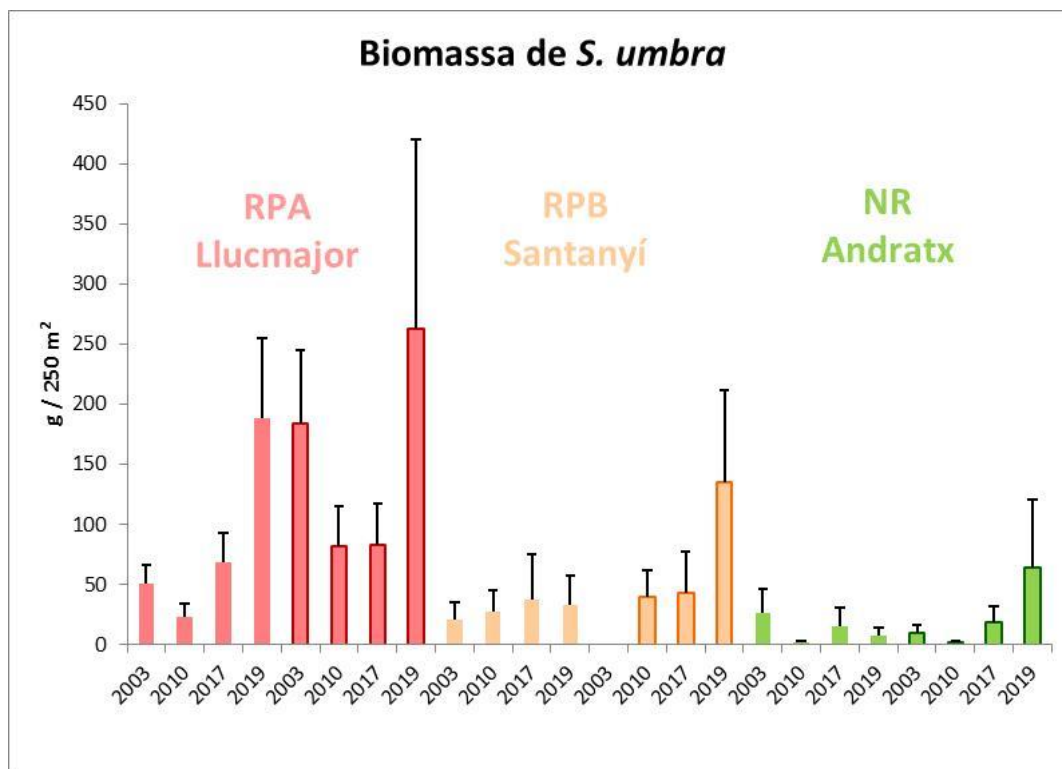


Figura 34. Evolució de la biomassa de *Sciaena umbra* (mitjana $\pm$ EE) a les zones mostrejades entre 2003 i 2019.

Taula 77. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Sciaena umbra*. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	2276086	1	2276086	22,33199	0,017954
Temps	709694	3	236565	8,27349	0,005917
Prot	1165570	2	582785	5,71804	0,094734
Temps*Prot	435914	6	72652	2,54091	0,100901
Zona(Prot)	305761	3	101920	3,56451	0,060270
Temps*Zona(Prot)	257338	9	28593	0,50508	0,871278
Error	35324991	624	56611		

Efectes de la reserva integral en els anys 2010, 2017 i 2019

La densitat d'escorballs a dins la reserva integral sofrí un descens molt acusat entre 2010 i 2017, passant de 1,1 individus/250 m² a 0,17 individus/250 m² (Figura 36). Tot i que els valors augmentaren el 2019 (0,42 individus/250 m²), quedaren per davall dels inicials i també dels obtinguts al sector de Lluçmajor. L'ANOVA indicà diferències generals entre nivells de protecció (Taules 78 i 79), amb valors de la reserva integral i

de la RPA (sector de Lluçmajor) superiors als del sector de Santanyí i a les zones control.

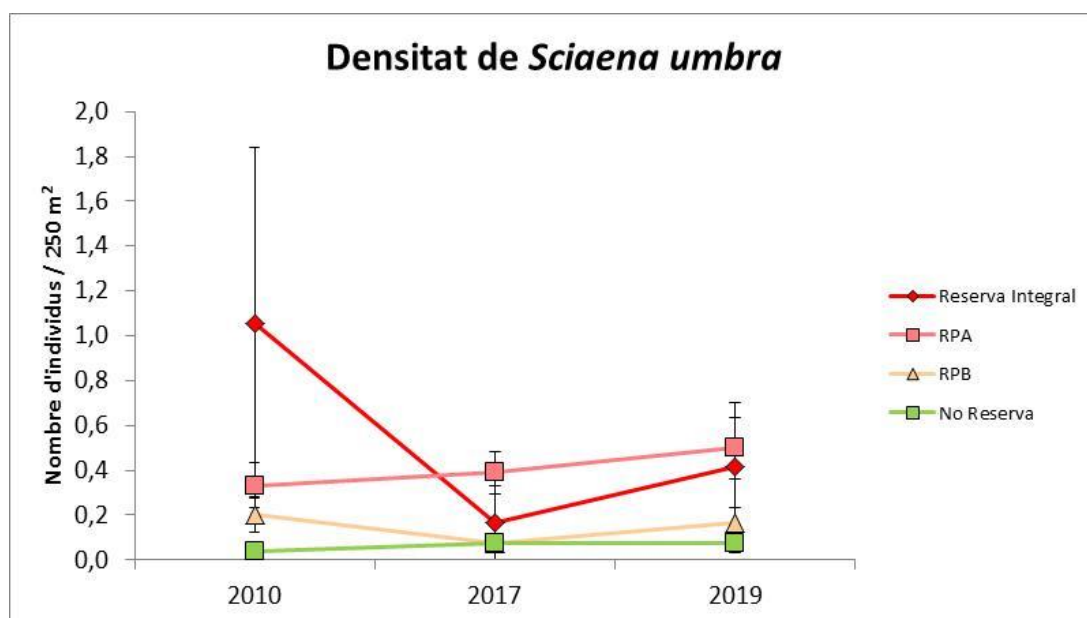


Figura 36. Evolució de la densitat de *Sciaena umbra* (mitjana ± EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 78. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Sciaena umbra* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	31,33	1	31,33	23,28698	0,003691
Temps	3,45	2	1,72	1,35769	0,296510
Prot	14,82	3	4,94	3,12805	0,144456
Temps*Prot	6,86	6	1,14	0,77586	0,609818
Zona(Prot)	6,52	4	1,63	1,07389	0,429594
Temps*Zona(Prot)	12,15	8	1,52	2,26740	0,021788
Error	337,72	504	0,67		

Taula 79. Anàlisi de la variància per a la densitat de *Sciaena umbra* en el període 2010 -2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	31,33	1	31,33	45,01679	0,000000
Temps	3,45	2	1,72	2,47666	0,085021
Prot	14,82	3	4,94	7,09769	0,000111
Temps*Prot	6,86	6	1,14	1,64369	0,133026
Error	359,16	516	0,70		

La biomassa d'escorballs dins la reserva integral va ser baixa durant tot el període estudiat (0,2, 0,08 i 0,3 kg/250 m² els anys 2010, 2017 i 2019, respectivament; Figura 37), i no s'observà un efecte de la protecció més enllà que, de forma conjunta, la biomassa de la reserva integral va ser major que la del sector de Santanyí i que la dels controls (Taules 80 i 81). De manera similar, el valor conjunt de 2019 (dependent del que s'observà a la reserva integral i a la RPB) va estar a prop de resultar estadísticament superior al de la resta d'anys.

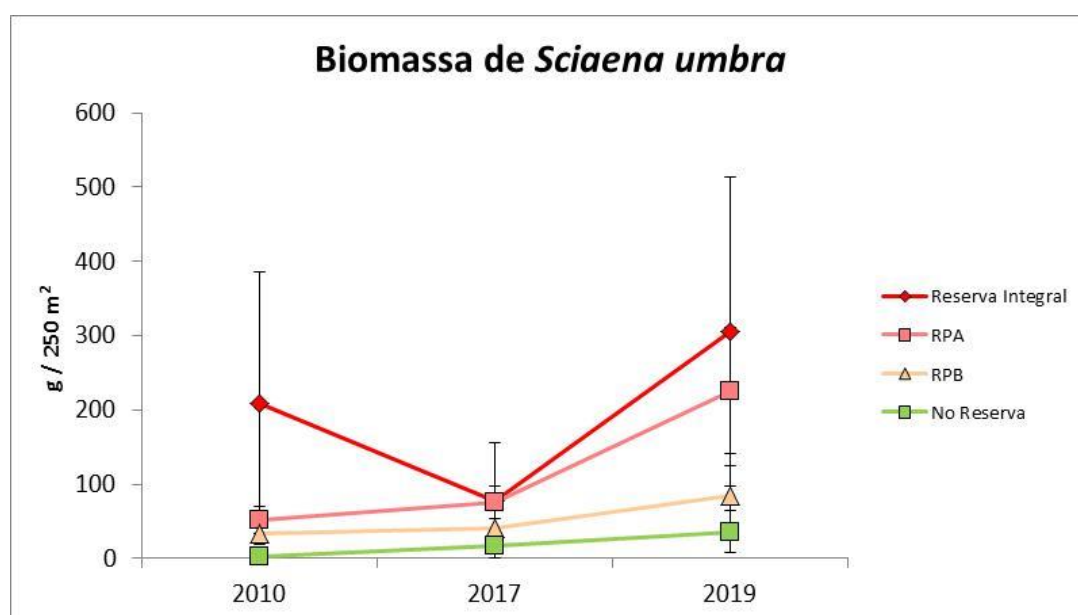


Figura 37. Evolució de la biomassa de *Sciaena umbra* (mitjana ± EE) als nivells de protecció mostrejats entre 2010 i 2019.

Taula 80. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Sciaena umbra* entre 2010 i 2019 a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	3444041	1	3444041	42,68346	0,000091
Temps	798919	2	399459	4,53341	0,026503
Prot	1506252	3	502084	6,60051	0,039859
Temps*Prot	569395	6	94899	1,10231	0,429616
Zona(Prot)	300227	4	75057	0,87622	0,518592
Temps*Zona(Prot)	685193	8	85649	0,91081	0,507036
Error	47394224	504	94036		

Taula 81. Anàlisi de la variància per a la biomassa de *Sciaena umbra* en el període 2010 -2019 entre els factors temps i nivell de protecció (*pooling* de l'efecte zona i l'error) a la reserva integral, reserva parcial (RPA i RPB) i zones control d'Andratx. Prot: Nivell de protecció; SQ: suma de quadrats; GL: graus de llibertat; MQ: mitjana quadràtica; F: F test; p= nivell de significació. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	3444041	1	3444041	36,64643	0,000000
Temps	798919	2	399459	4,25046	0,014760
Prot	1506252	3	502084	5,34244	0,001247
Temps*Prot	569395	6	94899	1,00978	0,417983
Error	48493807	516	93980		

4. DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Transcorreguts disset anys des de la declaració de la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca, i setze des de l'inici del seguiment de les seves poblacions de peixos, els resultats d'aquest seguiment no indiquen un efecte significatiu de la protecció. Tot i que un bon nombre dels indicadors analitzats mostren increments, o bé les diferències temporals no han estat prou importants o bé aquests increments s'han produït de forma generalitzada (és a dir, també a les zones control obertes a la pesca), impedit associar-los a la protecció. En aquest sentit, ja a l'informe corresponent a la campanya de 2017 (Coll *et al.*, 2017) s'esmentaven aquests dos aspectes.

Pel que fa a la reserva parcial, on s'ha analitzat una sèrie de 4 campanyes (2003, 2010, 2017 i 2019), només s'hi ha detectat un efecte clar de la protecció sobre la densitat de la variada i sobre la densitat i la biomassa de l'anfós. A la reserva integral, on la sèrie es limità als anys 2010, 2017 i 2019, també es detectà un efecte de la protecció sobre la densitat de la variada i sobre la densitat i biomassa d'anfós, que al 2019 va ser major dins la reserva integral respecte de la resta de nivells de protecció.

Com s'ha indicat en altres documents (e.g. Morey *et al.* 2018), el valor de 5 kg/250 m² de biomassa total determina, de manera genèrica, el llindar que defineix el bon estat del conjunt d'espècies vulnerables a les Illes Balears. Tot i que aquest valor llindar ha de ser revisat i actualitzat en funció dels resultats més recents del seguiment i d'obtenir una bona relació amb factors ambientals i d'hàbitat locals (Coll *et al.*, 2018), resulta una referència útil en el context ecològic de la RMMM. En aquesta reserva marina, aquest llindar s'assolí el 2019 a la reserva integral (5,4 kg/250 m²), amb diferències notables entre les dues zones (3,6 kg/250 m² a una i 7,2 kg/250 m² a l'altra), mentre que a la resta de nivells de protecció (i a les seves corresponents zones) la biomassa total fou menor (rang: 2,7 – 4 kg/250 m²).

La manera en què es distribueix la biomassa entre les espècies incloses en l'estudi també és prou aclaridora de l'estat i l'evolució de la comunitat íctica. Hom espera que, com efecte de la protecció, la comunitat de peixos dins àrees protegides vegi incrementada la importància dels depredadors (Guidetti i Sala, 2007; Sala *et al.*, 2012; Garcia-Rubies *et al.*, 2013). Aquest fet ha estat ben descrit a la reserva marina de l'Illa del Toro (Morey *et al.*, 2018a), on des de la declaració de la reserva l'any 2005 hi ha hagut una recuperació d'espècies longeves i de nivell tròfic alt (NT>3,5 segons Froese i Pauly, 2019), principalment representades per l'anfós i l'escorball, que constitueixen més del 50% de la biomassa total d'espècies vulnerables. A la RMMM no s'hi ha observat aquest procés, i les espècies més abundants a zones obertes a la pesca (com les pertanyents al gènere *Diplodus*, de NT mitjà-baix – NT=3,1-3,3) continuen essent les més importants en el conjunt d'espècies vulnerables (RI: 73%; RPA: 75%; RPB: 84%) tal com passa a les zones control (90%) (Figura 38).

No obstant això, cal tenir en compte que també existeixen zones protegides on els espàrids segueixen constituint el gruix de la biomassa. Aquest és el cas de la reserva marina de les Illes Malgrats, establerta a la vegada que la de l'illa del Toro, i on els dos principals espàrids (*D. sargus* i *D. vulgaris*) representaren el 80% de la biomassa després de 13 anys de protecció (Morey *et al.*, 2018a). Un altre exemple és el Faralló de Cala Gat, dins la reserva marina del Llevant de Mallorca, que constituint un dels punts amb major biomassa d'entre tots els estudiats a les Illes Balears, segueix estant dominat per les variades i els sards (Morey *et al.*, 2018b). Això posa de manifest la importància de factors locals i/o d'hàbitat. En el cas de la RMMM, l'escassetat de fons rocosos abruptes amb alta complexitat d'estructura impedeix l'establiment tant de poblacions abundants com de comunitats madures d'espècies vulnerables. En aquest sentit, n'és un exemple evident la distribució de talles d'anfós. Al llarg de les quatre campanyes realitzades entre 2003 i 2019 es varen censar pocs individus que assolissin la talla de maduresa (49,1 cm LT a zones explotades, segons Reñones *et al.*, 2010). En conseqüència, la població de *E. marginatus* a la RMMM està dominada per juvenils, on hi troben el seu hàbitat preferencial (aigües somes fins a 18 m de fondària, amb poc corrent i poc pendent; Reñones *et al.*, 2012), mentre que l'hàbitat preferencial dels adults (àrees complexes estructuralment, amb pendent i a profunditats d'entre 17 i 40 m) hi resulta escàs. És per aquest motiu que incidim de nou en la recomanació de combinar els censos visuals en immersió amb altres mètodes més efectius sobre els fons predominants a la RMMM (fons d'alguer de *Posidonia oceanica* i arena), com per exemple el seguiment de la pesquera professional de tremall i de la pesquera recreativa de volantí.

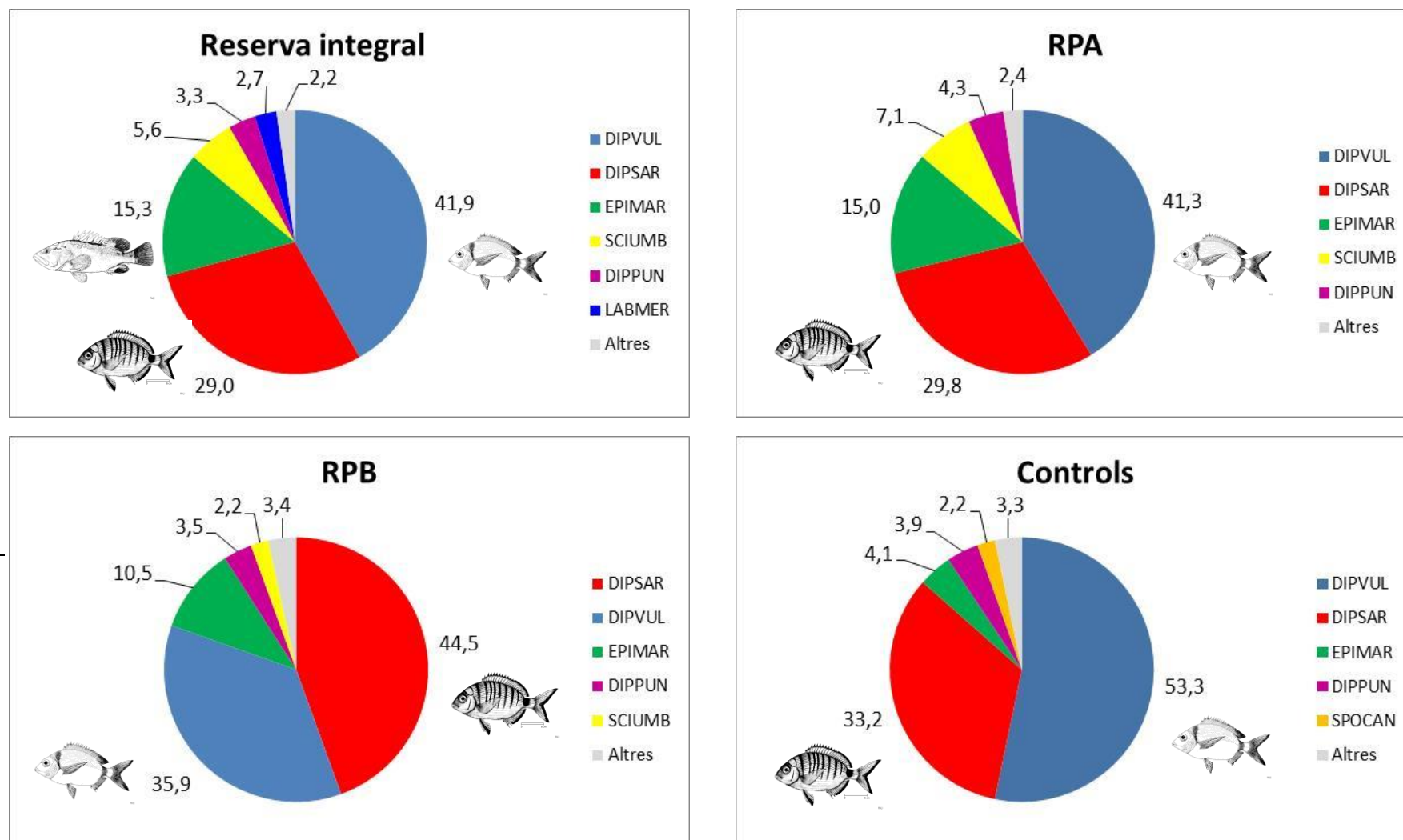


Figura 38. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades durant la campanya de 2019 als diferents nivells de protecció. Dins la categoria "Altres" s'hi inclouen les espècies la contribució de les quals no assolí, individualment, el 2%.

5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- BELL, J.D. 1983. Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the north-western Mediterranean sea. *Journal of Applied Ecology*, 20: 357-369.
- BELL, J. D., CRAIK, G.J.S., POLLARD, D.A i B.C. RUSSELL. 1985. Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*, 4: 41-44.
- COLL, J i G. MOREY. 2010. Avaluació dels efectes de la protecció a la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca. Anàlisi de les sèries de dades de 2003 i 2010 sobre el speixos de fons rocosos. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca. Tragsatec-Govern de les Illes Balears-UE. 54 pàg.
- COLL, J, A. GARCIA-RUBIES i B. HEREU. 2003. Estat actual de les poblacions de peixos vulnerables a la pesca en els fons rocosos de la Reserva Marina del Migjorn (Sud de Mallorca). Juliol de 2003. Informe tècnic de la Direcció General de Pesca/Tragsa i CEAB/CSIC. 45 pp.
- COLL, J., G. MOREY i O. NAVARRO. 2017. Avaluació dels efectes de la protecció a la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca sobre els peixos costaners de roca i sobre la captura associada a la pesquera de sípia (*Sepia officinalis*, Linnaeus, 1758). Informe tècnic per a la Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears. Tragsatec. 63 pàgines
- COLL, J., G. MOREY, O. NAVARRO i G. MUCIENTES. 2018. La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2018. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears-Tragsatec 58 pàgines.
- COLL, J., O. NAVARRO, F. VERGER i G. MOREY. 2019a. Avaluació de les poblacions de peixos vulnerables a la pesca submarina a les reserves naturals des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent. Bases per a l'establiment d'un pla de conservació i d'aprofitament pesquer. Projecte de Seguiment de les Comunitats Marines d'Espais Naturals Protegits de les Illes Balears. Informe tècnic de la Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat del Govern de les Illes Balears-Tragsatec, 91 pàgines.
- COLL, J., G. MOREY i O. NAVARRO. 2019b. La Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2019. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears-Tragsatec 58 pàgines. 72 pàgines.

- FRANCOUR, P. 1991. Ichtyofaune de la reserve naturelle de Scandola (Corse Méditerranée nord-occidentale). Influence spatiale et temporelle de l'effect de réserve. *Trav.Sci.parc nat.reg.nat. Corse Fr*, 31: 1-33.
- FROESE, R. i D. PAULY. Editors. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, versió (12/2019).
- GARCÍA-RUBIES, A i J. COLL. 2002. Estudi de les comunitats de peixos a la Reserva de Migjorn. Informe tècnic. CEAB, 50 pàgines.
- GARCIA-RUBIES, A. i M. ZABALA. 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 54: 317-328.
- GARCIA-RUBIES, A., B. HEREU i M. ZABALA. 2013. Long-term recovery patterns and limited spillover of large predatory fish in a Mediterranean MPA. *PLoS ONE* 8(9): e73922. doi: 10.1371/journal.pone.0073922
- GREENE, L.E. i ALEVIZON, W.S. 1989. Comparative Accuracies of Visual assesment methods for coral reef fishes. *Bull. Mar. Sci*, 44: 899-912.
- GUIDETTI, P. i SALA, E. 2007. Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress series* 335 : 43-56.
- HARME LIN, J-G. 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rochouse protégée en Méditerranée (Parc national de port Cros, France). *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 8: 263-284.
- HARME LIN-VIVIEN, M.L., HARME LIN, J.G., CHAUVET, C., DUVAL, C., GALZIN, R., LEJEUNE, P., BARNABE, G., BLANC, F., CHEVALIER, R., DUCLERC, J i LASSERRE, G. 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol (Terre Vie)*. 40: 467-539.
- LUKHURST, B.E. i K. LUKHURST. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology* 49: 317-323.
- MOREY, G., J. MORANTA., E. MASSUTI, A. GRAU, M. LINDE, F. RIERA i B. MORALES-NIN. 2003. Weight-length relationship of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62: 89-96.
- MOREY, G., J. COLL, O. NAVARRO i F. VERGER. 2018a. Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Juliol de 2018. Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 76 pàgines.

- MOREY, G., J. COLL, O. NAVARRO i F. VERGER. 2018a. La reserva marina del Llevant de Mallorca. Seguiment de les poblacions de peixos vulnerables de substrat rocós en el període 2008-2018. Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears – Tragsatec. Novembre de 2018. 74 pàgines.
- REÑONES, O., C. PIÑEIRO, X. MAS i R. GOÑI. 2007. Age and growth of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) in an exploited population of the western Mediterranean. *Journal of Fish Biology* 71: 346-362.
- REÑONES, O., A. GRAU, X. MAS i F. SABORIDO-REY. 2010. Reproductive pattern of an exploited dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) (Pisces: Serranidae) population in the western Mediterranean. *Scientia Marina* 74(3): 523-537.
- REÑONES, O., D. ÁLVAREZ, J. COLL, G. MOREY, O. NAVARRO, L. RUEDA, A. GRAU, B. STOBART, D. DÍAZ, A. BOX, S. DEUDERO, A. M. GRAU i R. GOÑI. 2012. Identificación del patrón de movimientos y factores ambientales que determinan la distribución espacial del mero *Epinephelus marginatus* en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera: aplicaciones para su conservación. *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales, 2008-2011*. Pág: 407-430. Organismo Autónomo de Parques Nacionales (Ed.). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- SALA, E., E. BALLESTEROS, P. DENDRINOS, A. DI FRANCO, F. FERRETTI, D. FOLEY, S. FRASCHETTI et al. 2012. The structure of Mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. *PLoS ONE* 7(2): e32742. doi: 10.1371/journal.pone.0032742
- UNDERWOOD, A.J. 1997. *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge. University Press.
- ZAR, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Inc. New Jersey.