

LES RESERVES MARINES DE L'ILLA DEL TORO I LES ILLES MALGRATS.

SEGUIMENT DE LES ESPÈCIES ÍCTIQUES VULNERABLES SOBRE SUBSTRAT ROCÓS. Juliol de 2020.

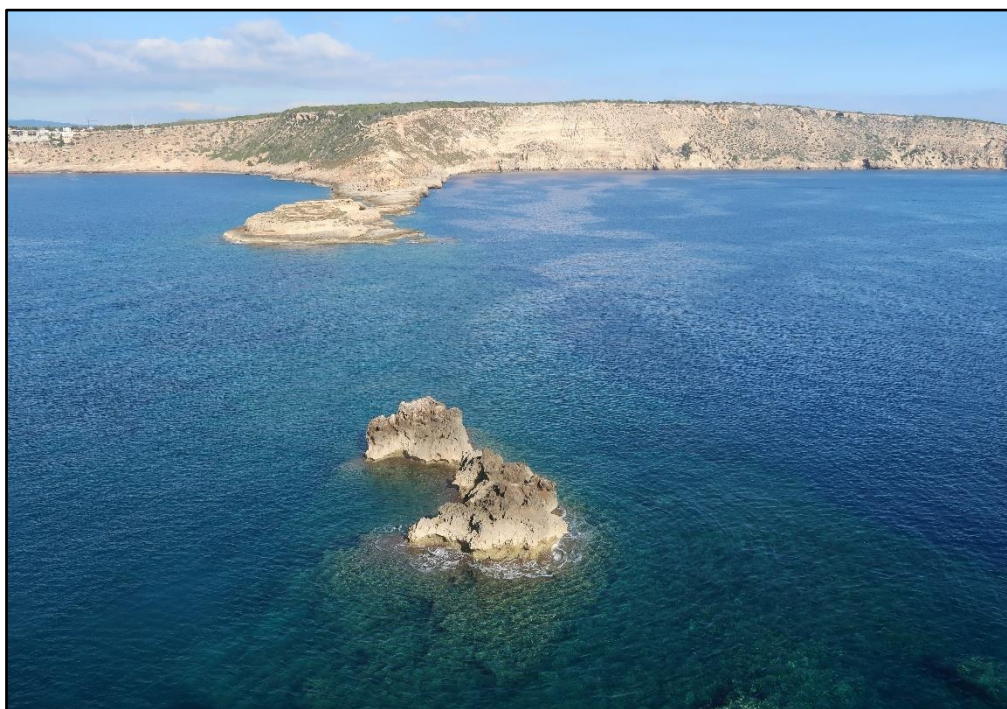


G CONSELLERIA
O MEDI AMBIENT,
I AGRICULTURA
B I PESCA



UNIÓN EUROPEA

FONDO EUROPEO MARÍTIMO
Y DE PESCA (FEMP)



Autors:

Gabriel Morey¹, Josep Coll¹, Oliver Navarro², Francesc Verger¹ i Miguel Pozo

1: *Tragsatec*

2: *Serveis de Millora Agrària i Pesquera-Govern de les Illes Balears*



Fotografia de portada: Vista panoràmica de la Reserva Marina de l'illa del Toro, amb l'illot des Toretó en primer terme, i Es Pans, es Banc d'Eivissa i Refeubeig al fons.

Citar com:

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

INDEX

RESUM EXECUTIU.....	1
1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS.....	5
2. MATERIAL I MÈTODES.....	8
2.1. DISSENY DEL MOSTREIG.....	8
2.2. PRESA DE DADES.....	9
2.3. TRACTAMENT DE LES DADES.....	13
3. RESULTATS.....	16
3.1. ESTRAT SUPERFICIAL.....	16
3.1.1. La riquesa d'espècies vulnerables.....	16
3.1.2. L'abundància d'espècies vulnerables.....	21
3.1.3. La biomassa total d'espècies vulnerables.....	23
3.1.4. Les espècies més freqüents i abundants.....	36
3.1.4.1. El sard <i>Diplodus sargus</i>	36
3.1.4.2. La variada <i>Diplodus vulgaris</i>	44
3.1.4.3. L'anfós <i>Epinephelus marginatus</i>	51
3.1.4.4. L'escorball <i>Sciaena umbra</i>	59
3.2. ESTRAT PROFUND.....	67
3.2.1. La riquesa d'espècies vulnerables.....	67
3.2.2. La biomassa total d'espècies vulnerables.....	71
3.2.3. Les espècies més freqüents i abundants.....	82
3.2.3.1. El sard <i>Diplodus sargus</i>	82
3.2.3.2. La variada <i>Diplodus vulgaris</i>	88
3.2.3.3. L'anfós <i>Epinephelus marginatus</i>	93
3.2.3.4. L'escorball <i>Sciaena umbra</i>	100
4. CONCLUSIONS.....	106
5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	114
ANNEX I.....	119

RESUM EXECUTIU

Les reserves marines de l'illa del Toro i les Illes Malgrats varen ser creades l'any 2004. Des d'aleshores s'han realitzat campanyes de seguiment dels peixos d'hàbitats rocosos litorals als anys 2005, 2006, 2007, 2009, 2011, 2016, 2018 i 2020. Aquesta sèrie temporal, que abasta un període de 16 anys des de la seva creació, correspon als mostrejos de l'anomenat estrat superficial, entre 0 i 15 m de profunditat, i de l'estrat profund, entre 20 i 25 m. El mètode de mostreig emprat per a aquest seguiment és un mètode no destructiu que es fa servir a la majoria d'àrees marines protegides (AMPs) litorals mediterrànies, i que consisteix en censos visuals amb escafandre autònom sobre transsectes de 50x5 m (250 m²). Els censos es realitzen sobre un grup limitat d'espècies, pròpies de fons rocosos i objectiu de la pesca professional, submarina i recreativa, que les fan bones indicadores de l'anomenat efecte reserva. A cada campanya es realitzaren censos seguint un disseny de mostreig distint segons l'estrat de mostreig: al superficial, es mostrejaren tres llocs de cada reserva i de dues zones control localitzades fora de les reserves i sense cap protecció especial. Al profund es mostrejà un lloc a cada reserva i un a cadascuna de les dues zones control. D'aquesta manera es pot determinar l'efecte de la protecció a les reserves, analitzant la seva evolució al llarg del temps, i comparant-la amb l'experimentada per les zones no protegides.

La campanya de 2020 es va dur a terme entre els dies 26 de juny i 8 de juliol, per part de 4 biòlegs bussejadors que varen realitzar 128 transsectes, cobrint una àrea de 3,2 ha de fons rocosos.

L'evolució dels indicadors emprats per avaluar els efectes de la protecció (riquesa d'espècies, biomassa total, i densitat, talles i biomassa de les espècies més abundants) ha estat en general positiva. Però en la majoria de casos no s'ha detectat un increment estadísticament significatiu degut a la forta variabilitat entre llocs de mostreig dins una mateixa reserva, que emmascaraven les diferències entre reserves o entre reserves i controls.

El principal indicador de l'efecte de la protecció, com és la biomassa total de peixos vulnerables, sí ha mostrat una resposta positiva a la protecció tant a l'estrat superficial com al profund, com a mínim quadruplicant els valors de 2005. A l'hora, s'ha detectat una certa estabilització d'aquesta biomassa, que a l'estrat superficial ha estat de 17 kg/250 m² a El Toro i de 8 kg/250 m² a Malgrats, i més elevada a l'estrat profund (48 kg/250 m² i 24 kg/250 m², respectivament). No obstant això, aquesta pausa en la tendència a l'alça també s'havia observat en anys anteriors, i la biomassa ha continuat augmentant. Com han demostrat Garcia-Rubies *et al.* (2013) a les illes Medes, llocs considerats com a *hotspots* de la Mediterrània poden tardar entre 25 i 30 anys en assolir la seva capacitat de càrrega, i fins i tot més (Rojo *et al.* 2021, per al cas de Cabo de Palos-Islas Hormigas). Això reitera la conveniència de continuar amb el seguiment de les reserves per conèixer com responen a la protecció.

La variabilitat entre llocs de mostreig es fa evident observant els valors de biomassa mitjana de l'illa del Toro (37 kg/250 m²), que quintupliquen els obtinguts als altres llocs de la mateixa reserva i també són notablement superiors als més elevats de la reserva de Malgrats (Illa des Conills: 15 kg/250 m²). L'illa del Toro esdevé el lloc amb la major biomassa mitjana de les Balears d'entre tots els estudiats.

L'espècie que més bé ha respost a la protecció ha estat l'anfós *Epinephelus marginatus*, que dins l'estrat superficial ha incrementat la seva biomassa per un factor x52 a la reserva de El Toro i x4 a Malgrats. A l'estrat profund aquest increment ha estat x32 a El Toro i x26 a Malgrats. La densitat de l'espècie i les seves talles també mostraren un increment generalitzat a dins les dues reserves. Aquesta tendència seguida per l'anfós defineix en gran mesura la de la biomassa total. A més de les diferències de biomassa de *E. marginatus* entre les dues reserves, la població resident a l'illa del Toro presentà talles majors que a la resta de zones, amb gran proporció d'individus reproductors.

Una altra espècie bona indicadora dels efectes de la protecció, com és l'escorball *Sciaena umbra*, també presenta densitats i biomasses molt superiors a dins les dues reserves en comparació a les zones obertes a la pesca, encara que l'elevada variabilitat entre censos impedí la detecció de l'efecte reserva. Les talles dels escorballs s'incrementaren a les dues reserves, amb un augment de la proporció d'individus per sobre de la talla mínima de captura (30 cm).

Les altres dues espècies analitzades, el sard *Diplodus sargus* i la variada *Diplodus vulgaris*, que en general són les dues espècies més abundants a totes les zones estudiades arreu de les Balears, experimentaren augments lleugers que no resultaren estadísticament significatius. La resta d'espècies censades es varen mantenir amb valors estables al llarg de la sèrie estudiada.

Per a les espècies de les quals no es detecten tendències clares, les variacions en la densitat i/o la biomassa no depenen tant dels efectes de la protecció com de processos estocàstics com la seva distribució de contagi (e.g. sard, variada, escorball) o l'efecte de la termoclina sobre la seva distribució en profunditat que, en conseqüència, condicionen la seva presència dins els transsectes.

En termes de biomassa, l'estructura de la comunitat de peixos estudiada segueix amb la tendència observada en els darrers anys, en la qual l'anfós i l'escorball han substituït el sard i la variada com a espècies dominants. Aquesta tendència sembla anar més endarrerida a l'estrat superficial de Malgrats, on encara hi dominen els dos espàrids esmentats, tot i que l'anfós i l'escorball han incrementat la seva importància.

Aquest canvi en la importància relativa de les espècies en el total de la biomassa de la comunitat és un bon indicador de la protecció. A les Balears, les zones no protegides mostren una gran proporció de sards i variades (i altres espècies de nivell tròfic baix i

mitjà), amb poca contribució d'espècies longeves i de nivell tròfic alt que, a lloc protegit, sí esdevenen les espècies dominants. Aquesta tendència és la que s'observa a El Toro i a Malgrats. Però existeixen diferències entre llocs dins una mateixa reserva quant a l'estructuració de la comunitat íctica, que poden ser causades per les diferències d'hàbitat, les condicions oceanogràfiques o la densitat de predadors. L'exemple més clar, com s'ha esmentat, és l'illa del Toro.

En el context de les àrees marines protegides de la Mediterrània, i en termes de biomassa total de peixos, la reserva marina de El Toro se situa en posicions capdavanteres (la quarta d'entre les tretze amb què s'ha comparat en aquest informe), amb la precaució de no disposar de dades actualitzades de totes elles, però també tenint en compte que la majoria compten amb més anys de protecció.

1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

Les reserves marines objecte del present estudi foren establertes l'any 2004. La Reserva Marina de l'illa del Toro fou declarada mitjançant l'Ordre de la consellera d'Agricultura i Pesca de 28 de maig de 2004 (BOIB Núm. 78, de 3 de juny de 2004), mentre que la Reserva Marina de les illes Malgrats s'establí a través de l'Ordre de 15 de juny de 2004 (BOIB Núm. 89, de 24 de juny de 2004). En ambdós casos, a les ordres de creació de les reserves també es determinaren les modalitats i períodes de pesca permesos, es regularen activitats d'esbarjo (i.e. busseig) i científiques; i es va fer referència a les activitats relatives al seguiment científic de les dues reserves, els resultats del qual han de servir per regular el tipus de gestió d'aquestes àrees. Quant a les activitats de pesca, i al marge d'aquelles activitats ja prohibides per la normativa general (arrossegament, encerclament) les restriccions més destacables són la prohibició de l'ús del tremall i palangres, la pesca submarina i la pesca amb canya des dels illots. Aquestes pràctiques tenen com a espècies objectiu moltes de les incloses en la categoria de vulnerables (e.g. sard, variada, anfós, escorball), sobre les quals es basen els inventaris visuals amb els què es determina l'estat de les seves poblacions. També és notable la prohibició, tant per a la pesca professional com per a la recreativa, de la potera, el curricà de fons i de superfície, i el volantí des d'embarcació en les dates compreses entre l'1 de maig i el 30 setembre (estant permeses la resta de l'any) fins l'any 2012, en què la pesca recreativa es reduí en un mes per a la potera, en tres mesos per al volantí, i es prohibí el curricà (Taula 1.1). La darrera modificació quant a la pesca a la reserva marina de l'illa del Toro va ser l'increment en un mes del període de veda de la pesca des de terra, igualant-se amb les de la potera i volantí (veure Taula 1.1).

La vigilància de les dues reserves s'establí quatre anys després de la seva declaració, el 2008, amb l'entrada en servei del cos de guardes de pesca.

El seguiment científic de les reserves marines de les Illes Balears es basa principalment en censos visuals de peixos amb escafandre autònom, com a mètode no intrusiu que ha estat estandarditzat a reserves marines arreu del món. Amb l'excepció de les reserves marines de la Badia de Palma i del Migjorn de Mallorca, el seguiment de totes elles contempla dos estrats de fondària: l'anomenat estrat superficial, entre 5 i 15 m de profunditat; i l'estrat profund, entre 20 i 25 m. A la Taula 1.2 s'indiquen els estrats mostrejats i analitzats cada any en què s'ha duit a terme el seguiment de les reserves marines de El Toro i Malgrats.

Taula 1.1. Modalitats de pesca i mesos en què estan/estaven permeses a l'interior de les reserves marines de l'illa del Toro i de les illes Malgrats. A les columnes dels anys assenyalats s'indiquen les modificacions de les normes que afecten a cada modalitat (2004: any de creació d'ambdues reserves; 2012 i 2015: només afecten a la reserva marina de El Toro). Les caselles en blanc indiquen la manca de canvis normatius.

		2004	2012	2015
Pesca Professional	Arts de parada (als punts autoritzats)			
	Curricà (fons i superfície)	01/oct a 30/abril		
	Potera	01/oct a 30/abril		
Pesca Recreativa	Curricà (fons i superfície)	01/oct a 30/abril	Prohibit	
	Potera	01/oct a 30/abril	01/oct a 31/març	
	Volantí	01/oct a 30/abril	01/gen a 31/març	
	Des de terra	Tot l'any		01/oct a 31/març

Taula 1.2. Estrats mostrejats en les campanyes de seguiment mitjançant censos visuals en immersió a les reserves marines del Toro i Malgrats.

Any	Estrat superficial (5-15 m)	Estrat profund (20-25 m)
2005	✓	✓
2006		✓
2007	✓	
2008		
2009	✓	✓
2010		
2011		✓
2012		
2013		
2014		
2015		
2016	✓	✓
2018	✓	✓
2020	✓	✓

En aquest informe es presenten els resultats de l'evolució dels recursos íctics a l'estrat superficial i al profund de les reserves de les illes del Toro i Malgrats, obtinguts analitzant la seva variació temporal (des de 2005 fins 2020) i espacial (comparant les zones de reserva amb zones no protegides). La sèrie temporal considerada en cada cas

és la detallada a la Taula 1.2, i que inclou 6 campanyes per a l'estrat superficial i 7 per al profund, entre 2005 i 2020 en ambdós casos. Els resultats de la primera campanya inclosa en l'estudi que aquí es presenta corresponen al mes de juny de 2005. En aquesta data, transcorregut un any des de la creació d'ambdues reserves, encara no s'havia contractat la vigilància per a cap d'elles. Tot i que en qualsevol avaluació dels efectes de les reserves es considera adient obtenir una caracterització de l'anomenat "estat zero" (estat de conservació dels poblaments just abans o en el moment de declaració de la reserva), els resultats del 2005 no han de ser considerats estrictament com a tal, ja que malgrat no existir un servei de vigilància oficial de les reserves, s'ha pogut constatar que els centres de busseig que hi operen exerciren una tasca en aquest sentit. Tot i que es tenien notícies que aleshores seguia existint una certa activitat de pesca il·legal a l'interior de les reserves de El Toro i Malgrats, aquesta era residual, i l'acompliment majoritari de la normativa pesquera des del juny de 2004 aconsellà no considerar aquells resultats com a definidors de l'estat zero. En qualsevol cas, aquests resultats són absolutament vàlids per determinar l'evolució temporal dels paràmetres considerats i, per tant, la magnitud de l'efecte reserva, la qual cosa és necessària en qualsevol seguiment ecològic associat a un canvi de gestió.

S'han demostrat de forma fefaent, i en nombroses ocasions, els canvis en l'estructura de les poblacions de moltes espècies considerades com a vulnerables quan s'han aplicat mesures de conservació efectives en diferents àrees marines protegides a la Mediterrània (Bell, 1983; Garcia-Rubies i Zabala, 1990; Francour, 1991; Harmelin *et al.*, 1995; Coll *et al.*, 1999; Jouvenel i Pollard, 2001; Ballesteros *et al.*, 2003). Aquests canvis afecten a tota la comunitat de peixos i, per tant, a la biodiversitat de les zones protegides. En l'origen d'aquests canvis s'hi troba bàsicament la reducció substancial – o absoluta – de la mortalitat causada per la pesca. Tot i això, l'evolució de les poblacions protegides depèn de la interacció entre els efectes de la protecció i una sèrie de variables ambientals pròpies de cada zona. Aquesta resposta diferencial dels peixos en funció de l'hàbitat s'ha demostrat en el seguiment de les reserves marines de Balears creades l'any 1999 (Ballesteros *et al.*, 2003; Garcia-Rubies i Coll, 2004 a,b). D'aquí prové la importància de descriure l'estat previ a la protecció o els primers anys de la protecció; és a dir, no importa tant detectar les diferències dels estocs de peixos entre zones, com la desigual evolució temporal de les poblacions sotmeses a una gestió diferent.

2. MATERIAL I MÈTODES

2.1. DISSENY DEL MOSTREIG

Degut, d'una banda, a les diferències ambientals existents entre les reserves marines del Toro i les illes Malgrats i, de l'altra, a les diferències quant a la regulació de la pesca al seu interior, les dues reserves foren considerades com a dos nivells de protecció distints. Això mateix va ocórrer amb les zones control. En el cas de l'estrat superficial, una (Es Rajolí) es troba a aigües exteriors i a un litoral més exposat i amb més pendent, mentre que l'altra (Cala Egos) es localitza en aigües interiors i a una zona menys abrupta.

En el cas de l'estrat profund, les zones triades foren Es Rajolí i sa Dragonera en la seva banda nord-occidental, existint també diferències clares en el perfil del fons. A més, donat que quan es realitzà el mostreig de 2016 era imminent la declaració de la reserva marina del Freu de sa Dragonera, i preveient que en un futur proper s'hi inclourien les aigües exteriors que l'envolten (cosa que finalment ha succeït el novembre de 2020), la zona control de sa Dragonera fou substituïda pel Cap Andritxol. Així mateix, a partir de la campanya de 2018 es va substituir la zona de Es Rajolí per la de La Mola d'Andratx, per presentar aquesta darrera unes condicions d'hàbitat més semblants a les de les altres zones estudiades.

Degut a la heterogeneïtat en les condicions de cada zona, i especialment a la deguda al tipus de gestió, a les anàlisis no es va tenir en compte el factor "protecció" *sensu stricto* sinó que s'estudiaren les diferències entre les quatre zones considerades a cada estrat. A la Taula 2.1 s'indiquen les zones de cada estrat mostrejades cadascun dels anys. A les Figures 2.1 i 2.2 es mostra la localització d'aquestes zones.

Dins l'estrat superficial, per tenir en compte fonts de variació de mitjana escala espacial de centenars a milers de metres (García-Charton *et al.*, 2004) i per evitar pseudoreplicació, dins cada zona i sempre per a fons rocosos es triaren a l'atzar 3 llocs de mostreig. Dins aquests llocs es varen realitzar 27 transsectes per campanya i any, excepte en el cas de Es Rajolí i Cala Egos el 2016, en què només se'n realitzaren 9. Així, el nombre total de transsectes superficials analitzats en aquest informe ha estat de 612: T1: 2005 (N= 108); T2: 2007 (N= 108); T3: 2009 (N= 108); T4: 2016 (N= 72); T5: 2018 (N= 108); T6: 2020 (N=108).

Pel que fa a l'estrat profund, no s'han considerat distints llocs dins cada zona. El nombre de transsectes a cada lloc fou de 6, excepte en el cas del Cap Andritxol, on per limitacions d'hàbitat només se'n pogueren realitzar 3 els anys 2016 i 2020. Així, el nombre total de transsectes profunds analitzats en aquest informe ha estat de 161: T1: 2005 (N= 24); T2: 2006 (N= 24); T3: 2009 (N= 24); T4: 2011 (N=24); T5: 2016 (N= 21); T6: 2018 (N=24); T7: 2020 (N=20).

Taula 2.1. Zones mostrejades dins cada estrat en les campanyes de seguiment mitjançant censos visuals en immersió a les reserves marines del Toro i Malgrats. Sup: superficial; Prof: profund.

Estrat	Nivell Protecció	Zona	2005	2006	2007	2009	2011	2016	2018	2020
Sup	Reserva	El Toro	✓		✓	✓		✓	✓	✓
		Malgrats	✓		✓	✓		✓	✓	✓
	No Reserva	Es Rajolí	✓		✓	✓		✓	✓	✓
		Cala Egos	✓		✓	✓		✓	✓	✓
Prof	Reserva	El Toro	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
		Malgrats	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	No Reserva	Es Rajolí	✓	✓		✓	✓	✓		
		Dragonera	✓	✓		✓	✓			
		Cap Andritxol						✓	✓	✓
		La Mola							✓	✓

2.2. PRESA DE DADES

La campanya de 2020 es va dur a terme entre el 26 de juny i el 8 de juliol.

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

Kolmogorov-Smirnov (Bell *et al.*, 1985). Tots els transectes es van distribuir a l'atzar sempre sobre substrat rocós entre 3 i 15 m o 20-25m de fondària i amb una distància entre transectes contigus superior a 20 m per tal d'evitar casos d'autocorrelació (Ordines *et al.*, 2005).

Sobre cadascun dels transectes s'identificaren les espècies objectiu i se'n va estimar el nombre d'individus i la seva talla. Es va procurar, en tot cas, que l'estima del nombre d'exemplars fos el més acurada possible. Si els peixos formaven moles denses es va atribuir el nombre d'individus estimat a classes d'abundància pre-establertes que seguien, aproximadament, una progressió geomètrica de classe 2 (1; 2; 3-5; 6-10; 11-30; 31-50; 51-100; etc). Les talles s'estimaren en classes de 2 cm. L'error en l'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. Per a peixos més grossos s'emprà un interval de talla de 10 cm.

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

Categoria 1: peixos que es mouen en aigües lliures, generalment molt mòbils i de caràcter erràtic. Poden formar moles i són d'activitat generalment diürna. Entre elles hi trobam el llop (*Dicentrarchus labrax*), el déntol (*Dentex dentex*), la cirviola (*Seriola dumerili*) i els espets (*Sphyræna* spp.).

Categoria 3: peixos característicament necto-bentònics, en general mesòfags, que efectuen desplaçaments verticals moderats i horitzontals importants, però amb una marcada fidelitat per zones determinades. Tots pertanyen a la família dels espàrids i presenten una activitat bàsicament diürna. Les morrudes, els sards i les variades (*Diplodus puntazzo*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*), la càntera (*Spondyliosoma cantharus*) o l'orada (*Sparus aurata*) en són representants típics. Aquesta categoria està integrada per espècies molt preuades pels pescadors esportius i submarins; per la qual cosa són bones indicadores del grau d'explotació o de protecció d'una zona determinada (Garcia-Rubies, 1997).

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

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

A més de les dades referents al poblament de peixos, sobre cada transsecte es va realitzar una caracterització de l'hàbitat en base als trets més rellevants del fons. Així, s'enregistrà sempre la profunditat mínima, màxima i mitjana, i es va tipificar la natura física del substrat en base al tipus de cobertura. Aquesta es va diferenciar en: roca homogènia; grans blocs ($\varnothing > 2\text{m}$), blocs mitjans ($1\text{m} < \varnothing < 2\text{m}$) i blocs petits ($\varnothing < 1\text{m}$); la cobertura d'arena o grava, i la de *Posidonia oceanica*. Les cobertures de cada tipus de substrat s'estimaren en base als percentatges ocupats sobre la llargada total del 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 d'escletxes importants, ocupant més del 25% de la longitud del transsecte i/o pregoneres variacions verticals amb una relació entre la longitud real i la lineal propera o 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.

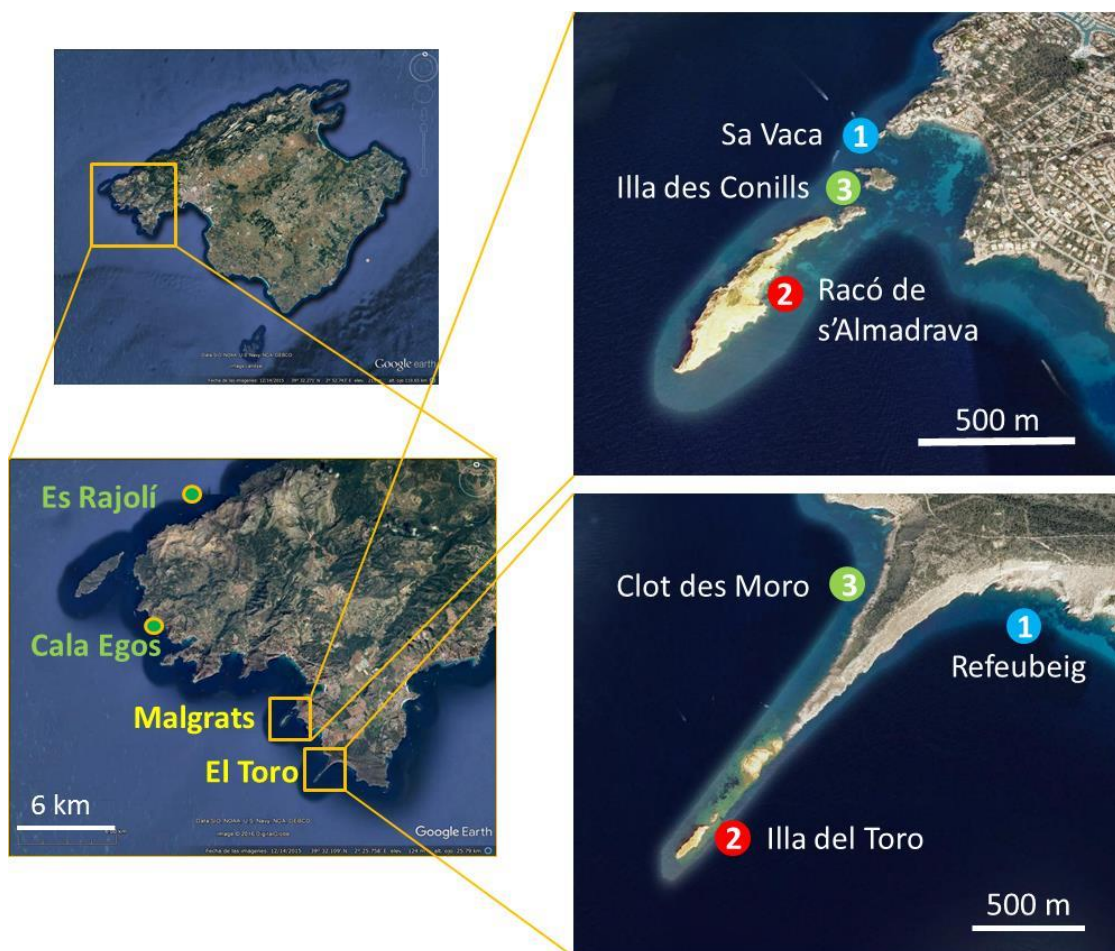


Figura 2.1. Mapa de la zona d'estudi, indicant les quatre zones mostrejades per als censos superficials. Als dos mapes de la dreta s'indiquen els tres llocs de mostreig de les reserves marines de les illes Malgrats (adalt) i de l'illa del Toro (abaix).

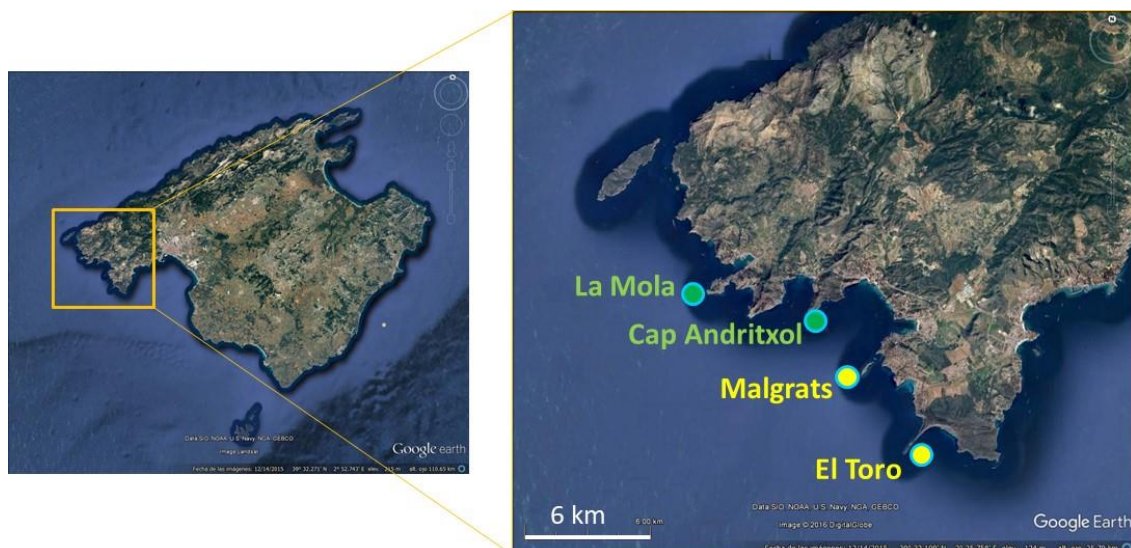


Figura 2.2. Mapa de la zona d'estudi, indicant les quatre zones mostrejades per als censos profunds.

2.3. TRACTAMENT DE LES DADES

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

L'efecte del nivell de protecció associat a cadascuna de les 4 zones considerades va ser comprovat mitjançant una anàlisi de la varianza (ANOVA) amb un factor fix, anomenat "Zona" (Z_h), que recull les diferències entre els nivells de protecció i es replica espacialment en "llocs" (S_i), aleatoris i encaixats dins el nivell de protecció. Per a aquests factors espacials s'analitzà l'efecte de la interacció amb el temps T_j . Així, cada rèplica o transecte (X_{hijk}) es pot definir com la suma de la mitjana global (μ) de totes les rèpliques efectuades, més la variació creada per l'efecte zona (Z_h), més la variació deguda al lloc i en la zona h $S_i(h)$, més l'efecte del temps (T_j ; anys 2005, 2007, 2009, 2016, 2018 i 2020 per a l'estrat superficial; 2005, 2006, 2009, 2011, 2016, 2018 i 2020 en el cas dels profunds), més la interacció del temps amb cada lloc $T_j \times S_i(h)$, més la interacció del temps amb la zona $T_j \times Z_h$, més el terme d'error degut a la variació entre rèpliques (e_{hijk}). El model lineal queda, doncs:

$$X_{hijk} = \mu + Z_h + S_i(h) + T_j + T_j \times S_i(h) + T_j \times Z_h + e_{hijk}$$

A l'anàlisi de l'estrat profund no s'hi va tenir en compte el factor *site*, limitant-se aleshores als factors "Zona" (Z_h) i "Temps" (T_i), quedant el model de la següent manera:

$$X_{hijk} = \mu + Z_h + T_i + T_i \times Z_h + e_{hij}$$

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

En els casos en què l'efecte del factor lloc (niat dins el factor zona) no resultà significatiu ($p > 0,25$), es va procedir a un pooling de les sumes quadràtiques d'aquest factor niat i del terme d'error (Underwood, 1997). D'aquesta manera s'incrementà el poder de detectar diferències degudes a la interacció entre les diferents zones i el temps.

En els casos en què es detectà interacció $T_j \times Z_h$ s'analitzaren les diferències o bé entre els diferents anys dins cada zona, o bé entre les diferents zones en el primer i darrer any d'estudi mitjançant els tests *a posteriori* de Newman-Keuls. Quan l'ANOVA detectà interacció entre el factor temps i el factor lloc, es va bloquejar el factor lloc i es va analitzar si hi havia diferències entre anys a cada un dels llocs, amb el corresponent test de Newman-Keuls en cas que existissin diferències.

També es va analitzar l'estructura de talles de les espècies més freqüents i abundants (*Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*) o bones indicadores de l'efecte reserva per ser espècies sedentàries i preuades pels pescadors (*Epinephelus marginatus* i *Sciaena umbra*) quan el seu nombre dins cada tractament (nivell de protecció i temps) fou prou elevat ($N \geq 10$). 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 dur a terme entre les distintes zones, eleva l'interval de classe de 2 a 5 cm, i fins i tot a 10 cm en les mostres profundes en el cas de l'anfós *E. marginatus*. Les diferències entre les freqüències per classe de talla s'analitzaren mitjançant el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S; Sokal i Rohlf, 1979). Per a l'estrat superficial, aquesta anàlisi es va fer agrupant les campanyes en dos períodes (Període I: 2005, 2007 i 2009; Període II: 2016, 2018 i 2020). Per a l'estrat profund, els períodes s'establiren de la següent manera: Període I: 2005, 2006, 2009 i 2011; Període II: 2016, 2018 i 2020. També es va realitzar un test K-S per analitzar si hi hagué diferències entre zones dins el 2020.

Per a les anàlisis de l'estrat profund no s'ha tengut en compte un dels transectes realitzats a l'illa del Toro el 2020 degut a que es consideraren valors atípics l'elevat nombre d'anfossos (*Epinephelus marginatus*) censats ($N=16$) i la biomassa resultant (198 kg per al total d'espècies). Aquest transecte es va considerar atípic per la presència

d'anfossos de gran talla (interval: 50-100 cm; mitjana= 80 cm), la meitat dels quals varen ser observats en agregació en un espai reduït entre blocs de roca.

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

3. RESULTATS

3.1. ESTRAT SUPERFICIAL

3.1.1. La riquesa d'espècies vulnerables

S'han enregistrat un total de 23 espècies vulnerables a la pesca en el període comprés entre 2005 i 2020. Dins la reserva del Toro s'enregistraren 21 espècies i 19 a la reserva de Malgrats, mentre que a les zones control la riquesa observada fou menor (14 espècies a Es Rajolí i 15 a Cala Egos; Taula 3.1).

El nombre mitjà d'espècies experimentà una evolució positiva a El Toro entre 2005 i 2020, passant de 3,6 a 4,3 espècies/transsecte, assolint un màxim de 5,3 espècies/transsecte el 2009 (Taula 3.2 i Figura 3.1). A Malgrats les variacions foren menors, observant-se un augment del nombre d'espècies entre 2005 (4 espècies/transsecte) i 2020 (4,4 espècies/transsecte). A les zones control, les variacions interanuals foren de menor consideració, amb valors situats en el rang 2,5-3,2 espècies/transsecte, i en general lleugerament superiors a Es Rajolí respecte a Cala Egos.

Les condicions estrictes que imposa l'anàlisi de la variància impedí que es detectassin com a significatives les diferències entre zones (Taula 3.3; $p = 0,022$ amb dades no homogènies –test de Cochran $p < 0,05$ –). No obstant això, aquestes variacions entre zones són visibles a la figura 3.1, amb una riquesa d'espècies major a les dues reserves que als dos controls. A més, s'observa com al 2020 els valors de El Toro i Malgrats són pràcticament coincidents, mentre que durant la major part de la sèrie temporal estudiada els valors de El Toro superaren els de Malgrats. El nombre mitjà d'espècies per transsecte mostrà una forta variació entre llocs de les dues reserves (Taula 3.3), amb valors superiors als de les zones control (Figura 3.2), i essent l'illa del Toro allà on més clarament s'incrementà la riquesa d'espècies, passant de 3,9 a 5,4 espècies/transsecte entre 2005 i 2020, havent assolit el seu màxim al 2018 amb 7,3 espècies/transsecte. En definitiva, l'efecte lloc va ser prou fort i produí variacions suficients com perquè les diferències entre zones no fossin consistents i significatives.

Taula 3.1. Abundància de les espècies enregistrades a les campanyes de 2005, 2007, 2009, 2016, 2018 i 2020 a cadascuna de les zones mostrejades. 1. *: el 2016 es van fer tan sols 9 rèpliques a les zones control.

	El Toro						Malgrats					
	2005	2007	2009	2016	2018	2020	2005	2007	2009	2016	2018	2020
Categoria 1												
<i>Dentex dentex</i>	4	1	27	8	12	5	1	5	1	7	3	6
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	2	0	0	0	3	0	7	0	0
<i>Sphyræna viridensis</i>	1	49	139	170	11	56	0	142	21	2	79	4
<i>Trachynotus ovatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Categoria 3												
<i>Diplodus puntazzo</i>	17	17	34	19	14	17	19	9	12	15	26	28
<i>Diplodus sargus</i>	343	330	412	318	213	275	242	341	317	362	280	306
<i>Diplodus vulgaris</i>	921	587	793	729	886	839	460	759	303	940	594	635
<i>Sparus aurata</i>	0	3	8	2	7	0	1	0	1	3	4	4
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	5	8	13	15	2	5	0	0	6	24	1	6
Categoria 5												
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Epinephelus marginatus</i>	7	2	23	32	47	46	16	13	7	4	7	16
<i>Labrus merula</i>	10	18	36	20	6	8	8	15	22	13	4	13
<i>Labrus viridis</i>	3	5	0	1	0	6	2	6	3	4	2	3
<i>Sciaena umbra</i>	4	76	121	128	277	147	29	36	33	34	12	29
Categoria 6												
<i>Conger conger</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	3	2	4	6	5	9	4	0	1	1	1	2
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	2	1	2	0	0	0	4	0	2	0	0	1
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	1	0	1	0	1	1	1	3	1	3
Nombre total d'espècies	13	14	15	13	13	13	12	11	15	14	14	16

Taula 3.1. (cont.)

	Es Rajolí						Cala Egos					
	2005	2007	2009	2016	2018	2020	2005	2007	2009	2016	2018	2020
Categoria 1												
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lichia amia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	1
<i>Sphyræna viridensis</i>	2	1	0	0	9	0	2	0	0	0	20	4
<i>Trachynotus ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Categoria 3												
<i>Diplodus puntazzo</i>	5	8	0	5	11	14	3	5	2	4	6	6
<i>Diplodus sargus</i>	168	65	60	22	76	80	112	179	161	38	194	202
<i>Diplodus vulgaris</i>	305	256	124	76	218	233	262	356	300	74	438	496
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	8	0	1	8	24	15	15	1	0	3	3	2
Categoria 5												
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	8	4	7	1	5	6	2	4	1	0	4	2
<i>Labrus merula</i>	10	8	17	1	1	2	1	7	16	2	0	1
<i>Labrus viridis</i>	3	2	2	0	0	2	2	0	3	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	3	2	5	0	5	3	1	2	2	0	0	6
Categoria 6												
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	2	3	2	1	1	2	0	0	1	1	0	1
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	2	0	0	0	0	1	3	0	8	0	2	5
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Nombre total d'espècies	11	10	9	7	10	11	12	7	10	6	7	12

Taula 3.2. Riquesa específica corresponent a les campanyes de 2005, 2007, 2009, 2016, 2018 i 2020 a cadascuna de les zones i llocs mostrejats. N: nombre de transsectes realitzats.

Zona	Lloc	Any	N	Mitjana	EE
EL TORO		2005	27	3,6	0,2
		2007	27	4,3	0,2
		2009	27	5,3	0,3
		2016	27	4,9	0,3
		2018	27	4,9	0,5
		2020	27	4,3	0,3
	1. Refeubeig	2005	9	3,7	0,4
		2007	9	3,8	0,4
		2009	9	5,9	0,5
		2016	9	4,9	0,4
		2018	9	3,9	0,6
		2020	9	3,9	0,6
	2. Illa del Toro	2005	9	3,9	0,4
		2007	9	5,4	0,3
		2009	9	5,6	0,5
		2016	9	6,2	0,5
		2018	9	7,3	0,6
		2020	9	5,4	0,2
	3. Clot des Moro	2005	9	3,3	0,3
		2007	9	3,6	0,2
		2009	9	4,3	0,3
		2016	9	3,4	0,4
		2018	9	3,6	0,5
		2020	9	3,7	0,5
MALGRATS		2005	27	4,0	0,2
		2007	27	3,9	0,3
		2009	27	4,1	0,3
		2016	27	4,1	0,3
		2018	27	3,5	0,3
		2020	27	4,4	0,2
	1. Sa Vaca	2005	9	3,6	0,2
		2007	9	3,7	0,4
		2009	9	4,0	0,5
		2016	9	3,4	0,6
		2018	9	3,3	0,4
		2020	9	4,1	0,4
	2. Racó de s'Almadrava	2005	9	4,1	0,3
		2007	9	2,8	0,5
		2009	9	3,7	0,8
		2016	9	3,8	0,3
		2018	9	3,3	0,9
		2020	9	4,0	0,3
	3. Illa des Conills	2005	9	4,4	0,6
		2007	9	5,1	0,6
		2009	9	4,6	0,3
		2016	9	5,0	0,6
		2018	9	3,8	0,4
		2020	9	5,1	0,5

Taula 3.2. (cont.)

Zona	Lloc	Any	N	Mitjana	EE
ES RAJOLÍ		2005	27	3,2	0,2
		2007	27	2,9	0,2
		2009	27	2,6	0,2
		2016	9	3,0	0,4
		2018	27	3,1	0,2
		2020	27	3,1	0,2
CALA EGOS		2005	27	2,8	0,2
		2007	27	2,5	0,2
		2009	27	3,0	0,2
		2016	9	2,6	0,4
		2018	27	2,6	0,2
		2020	27	2,7	0,1

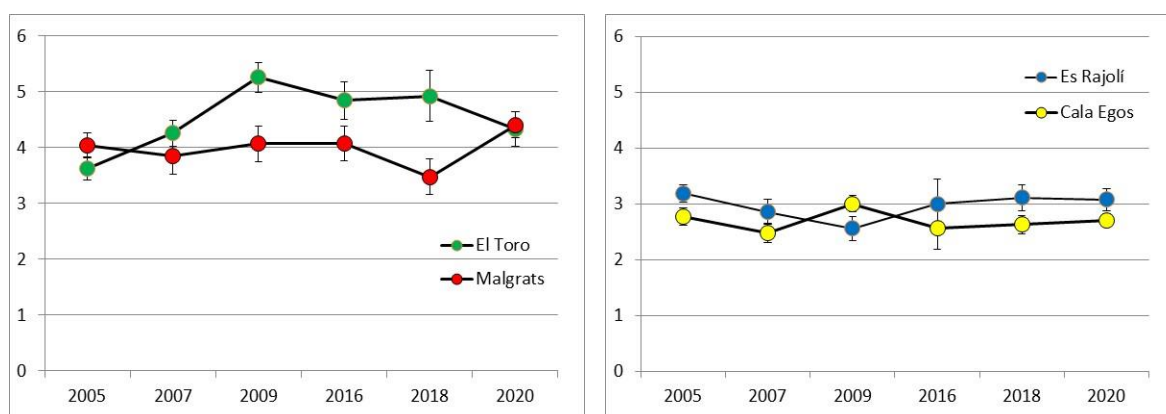


Figura 3.1. Evolució del nombre d'espècies (mitjana ± EE) entre 2005 i 2020 a les reserves del Toro i Malgrats (esquerra) i a les zones control (dreta).

Taula 3.3. Anàlisi de la variància de la riquesa d'espècies entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	6985,190	1	6985,190	379,5795	0,000000
Temps	10,158	5	2,032	0,9135	0,481707
Zona	316,725	3	105,575	5,6646	0,022229
Temps * Zona	58,911	15	3,927	1,7533	0,078253
Site (Zona)	150,043	8	18,755	8,5427	0,000001
Temps * Site (Zona)	89,920	40	2,248	1,5392	0,020466
Error	788,667	540	1,460		

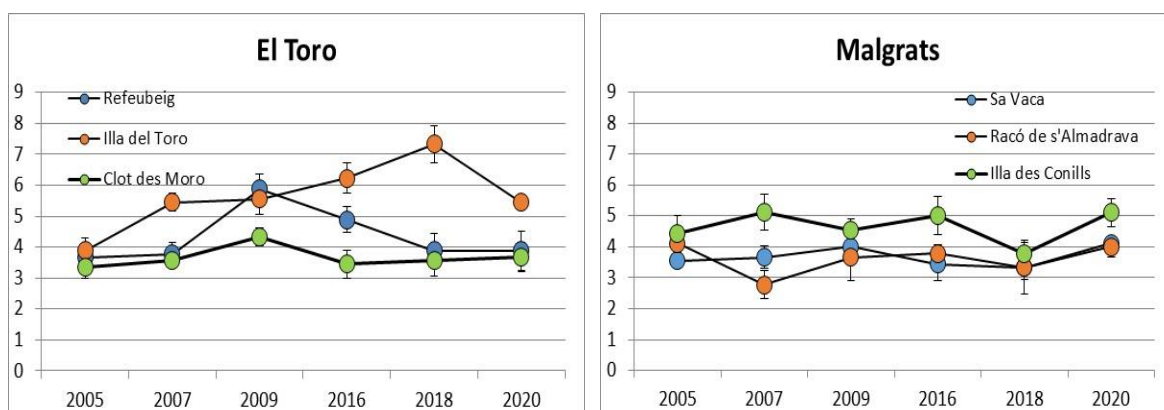


Figura 3.2. Evolució del nombre d'espècies (mitjana $\pm$ EE) entre 2005 i 2020 als tres llocs de mostreig de les reserves del Toro (esquerra) i Malgrats (dreta).

3.1.2. L'abundància d'espècies vulnerables

La densitat del conjunt d'espècies de peixos ha variat poc en el transcurs dels 15 anys. A El Toro se situa sobre els 50 individus/250 m² mentre que a Malgrats hi ha una forta variació interanual, sense una tendència clara, que en l'actualitat mostra a prop de 40 individus/250 m² (Figura 3.3).

A fora de les reserves, les variacions en la densitat total varen ser menors, amb valors situats entre 8 i 19 individus/250 m² a Es Rajolí, i entre 14 i 27 individus/250 m² a Cala Egos (Figura 3.3). Així, a Es Rajolí s'hi observa una estabilització des de 2016, mentre que a Cala Egos s'hi produeix un increment.

L'anàlisi de la variància detectà aquestes diferències entre les zones amb diferent grau de protecció (Taula 3.4). Els tests *a posteriori* mostraren diferències significatives entre totes les zones ($p < 0,001$), amb valors decreixents de densitat segons l'ordre El Toro-Malgrats-Cala Egos-Es Rajolí. Però les úniques diferències temporals es donaren per al factor Lloc (niat dins Zona). Així, s'analitzà l'evolució temporal dins cada lloc (Figura 3.4; Annex I, Taules 1-8), detectant-se diferències al Racó de s'Almadrava, però sense cap tendència clara.

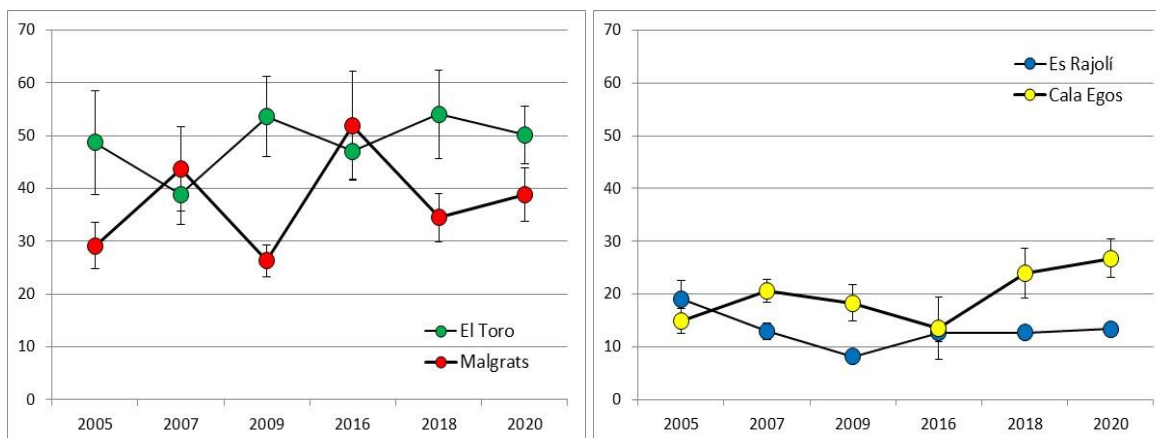


Figura 3.3. Evolució de la densitat total d'espècies vulnerables (nombre d'individus/250 m²; mitjana $\pm$ EE) entre 2005 i 2020 a les reserves del Toro i Malgrats (esquerra) i a les zones control (dreta).

Taula 3.4. Anàlisi de la variància de la densitat d'espècies entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	995,3110	1	995,3110	1443,262	0,000000
Temps	1,3853	5	0,2771	2,797	0,028831
Zona	24,5157	3	8,1719	11,702	0,002683
Temps * Zona	2,7973	15	0,1865	1,869	0,057559
Site (Zona)	5,6214	8	0,7027	7,192	0,000005
Temps * Site (Zona)	4,0069	40	0,1002	1,587	0,014148
Error	34,0909	540	0,0631		

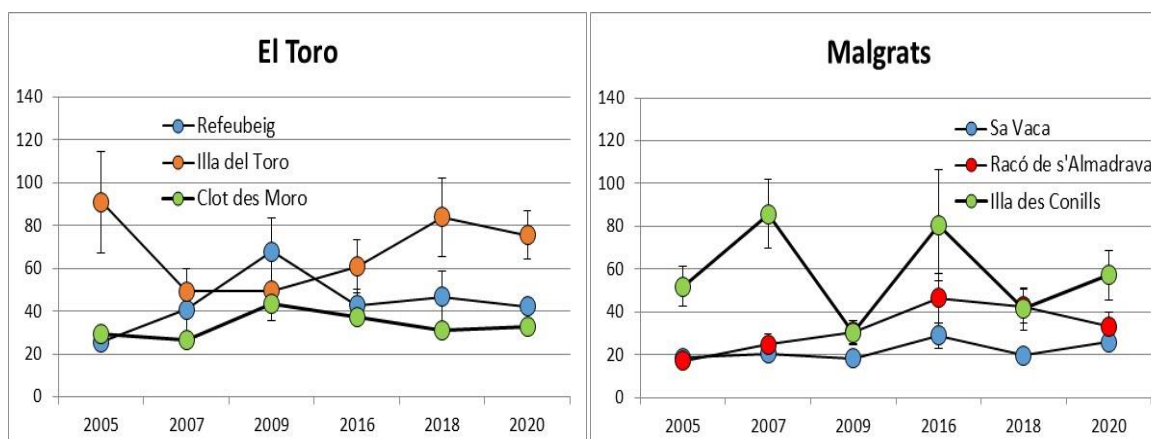


Figura 3.4. Evolució de la densitat d'espècies (nombre d'individus/250 m²; mitjana ± EE) entre 2005 i 2018 als tres llocs de mostreig de les reserves del Toro (esquerra) i Malgrats (dreta).

3.1.3. La biomassa total d'espècies vulnerables

La biomassa a El Toro ha anat augmentant de forma continuada (Figura 3.5 i Taula 3.5), podent-se apreciar tres estadis. Els dos primers anys d'estudi (2005 i 2007), la biomassa es va mantenir entre 4 i 4,3 kg/250 m². Al segon estadi, corresponent als mostrejos de 2009 i 2016, s'obtingueren valors de 9,2 i 9,8 kg/250 m², respectivament, suposant un increment x2,4 respecte del 2005. Finalment, al tercer període (corresponent als mostrejos de 2018 i 2020), la biomassa ha tornat experimentar un altre increment notable (fins a x4,2 respecte de 2005), assolint els 16,8 kg/250 m² el 2020.

A Malgrats, en canvi, ha continuat l'alternança entre increments i descensos observada al llarg de tota la sèrie (Fig. 3.5). Així, després d'un màxim assolit el 2007 amb 4,3 kg/250 m², el valor obtingut el 2020 ha estat de 7,8 kg/m², que suposa un increment x4 respecte de 2005.

Les dues zones control presentaren biomasses inferiors a les enregistrades a ambdues reserves. La biomassa de Es Rajolí se situà en l'interval 0,9-2,2 kg/250 m², mentre que a Cala Egos va ser de 0,6-3,4 kg/250 m². Ambdues zones control presentaren els seus màxims el 2020.

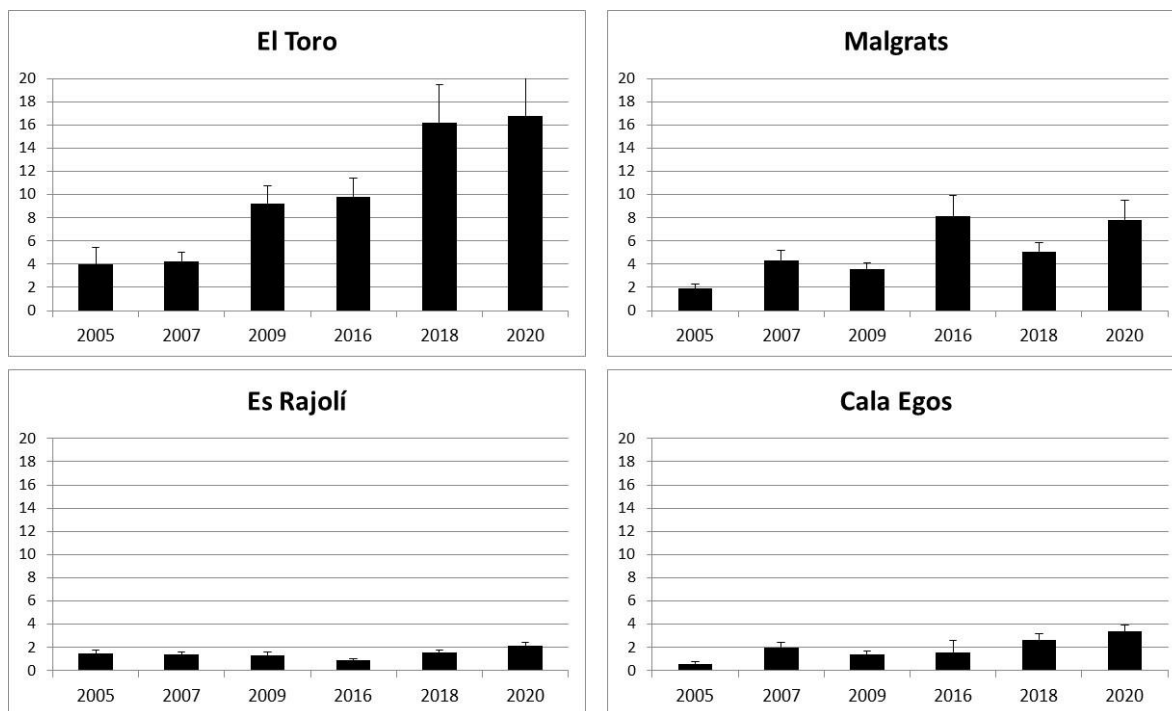


Figura 3.5. Valors de biomassa total (kg/250 m²; mitjana ± EE) a les zones mostrejades durant 2005, 2007, 2009, 2016, 2018 i 2020.

L'anàlisi de la variància no detectà diferències significatives entre zones, però sí entre els llocs de mostreig (Taula 3.6). És a dir, que dins una mateixa reserva existeixen diferències a mitjana escala espacial (cents a milers de metres) que són més importants que les existents entre les diferents zones. Per tant, com a conseqüència de les diferències per a la interacció entre el factors Temps i Lloc (niat dins Zona), s'analitzà l'existència de diferències interanuals dins cada lloc de les dues reserves (Annex I, Taules 9-18). A dins la reserva de El Toro les diferències més notables es donaren a l'illa del Toro, on la biomassa dels anys 2018 i 2020 resultà superior a les dels tres primers anys (Fig. 3.6), mentre que ni a Refeubeig ni al Clot des Moro existiren diferències significatives. A la reserva de Malgrats es detectaren diferències a Sa Vaca, on la biomassa de 2016 i 2020 fou superior a la del primer any; i al Racó de s'Almadrava, on foren els valors de 2016 i 2018 els que superaren els de 2005. Dins la reserva marina de El Toro, per tant, és manifesta la diferència entre l'illa del Toro, que el 2020 assolí un valor màxim de 36,7 kg/250 m², respecte de Refeubeig i el Clot des Moro, amb 6,1 i 7,5 kg/250 m², respectivament (Taula 3.6). A Malgrats, el lloc que presentà una major biomassa va ser l'illa des Conills, tot i que amb notables oscil·lacions al llarg de la sèrie i que no són evidents a l'anàlisi *a posteriori* degut a les estrictes condicions d'aquestes anàlisis. El 2020, l'illa des Conills, amb 14,7 kg/250 m², se situà per sobre del triple de la biomassa de Sa Vaca (4 kg/250 m²) i del Racó de s'Almadrava (4,7 kg/250 m²).

Taula 3.5. Biomassa total (kg $\pm$ EE) obtinguda a les campanyes de 2005, 2007, 2009, 2016 i 2018 a cadascuna de les zones i llocs mostrejats. N: nombre de transectes realitzats.

Zona	Lloc	Any	N	Mitjana	EE
EL TORO		2005	27	4,0	1,4
		2007	27	4,3	0,7
		2009	27	9,2	1,5
		2016	27	9,8	1,6
		2018	27	16,2	3,2
		2020	27	16,8	3,7
	Refeubeig	2005	9	1,5	0,2
		2007	9	3,1	0,7
		2009	9	9,5	2,6
		2016	9	6,0	1,4
		2018	9	9,3	3,1
		2020	9	6,1	1,1
	Illa del Toro	2005	9	9,1	3,8
		2007	9	7,5	1,5
		2009	9	11,8	3,1
		2016	9	18,7	2,7
		2018	9	34,8	4,9
		2020	9	36,7	7,5
	Clot des Moro	2005	9	1,4	0,3
		2007	9	2,2	0,6
		2009	9	6,5	2,0
		2016	9	4,7	1,0
		2018	9	4,5	1,1
		2020	9	7,5	1,9
MALGRATS		2005	27	1,9	0,4
		2007	27	4,3	0,9
		2009	27	3,6	0,6
		2016	27	8,2	1,7
		2018	27	5,1	0,8
		2020	27	7,8	1,7
	Sa Vaca	2005	9	0,7	0,2
		2007	9	1,8	0,3
		2009	9	1,6	0,4
		2016	9	3,2	0,6
		2018	9	2,7	0,6
		2020	9	4,0	0,7
	Racó de s'Almadrava	2005	9	1,5	0,2
		2007	9	3,0	0,6
		2009	9	5,5	1,3
		2016	9	6,5	1,1
		2018	9	6,8	0,8
		2020	9	4,7	1,1
	Illa des Conills	2005	9	3,5	1,0
		2007	9	8,2	2,0
		2009	9	3,6	0,4
		2016	9	14,8	4,4
		2018	9	5,9	1,9
		2020	9	14,7	4,3

Taula 3.5. (cont.)

Zona	Lloc	Any	N	Mitjana	EE
ES RAJOLÍ		2005	27	1,5	0,3
		2007	27	1,4	0,2
		2009	27	1,3	0,3
		2016	9	0,9	0,2
		2018	27	1,6	0,2
		2020	27	2,2	0,3
CALA EGOS		2005	27	0,6	0,2
		2007	27	2,0	0,4
		2009	27	1,4	0,3
		2016	9	1,6	1,0
		2018	27	2,6	0,6
		2020	27	3,4	0,5

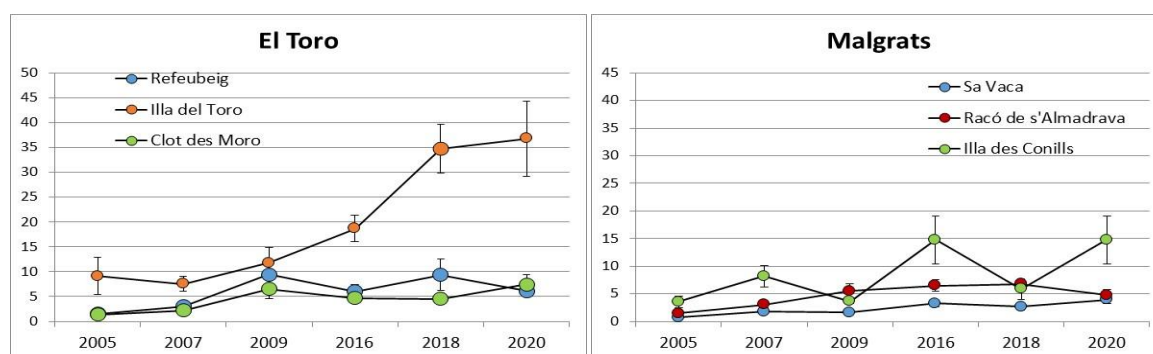


Figura 3.6. Evolució de la biomassa d'espècies vulnerables (kg/250 m²; mitjana ± EE) entre 2005 i 2020 als tres llocs de mostreig de les reserves del Toro (esquerra) i Malgrats (dreta).

Taula 3.6. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1,200870E+10	1	1,200870E+10	11,206	0,010102
Temps	2,350969E+09	5	4,701938E+08	3,970	0,005043
Zona	6,806444E+09	3	2,268815E+09	2,089	0,180073
Temps * Zona	2,689469E+09	15	1,792979E+08	1,490	0,155160
Site (Zona)	8,747200E+09	8	1,093400E+09	9,505	0,000000
Temps * Site (Zona)	4,850246E+09	40	1,212562E+08	4,335	0,000000
Error	1,510517E+10	540	2,797253E+07		

A la Taula 3.7 es presenten els valors de biomassa mitjana de cada espècie detallats per zona i any de mostreig. La contribució de cada espècie al conjunt de la biomassa es pot veure gràficament a les figures 3.7, 3.8, 3.9 i 3.10. A la reserva de El Toro s'ha passat d'una comunitat on dominaven els espàrids (principalment *D. vulgaris* i *D. sargus*, que el 2005 representaren el 89% de la biomassa total d'espècies censades), a una que, ja des del 2016, presenta una dominància d'espècies sedentàries i de nivell tròfic superior. Aquestes espècies, representades per l'anfós *Epinephelus marginatus* i l'escorball *Sciaena umbra*, són bones indicadores de l'efecte reserva, i tant el 2018 com el 2020 suposaren, en conjunt, el 65% de la biomassa, mentre que els espàrids esmentats contribuïren amb un 30%.

La reserva de les Malgrats ofereix una situació distinta, amb dominància de la variada i el sard durant tot el període analitzat. A part d'algunes variacions entre els anys estudiats, existeixen poques diferències entre 2005 i 2020. Així, el 2005, *D. sargus* i *D. vulgaris* representaren el 63% de la biomassa de peixos, mentre que *E. marginatus* i *S. umbra* suposaren el 26% conjuntament. El 2020, la situació no ha variat gaire, amb un 60% aportat per *D. sargus* i *D. vulgaris*, i un 30% per *E. marginatus* i *S. umbra*.

A les zones control també es dona una dominància dels dos espàrids, més accentuada a Cala Egos, on el sard i la variada oscil·laren entre el 82% i el 94%. La contribució del sard i la variada a Es Rajolí fou menor, situant-se en un rang del 72-79% excepte l'any 2009, quan baixà al 49% coincidint amb un augment en la biomassa de l'anfós i el tord massot *Labrus merula*.

Taula 3.7. Biomassa total i per espècie (g $\pm$ EE) obtinguda a les campanyes de 2005, 2007, 2009, 2016, 2018 i 2020 a cadascuna de les zones mostrejades.

El Toro												
	2005		2007		2009		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	4027,9	1403,1	4273,1	735,1	9244,2	1500,5	9799,6	1607,5	16220,2	3225,1	16771,3	3741,3
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	61,2	61,2	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	57,3	22,6	103,9	37,2	205,4	59,5	92,0	39,0	101,3	28,3	154,1	65,2
<i>Diplodus sargus</i>	1133,2	256,3	1549,5	287,9	2435,6	510,3	2055,4	519,5	1271,2	222,3	1990,5	357,7
<i>Diplodus vulgaris</i>	2470,7	1235,7	1193,3	404,2	2547,7	744,3	2094,6	413,6	3307,8	936,9	3304,1	868,8
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	17,4	17,4	48,3	48,3,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	127,4	46,7	38,9	27,5	1839,5	1037,5	2745,1	802,6	4374,4	1514,9	6628,6	2330,1
<i>Gymnothorax unicolor</i>	14,7	14,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	64,8	24,7	261,9	111,9	269,9	54,1	312,0	85,4	102,3	48,2	121,9	48,6
<i>Labrus viridis</i>	34,1	21,9	98,0	52,8	0	0	12,3	12,3	0	0	68,5	35,9
<i>Muraena helena</i>	83,8	59,7	45,8	38,3	94,6	49,4	201,9	117,1	489,6	337,1	370,6	177,8
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,8	16,2
<i>Sciaena umbra</i>	21,9	11,9	877,1	440,9	1448,6	520,2	2171,1	652,4	6226,4	1826,5	4016,8	1363,8
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	9,6	7,9	1,2	1,2	5,9	4,1	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	13,2	13,2	0	0	42,1	42,1	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	95,1	56,5	288,3	197,9	78,1	55,6	274,1	98,7	0	0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	10,5	10,5	8,4	3,3	34,2	19,5	37,0	15,9	13,6	10,0	45,2	40,7

Taula 3.7. (cont.)

Malgrats												
	2005		2007		2009		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	1908,4	403,4	4337,5	856,7	3588,9	564,1	8151,2	1742,5	5098,7	762,3	7808,6	1725,6
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	50,6	12,2	27,9	11,2	73,4	27,3	67,4	33,0	164,2	55,0	191,4	45,6
<i>Diplodus sargus</i>	600,0	124,4	1657,2	251,4	1643,2	365,5	2566,6	441,2	2046,3	272,8	1951,7	304,6
<i>Diplodus vulgaris</i>	607,9	168,9	1594,1	647,5	736,0	252,0	3809,9	1333,5	2045,6	581,8	2706,0	892,1
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	298,0	78,9	556,6	180,8	383,7	159,6	259,6	156,1	245,9	149,7	1466,4	559,9
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	34,7	18,2	166,6	60,7	295,6	81,0	275,1	88,4	105,3	61,1	229,9	73,0
<i>Labrus viridis</i>	6,7	4,6	86,3	41,8	24,2	18,7	143,9	85,9	44,8	44,8	21,7	13,7
<i>Muraena helena</i>	77,0	42,8	0	0	24,4	24,4	8,1	8,1	24,4	24,4	171,3	119,2
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	190,6	95,7	234,1	139,5	345,4	136,3	764,8	414,1	169,9	117,3	832,4	365,9
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	3,8	3,8	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	9,6	5,2	0	0	4,9	4,9	0	0	0	0	11,5	8,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	11,8	11,8	14,7	14,7	14,7	14,7	64,5	44,8	13,2	13,2	60,8	42,1
<i>Sparus aurata</i>	21,6	21,6	0	0	25,7	25,7	109,1	62,6	220,2	181,2	133,3	61,5
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0	0	0	0	13,9	7,5	82,3	33,5	18,9	18,9	32,2	21,6

Taula 3.7. (cont.)

	Es Rajolí											
	2005		2007		2009		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	1463,6	304,8	1362,2	213,0	1324,1	254,8	880,3	168,5	1582,3	223,7	2150,3	293,5
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	9,1	5,7	46,6	18,1	0	0	92,0	59,3	53,6	24,3	122,9	30,3
<i>Diplodus sargus</i>	542,1	205,4	267,2	40,0	289,4	63,7	189,8	51,1	395,0	83,0	460,0	106,5
<i>Diplodus vulgaris</i>	617,8	160,7	715,0	100,0	355,4	68,4	475,3	78,0	796,6	131,0	959,1	101,4
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	127,3	55,0	59,6	39,7	285,8	103,6	30,1	30,1	123,9	69,4	170,4	67,4
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	8,1	8,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	12,7	4,0	97,4	45,3	235,9	95,6	34,5	34,5	21,3	21,3	4,1	3,0
<i>Labrus viridis</i>	6,4	4,6	12,2	10,1	9,4	7,9	0	0	0	0	60,8	45,5
<i>Muraena helena</i>	102,7	81,1	105,6	80,0	22,8	16,5	11,7	11,7	26,7	26,7	91,3	77,4
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	24,0	18,7	50,4	47,1	118,0	108,1	0	0	108,7	67,4	30,5	17,3
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	1,2	1,2	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	10,0	7,0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,7	7,7
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	11,8	11,8	5,5	5,5
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	11,4	6,3	0	0	6,1	6,1	46,9	22,1	44,4	12,0	238,2	194,5

Taula 3.7. (cont.)

Cala Egos												
	2005		2007		2009		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	566,9	170,3	2005,9	398,3	1417,6	281,0	1593,1	1035,3	2632,1	571,3	3387,2	545,9
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	14,3	9,9	9,5	5,3	6,9	5,0	37,7	32,5	24,3	12,8	38,7	30,8
<i>Diplodus sargus</i>	214,3	48,0	1117,3	379,5	542,0	120,5	577,7	296,3	1171,9	354,9	1224,5	311,7
<i>Diplodus vulgaris</i>	250,3	124,0	593,6	131,1	635,3	177,2	866,4	750,0	1314,7	348,5	1903,2	360,2
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	41,7	38,5	55,0	28,3	23,2	23,2	0	0	100,9	54,0	72,6	51,8
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0,8	0,8	176,7	80,4	85,1	19,0	48,3	32,3	0	0	21,3	21,3
<i>Labrus viridis</i>	7,1	6,1	0	0	20,0	13,5	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	6,2	6,2	44,1	44,1	0	0	14,7	14,7
<i>Phycis phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	12,6	12,6	53,8	44,5	15,8	11,0	0	0	0	0	54,8	23,7
<i>Scorpaena notata</i>	2,9	2,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	10,1	7,6	0	0	20,6	8,2	0	0	14,0	12,7	23,0	12,9
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,2	14,8
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	62,6	62,6	0	0	0	0	0	0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	12,9	6,4	0,0	0,0	0	0	19,0	17,1	6,3	4,1	13,2	9,2

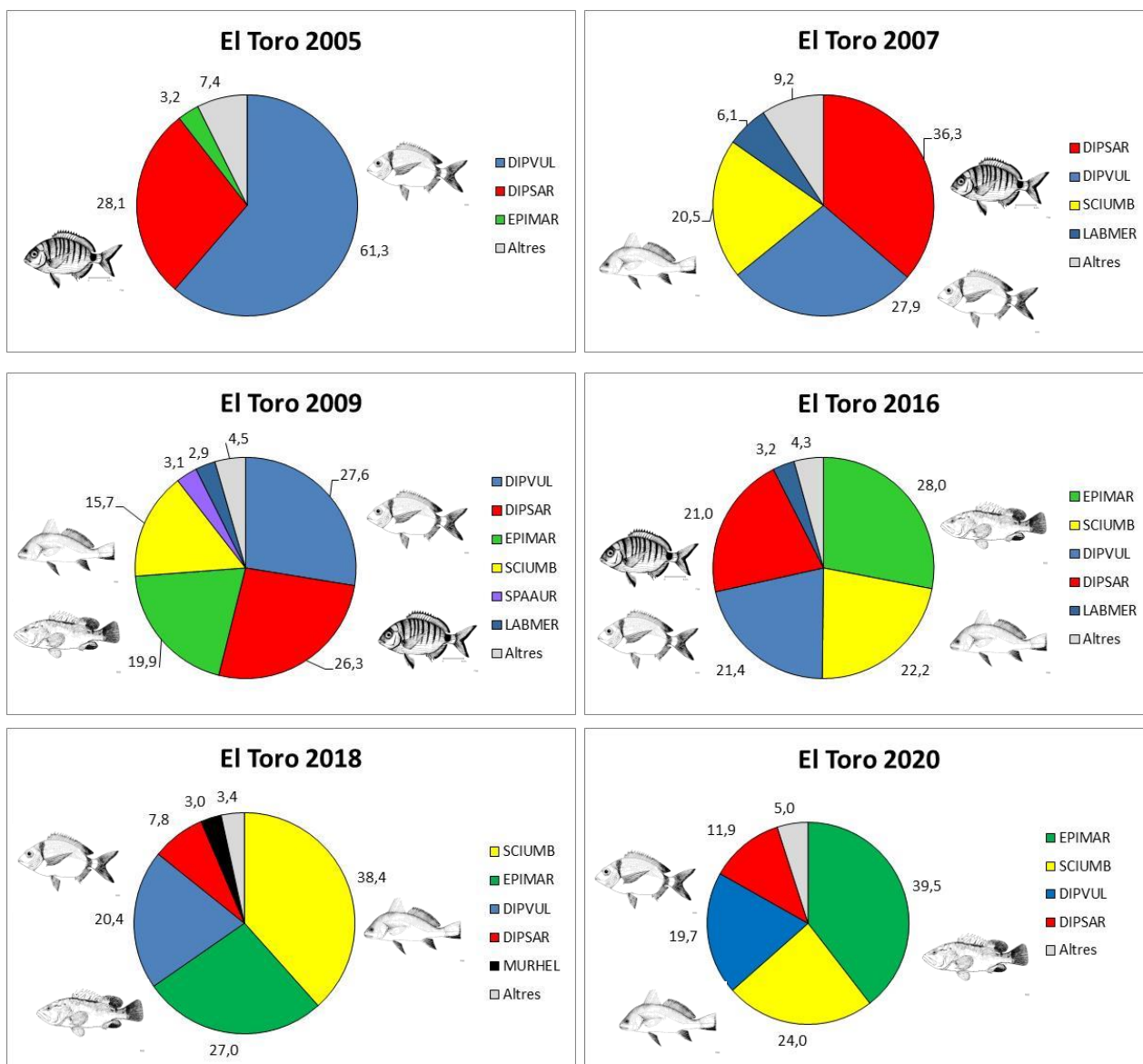


Figura 3.7. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades a la reserva marina de l'illa del Toro entre 2005 i 2020. Dins la categoria "Altres" s'hi inclouen aquelles espècies la contribució de les quals no assolí, individualment, el 3%.

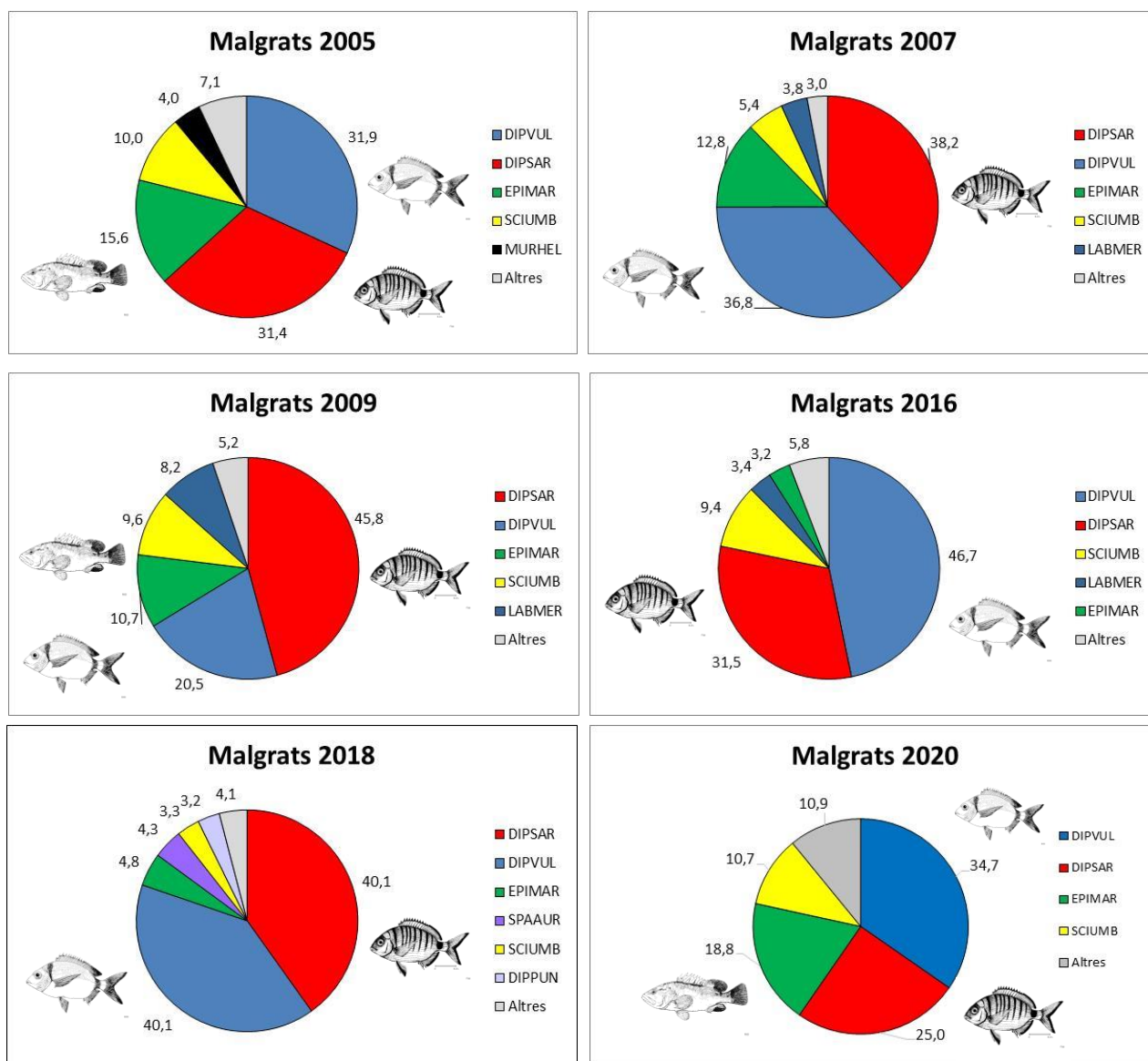


Figura 3.8. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades a la reserva marina de les illes Malgrats entre 2005 i 2020. Dins la categoria “Altres” s’hi inclouen aquelles espècies la contribució de les quals no assolí, individualment, el 3%.

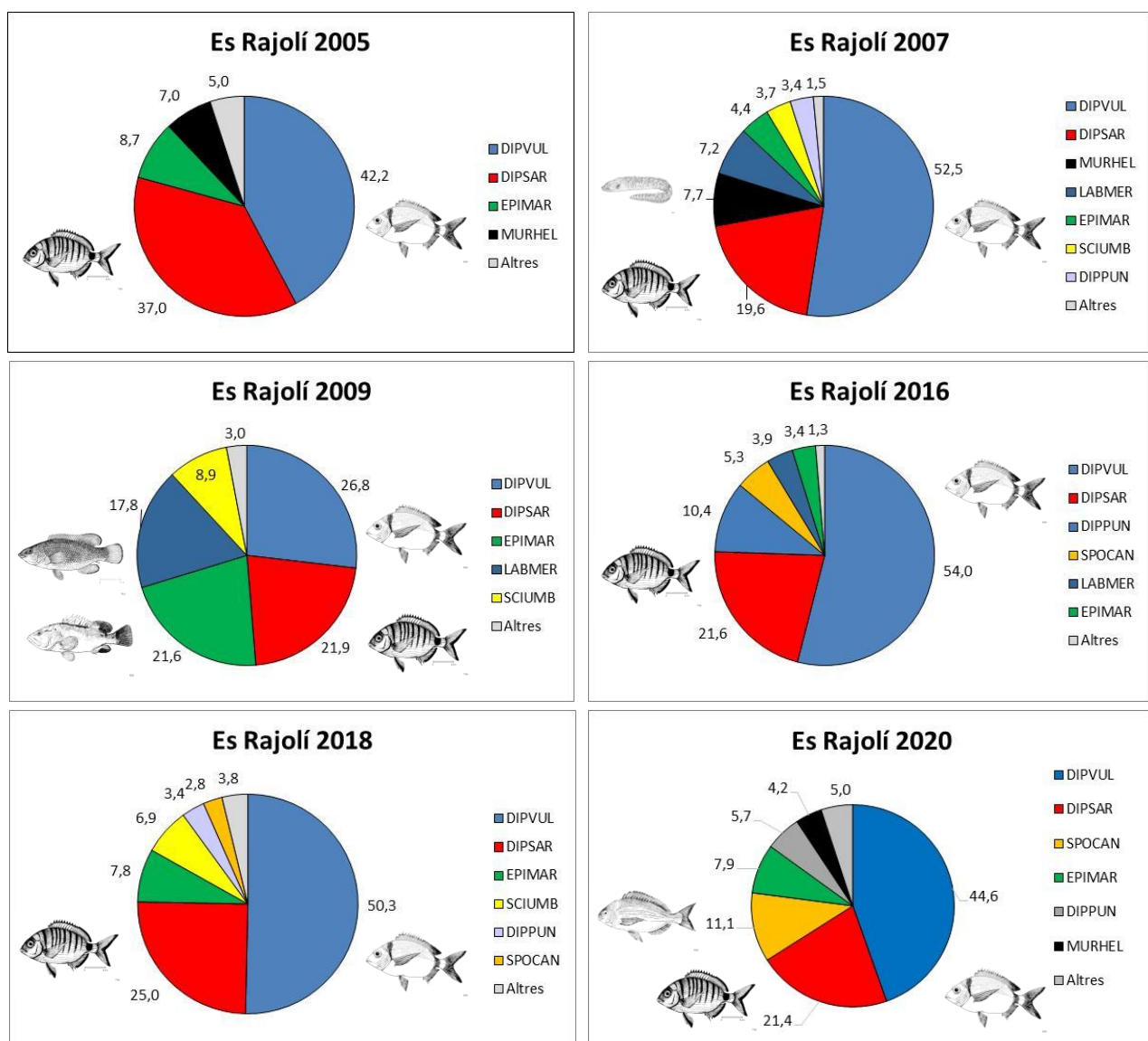


Figura 3.9. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades a la zona control de Es Rajolí entre 2005 i 2020. Dins la categoria “Altres” s’hi inclouen aquelles espècies la contribució de les quals no assolí, individualment, el 2,5%.

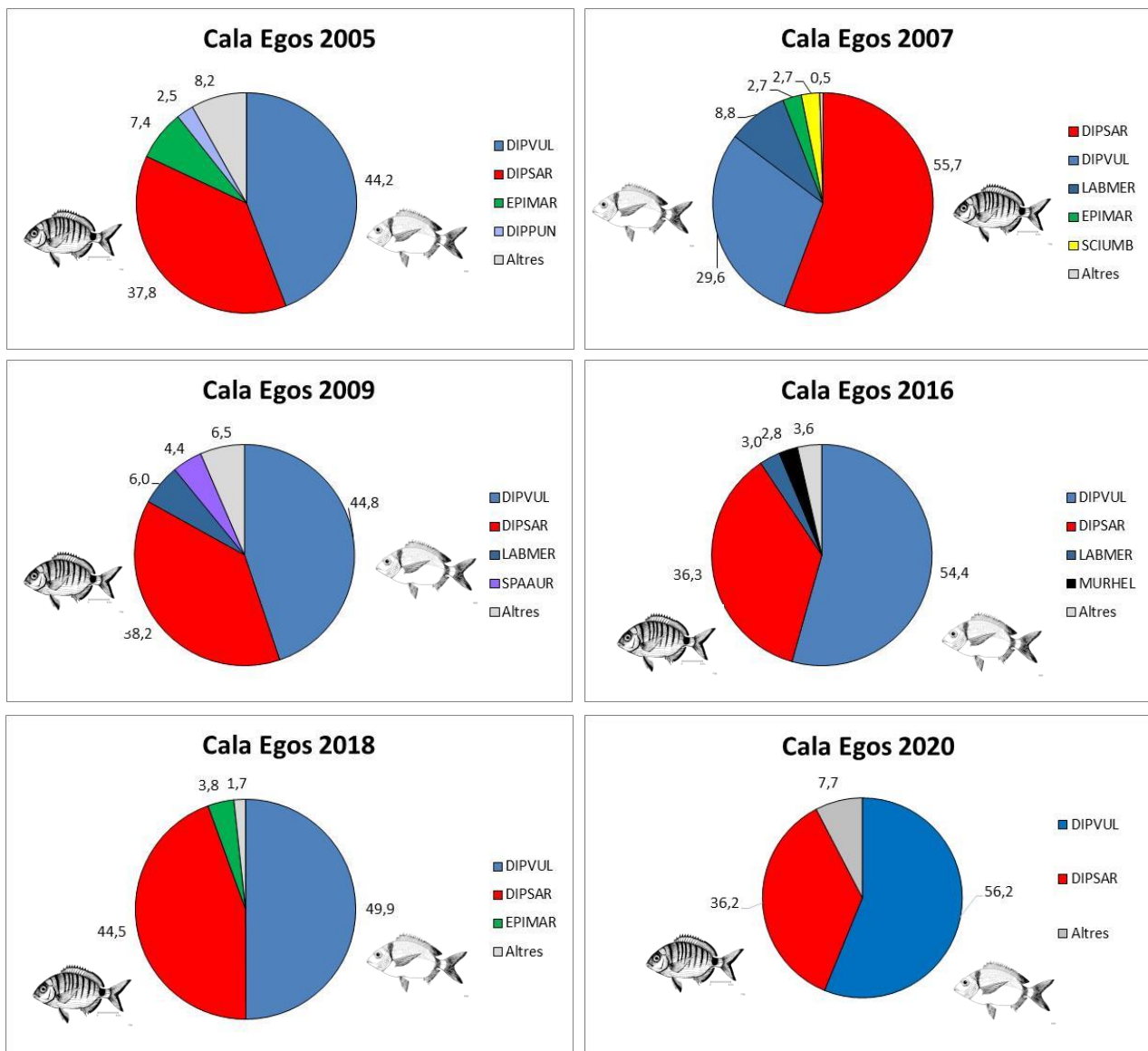


Figura 3.10. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades a la zona control de Cala Egos entre 2005 i 2020. Dins la categoria “Altres” s’hi inclouen aquelles espècies la contribució de les quals no assolí, individualment, el 2,5%.

3.1.4. Les espècies més freqüents i abundants

3.1.4.1. El sard *Diplodus sargus*

Densitat

Tal com s'ha observat durant tota la sèrie analitzada, el sard va ser la segona espècie més abundant a les quatre zones de mostreig, només superat per la variada *Diplodus vulgaris* (Taula 3.1). La densitat mitjana de l'espècie va ser sempre superior a les reserves que a les zones control (Figura 3.11). Malgrat això, la densitat de *D. sargus* a El Toro seguí una tendència decreixent entre 2005 (12,7 individus/250 m²) i 2020 (10,2 individus/250 m²), tot i que no va ser linial. A Malgrats sí que s'observà un increment des de la seva protecció, mantenint-se des d'aleshores en un interval de 10,4 -12,6 individus/250 m².

L'anàlisi de la variància va detectar diferències entre les zones, per a la interacció entre els factors Temps i Zona, i entre llocs dins les distintes zones (Taula 3.8). Per això, es va bloquejar el factor Temps i s'analitzà si existien diferències entre zones al primer i al darrer any d'estudi. Els resultats indicaren diferències entre zones, tant el 2005 com el 2020, quan ambdues reserves varen presentar densitats superiors de sards a les dels dos controls (Annex I, Taules 19 a 22). A la vegada, es va observar un increment de la densitat de sards a Cala Egos, amb valors superiors als de Es Rajolí. Però, en resum, la densitat de *D. sargus* no augmentà dins les reserves degut a la protecció.

A la figura 3.12 es mostra l'evolució de la densitat de sards a cadascun dels llocs de mostreig a ambdues reserves. A El Toro, en general els valors sempre han estat superiors a la mateixa illa (on s'observa un descens respecte el 2005) i menors a Refeubeig, mentre que al Clot des Moro ha oscil·lat entre ambdues zones. Per la seva banda, a Malgrats les densitats dels tres llocs foren molt semblants durant tota la sèrie analitzada, tot i que a Sa Vaca s'hi aprecia una tendència positiva fins a assolir gairebé 17 individus per transecte el 2020.

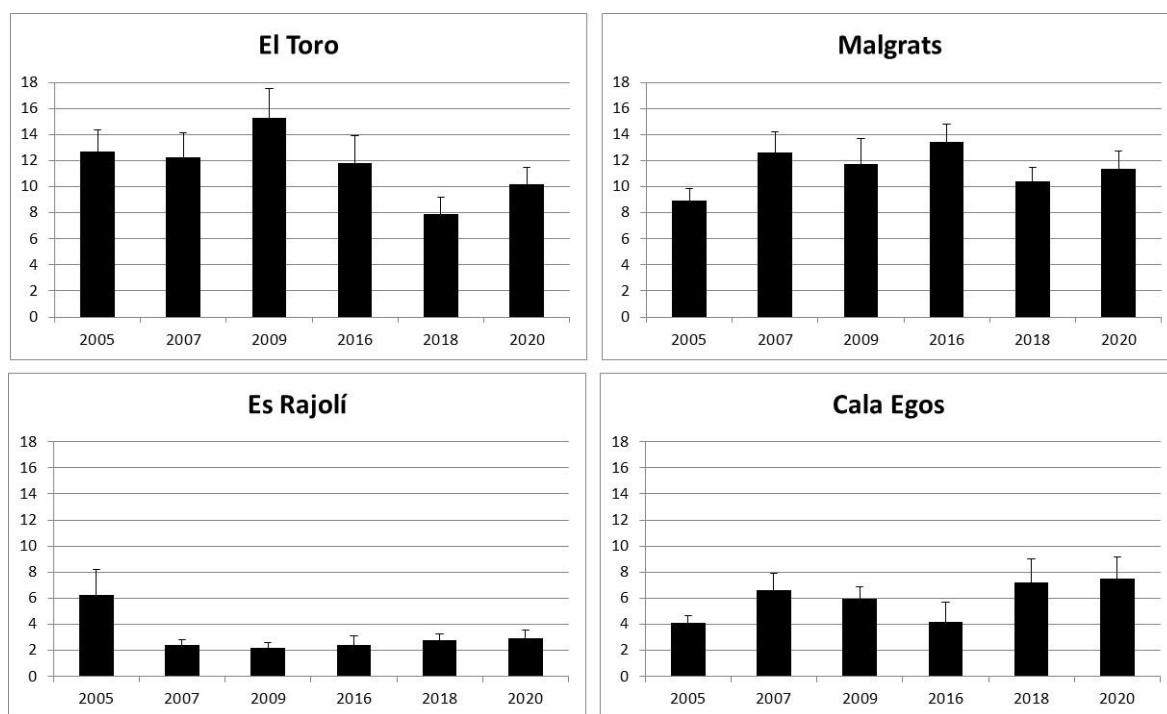


Figura 3.11. Valors de densitat (individus/250 m²) de *D. sargus* a les zones mostrejades en el període 2005-2020.

Taula 3.8. Anàlisi de la variància de la densitat de *D. sargus* entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	353,223	1	353,223	759,463	0,000000
Temps	0,144	5	0,029	0,333	0,890173
Zona	25,877	3	8,626	18,345	0,000598
Temps * Zona	2,612	15	0,174	2,019	0,038062
Site (Zona)	3,782	8	0,473	5,438	0,000073
Temps * Site (Zona)	3,444	40	0,086	0,875	0,690924
Error	53,153	540	0,098		

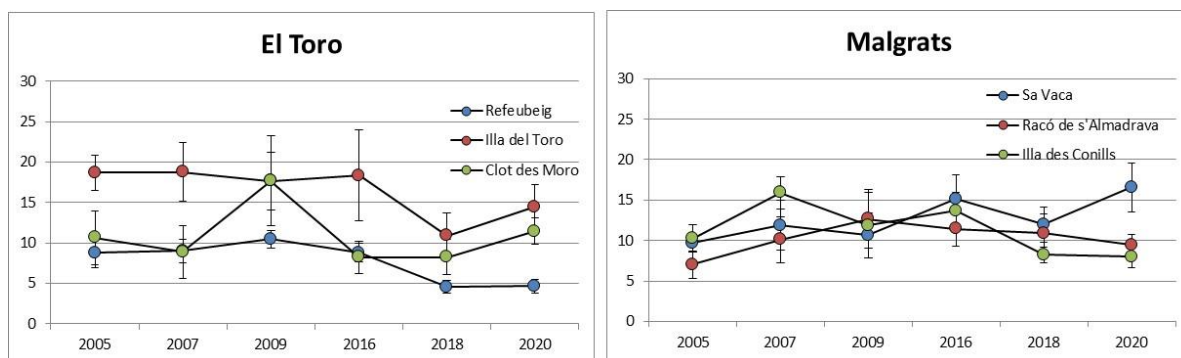


Figura 3.12. Valors de densitat (individus/250 m²) de *D. sargus* entre 2005 i 2020 als tres llocs de mostreig de les reserves del Toro (esquerra) i Malgrats (dreta).

Talles

La talla mitjana del sard va augmentar a totes les zones entre 2005 i 2020 (Taula 3.9). A El Toro aquest increment fou gairebé continu i de 6,1 cm de diferència respecte del primer any d'estudi. A Malgrats també es produí un augment de la talla mitjana, amb valors finals, els dos darres anys, d'entre 20 i 21 cm, en front dels 14,3 cm corresponents a 2005. A ambdues zones control les talles mitjanes també experimentaren un augment notable (3,6 cm a Es Rajolí i 7,2 cm a Cala Egos). Les talles màximes observades el 2020 foren majors a les reserves (34 cm) que als controls (31 cm). En general, les distribucions de talles a El Toro i a Malgrats mostraren diferències entre 2005 (amb major contribució de les talles petites) i la resta d'anys (Figura 3.13). A El Toro és clar l'increment de la talla modal (Figura 3.13), que va passar dels 14 cm als 24 cm entre 2005 i 2020, i que als anys intermitjos es va mantenir en 20 cm. Aquestes diferències quedaren manifestes al test K-S, amb talles majors al segon període (2016-2020), amb una mitjana de 20,5 cm respecte del primer (2005-2009), amb 17,8 cm (Taula 3.10). A Malgrats, en canvi, només s'aprecià un canvi clar en la talla modal entre el primer i el darrer any (12-14 cm i 18-20 cm, respectivament), mentre que els anys intermitjos presentaren distribucions bimodals. Així i tot, les diferències entre els dos períodes considerats fou clara, incrementant-se la talla mitjana dels 17,3 als 20,6 cm (Taula 3.10). Quant a la distribució de talles corresponent al 2020, les úniques diferències detectades varen ser entre El Toro i Malgrats (Taula 3.11)

Taula 3.9. Talles (cm) de *D. sargus* enregistrades als censos realitzats a les zones mostrejades durant els 6 anys. S'indica el nombre d'individus (N), la talla mitjana ($\pm$ DE; desviació estàndard) i el rang de talles.

Zona	Any	N	LT mitjana	DE	Rang
El Toro	2005	343	15,2	5,9	4-32
	2007	330	18,2	5,1	6-40
	2009	412	19,7	5,2	8-34
	2016	318	20,2	5,5	8-34
	2018	213	19,9	5,0	6-34
	2020	275	21,3	5,1	6-34
Malgrats	2005	242	14,3	4,9	4-30
	2007	341	18,3	5,2	6-40
	2009	317	18,5	5,7	6-34
	2016	362	20,6	6,1	6-34
	2018	280	21,3	5,3	8-34
	2020	306	20,1	5,5	6-32
Es Rajolí	2005	168	16,2	4,5	6-26
	2007	65	17,5	4,7	8-30
	2009	60	18,9	4,0	12-28
	2016	22	16,0	3,7	8-21
	2018	76	19,3	4,3	8-28
	2020	80	19,8	4,9	2-30
Cala Egos	2005	112	13,1	4,7	6-24
	2007	179	19,3	6,4	5-34
	2009	161	16,4	4,5	8-28
	2016	38	18,6	5,5	8-28
	2018	194	20,5	3,8	8-28
	2020	202	20,3	4,5	8-31

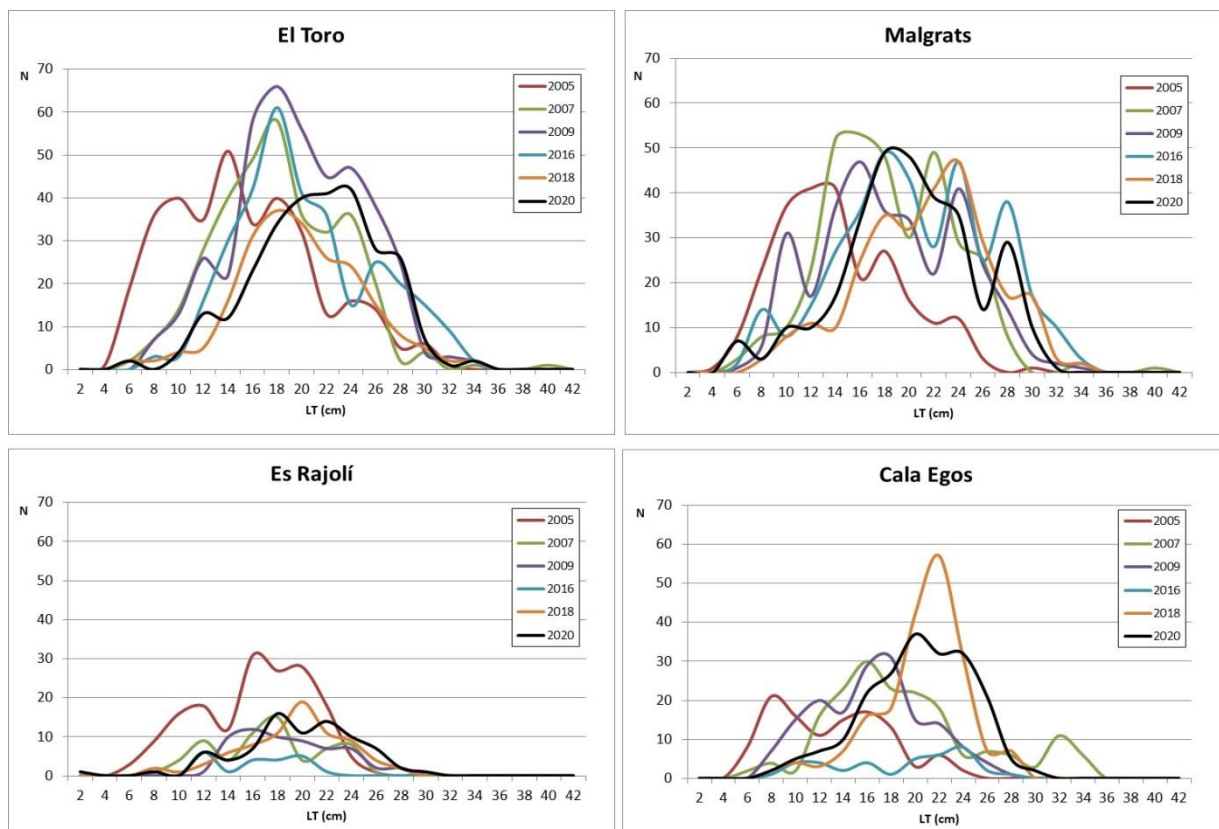


Figura 3.13. Distribució de talles (LT; cm) de *D. sargus* a les zones mostrejades entre els anys 2005 i 2020.

Taula 3.10. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *D. sargus* en els dos períodes considerats (I: 2005, 2007 i 2009; II: 2016, 2018 i 2020) dins cadascuna de les zones estudiades. S'indiquen en vermell les diferències significatives. TL-P1 i TL-P2 indiquen la talla mitjana (cm) a cada període.

Zona	p	TL-P1	TL-P2
EL TORO	$p < 0.001$	17,8	20,5
MALGRATS	$p < 0.001$	17,3	20,6
ES RAJOLÍ	$p < 0.001$	17,0	19,1
CALA EGOS	$p < 0.001$	16,7	20,3

Taula 3.11. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *D. sargus* el 2020. S'indiquen en vermell les diferències significatives entre els parells de mostres comparades.

	MALGRATS	ES RAJOLÍ	CALA EGOS
EL TORO	$p < 0.05$	$p > 0.10$	$p < 0.10$
MALGRATS		$p > 0.10$	$p > 0.10$
ES RAJOLÍ			$p > 0.10$

Biomassa

Entre 2005 i 2009, el sard *D. sargus* va ser la segona espècie en importància quant a la biomassa. A la reserva de El Toro es va incrementar des de 2005 ($1,1 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$), arribant, amb oscil·lacions, als $2 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$ (Figura 3.14), suposant un increment de x1,8.

A la reserva de Malgrats, el sard va ser la segona espècie amb major biomassa durant el període estudiat, presentant valors molt similars els anys 2005, 2007 i 2018. Amb tot, el sard experimentà una evolució clarament positiva, assolint els majors valors entre 2016 i 2020 (Figura 3.14), sempre superiors a $1,8 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$. El màxim de biomassa el 2016 fou de $2,6 \text{ kg}/250 \text{ m}^2 (\pm 0,44)$, i minvà posteriorment fins els $1,9 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$, significant aquest valor de 2020 un augment x3,25 respecte del valor inicial.

A les zones control, el sard es va situar després de la variada com a espècie amb major biomassa. A Es Rajolí, el valor màxim es donà al primer any ($0,5 \pm 0,21 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$), mentre que el 2020 s'hi observà un augment ($0,46 \pm 0,16 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$) respecte dels anys intermitjos (Figura 3.14). A Cala Egos, en canvi, es produí un augment de la biomassa del sard, assolint el 2020 el valor màxim amb els $1,2 \text{ kg}/250 \text{ m}^2 (\pm 0,31)$.

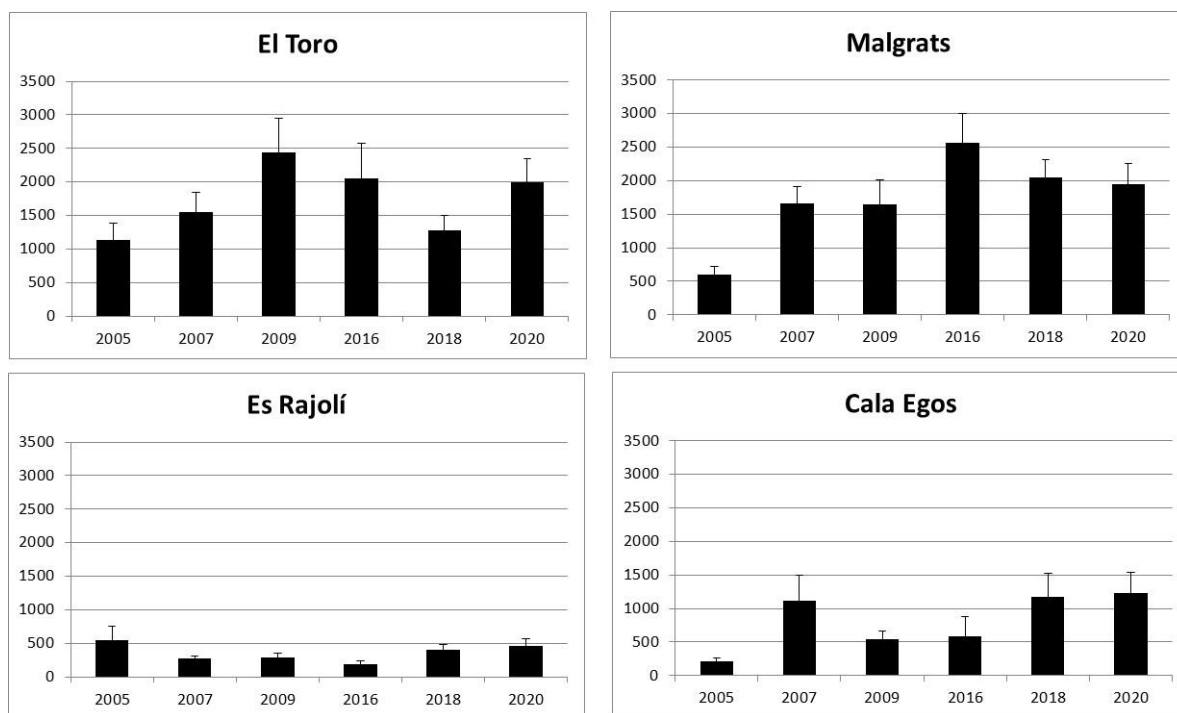


Figura 3.14. Valors de biomassa mitjana ($\text{g}/250 \text{ m}^2$) de *D. sargus* a les zones mostrejades en el període 2005-2020.

L'anàlisi de la variància va revelar diferències entre anys i per a la interacció Temps*Zona, i sobretot entre llocs dins les distintes zones (Taula 3.12), per la qual cosa

es va bloquejar el factor Lloc i s'estudià l'existència de diferències interanuals dins cadascun d'ells. En aquestes anàlisis de cada lloc, només es detectaren diferències a Sa Vaca dins la reserva marina de Malgrats, amb valors de biomassa majors el 2020 respecte del 2005 (Annex I, Taules 23 a 29).

A la figura 3.15 es mostra l'evolució de la biomassa de *D. sargus* a cadascun dels llocs de mostreig a ambdues reserves. Els marges de variació temporal d'aquest indicador són estrets ($\approx 1,5\text{kg}/250\text{ m}^2$) dins les aigües superficials estudiades i no indiquen aleshores grans canvis poblacionals. Amb l'excepció de Refeubeig, el 2020 presenta una biomassa nominalment major a la de l'inici de l'estudi en 2005. Unes variacions que l'anàlisi de la variància no detecta com a significatives (TempsxSite(Zona)) (Taula 3.12). Com en el cas de la densitat, en general els valors del Toro foren majors al lloc situat a l'entorn de l'illa, tot i que el 2018 s'hi donà una minva que l'acostà a les biomasses enregistrades als altres dos llocs. No obstant això, el 2020 es varen tornar incrementar els valors a l'illa del Toro ($3,2\text{ kg}/250\text{ m}^2$) i també al Clot des Moro ($2,1\text{ kg}/\text{m}^2$). Per la seva banda, a Malgrats les densitats dels tres llocs varen ser més semblants durant el període d'estudi, tot i que al lloc de Sa Vaca és on s'hi observa una tendència creixent de forma més clara, assolint els $2,6\text{ kg}/250\text{ m}^2$ (x10 respecte del valor inicial de 2005).

Taula 3.12. Anàlisi de la variància de la biomassa de *D. sargus* entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	7,501494E+08	1	750149437	48,191	0,000116
Temps	4,046294E+07	5	8092589	5,202	0,000791
Zona	1,988945E+08	3	66298176	4,209	0,046115
Temps * Zona	6,684987E+07	15	4456658	2,886	0,003597
Site (Zona)	1,267722E+08	8	15846525	10,054	0,000000
Temps * Site (Zona)	6,153991E+07	40	1538498	0,731	0,889411
Error	1,136307E+09	540	2104272		

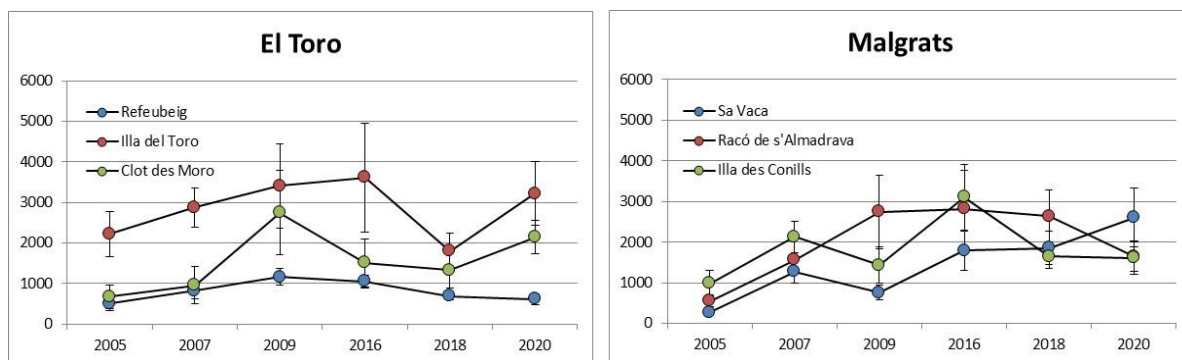


Figura 3.15. Valors de biomassa (g/250 m²) de *D. sargus* entre 2005 i 2020 als tres llocs de mostreig de les reserves del Toro (esquerra) i Malgrats (dreta).

3.1.4.2. La variada *Diplodus vulgaris*

Densitat

La variada, com ha ocorregut durant tota la sèrie temporal estudiada, va ser l'espècie més abundant a totes les zones. A El Toro, la seva densitat ha anat oscil·lant dins el rang 21,7 – 34,1 individus/250 m², amb el màxim observat el 2005, i arribant el 2020 a 31,1 individus/250 m² (Figura 3.16). A Malgrats també s'han alternat increments amb descensos de la densitat, oscil·lant entre 11,2 i 34,8 individus/250 m², però existint un increment entre 2005 (17 individus/250 m²) i 2020 (23,5 individus/250 m²). A les zones control, les densitats de variada foren sempre menors a les obtingudes a les reserves. L'ANOVA només va detectar diferències entre llocs (Taula 3.13), amb valors majors a Refeubeig i l'illa del Toro (reserva de El Toro) i l'illa des Conills (reserva de Malgrats) respecte a tota la resta de llocs analitzats.

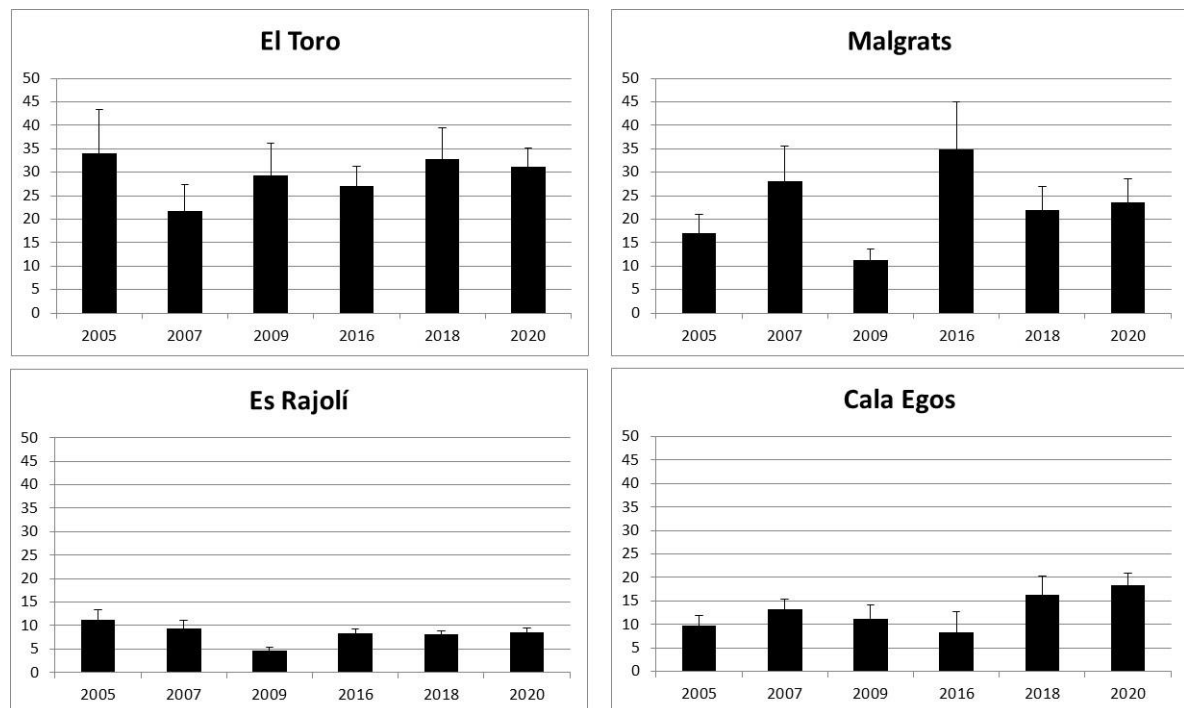


Figura 3.16. Valors de densitat (individus/250 m²) de *D. vulgaris* a les zones mostrejades en el període 2005-2020.

Taula 3.13. Anàlisi de la variància de la densitat de *D. vulgaris* entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	186811,4	1	186811,4	33,650	0,000399
Temps	2741,2	5	548,2	0,706	0,622152
Zona	37835,7	3	12611,9	2,244	0,160422
Temps * Zona	10850,0	15	723,3	0,926	0,544596
Site (Zona)	45248,2	8	5656,0	7,368	0,000004
Temps * Site (Zona)	31356,8	40	783,9	1,454	0,038561
Error	291211,1	540	539,3		

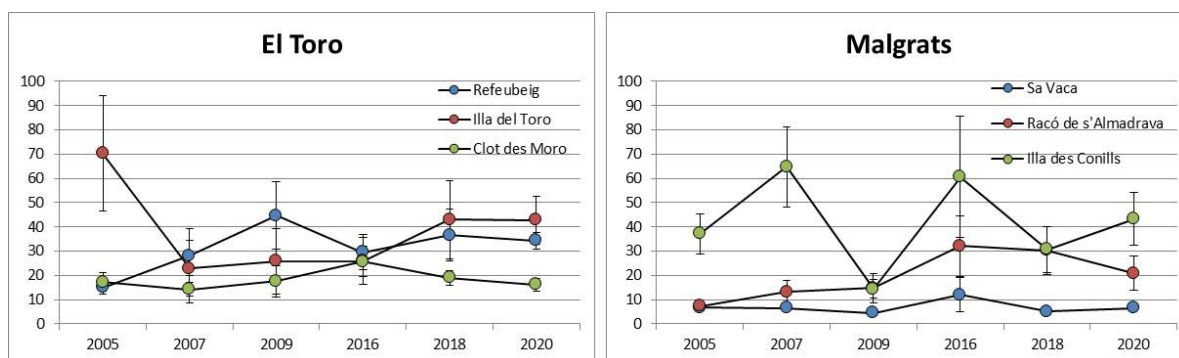


Figura 3.17. Valors de densitat (indivíduos/250 m²) de *D. vulgaris* entre 2005 i 2020 als tres llocs de mostreig de les reserves del Toro (esquerra) i Malgrats (dreta).

Talles

Les talles de *D. vulgaris* han augmentat a totes les zones estudiades, mostrant un increment en la mitjana i un desplaçament de la seva distribució cap a talles majors al llarg dels anys (Taula 3.14 i Figura 3.18). Això es fa palès al test K-S entre els dos períodes, on es detectaren diferències a totes les zones (Taula 3.15), amb increments de la talla mitjana més notables a Malgrats (+3,8 cm) i Cala Egos (+4,3 cm) que a El Toro (+1,5 cm) i Es Rajolí (+2 cm).

Dins el 2020 es detectaren diferències entre els controls i les dues reserves (talles majors als controls), i entre El Toro i Malgrats (talles majors a El Toro) (Taula 3.16).

Taula 3.14. Talles (cm) de *D. vulgaris* enregistrades als censos realitzats a les zones mostrejades durant els 6 anys. S'indica el nombre d'individus (N), la talla mitjana ($\pm$ DE; desviació estàndard) i el rang de talles.

Zona	Any	N	LT mitjana	DE	Rang
El Toro	2005	921	15,4	4,8	4-28
	2007	587	14,7	3,2	6-24
	2009	793	17,2	3,5	4-24
	2016	729	16,5	3,7	4-24
	2018	886	17,7	4,6	2-28
	2020	839	18,0	4,7	4-28
Malgrats	2005	460	11,8	4,4	2-28
	2007	759	14,6	3,8	4-30
	2009	303	15,3	4,0	4-28
	2016	940	18,5	4,1	4-26
	2018	594	17,0	4,8	2-30
	2020	635	17,3	4,4	2-28
Es Rajolí	2005	305	14,6	3,4	6-24
	2007	256	16,2	3,8	6-30
	2009	124	16,6	3,2	8-26
	2016	76	15,0	2,8	10-22
	2018	218	17,6	4,5	4-26
	2020	233	18,4	4,5	2-30
Cala Egos	2005	262	10,7	3,8	2-18
	2007	356	13,6	3,5	4-22
	2009	300	14,8	3,6	4-22
	2016	74	17,6	5,5	6-24
	2018	438	16,6	4,1	4-26
	2020	496	18,2	3,9	5-26

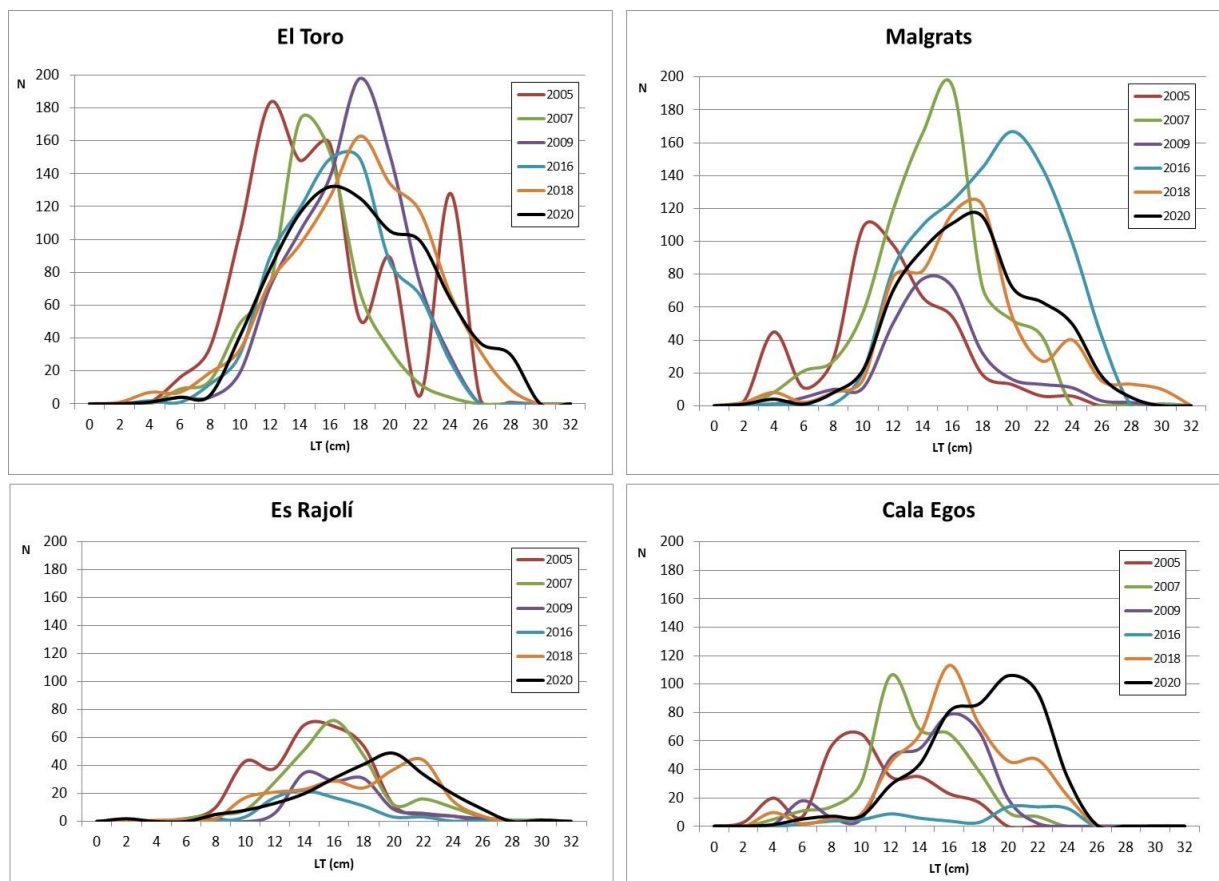


Figura 3.18. Distribució de talles (LT; cm) de *D. vulgaris* a les zones mostrejades entre els anys 2005 i 2020.

Taula 3.15. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *D. vulgaris* en els dos períodes considerats (I: 2005, 2007 i 2009; II: 2016, 2018 i 2020) dins cadascuna de les zones estudiades. S'indiquen en vermell les diferències significatives. TL-P1 i TL-P2 indiquen la talla mitjana (cm) a cada període.

Zona	p	TL-P1	TL-P2
EL TORO	$p < 0.001$	15,9	17,4
MALGRATS	$p < 0.001$	13,9	17,7
ES RAJOLÍ	$p < 0.001$	15,6	17,6
CALA EGOS	$p < 0.001$	13,2	17,5

Taula 3.16. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *D. vulgaris* el 2020. S'indiquen en vermell les diferències significatives entre els parells de mostres comparades.

	MALGRATS	ES RAJOLÍ	CALA EGOS
EL TORO	p < 0.05	p < 0.025	p < 0.001
MALGRATS		p < 0.001	p < 0.001
ES RAJOLÍ			p > 0.10

Biomassa

La biomassa de variades a El Toro es va mantenir entre 1,0 i 2,5 kg/250 m² en els quatre primers anys de seguiment mentre que el 2018 i el 2020 la mitjana ja superava els 3 kg/250 m². Aquests canvis són minsos, amb forta variabilitat espacial a nivell de transecte i a nivell de lloc; aquesta darrera fins i tot més important que la detectada entre zones amb nivell de protecció diferent (Taula 3.15 i Figura 3. 19). . A Malgrats, el màxim es va enregistrar el 2016 (3,8 kg/250 m²), mentre que el 2020, amb 2,7 kg/250 m², es va mantenir per sobre de la resta dels anys, suposant un increment x 4,5 envers el 2005. La biomassa de Es Rajolí es va mantenir estable en valors sempre inferiors a 1 kg per transecte. A Cala Egos, en canvi, s'hi observà un increment continu, assolint 1,9 kg/250 m² el 2020 (x7,6 respecte del 2005).

L'anàlisi de la variància només detectà diferències entre llocs dins cada zona d'estudi (Taula 3.15). Les anàlisis *a posteriori* indicaren que aquestes diferències es donaren per als llocs de Refeubeig, l'illa del Toro i l'Illa des Conills, que presentaren biomasses majors que la resta de llocs però sense cap tendència temporal definida (Figura 3.20).

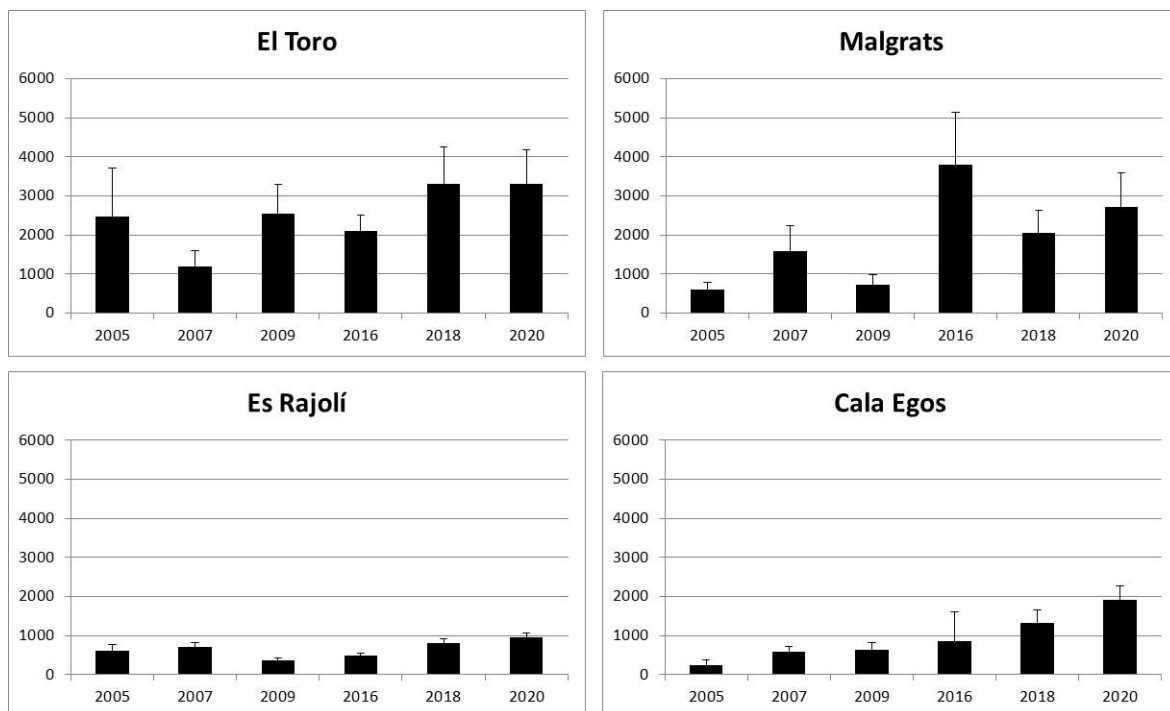


Figura 3.19. Valors de biomassa mitjana (g/250 m²) de *D. vulgaris* a les zones mostrejades en el període 2005- 2020.

Taula 3.17. Anàlisi de la variància de la biomassa de *D. vulgaris* entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1,242802E+09	1	1,242802E+09	21,689	0,001603
Temps	1,477970E+08	5	2,955940E+07	2,665	0,035217
Zona	3,074062E+08	3	1,024687E+08	1,767	0,230792
Temps * Zona	1,754677E+08	15	1,169785E+07	1,050	0,429138
Site (Zona)	4,665244E+08	8	5,831555E+07	5,302	0,000107
Temps * Site (Zona)	4,468468E+08	40	1,117117E+07	1,300	0,107591
Error	4,641254E+09	540	8,594914E+06		

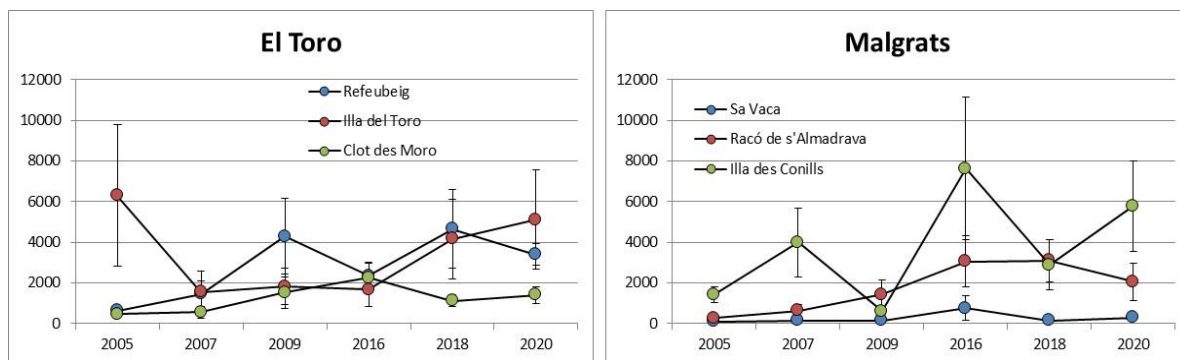


Figura 3.20. Valors de biomassa (g/250 m²) de *D. vulgaris* entre 2005 i 2020 als tres llocs de mostreig de les reserves del Toro (esquerra) i Malgrats (dreta).

3.1.4.3. L'anfós *Epinephelus marginatus*

Densitat

La densitat d'anfossos a la reserva de El Toro ha experimentat un augment gairebé continuat des de 2005, estabilitzant-se els dos darrers anys d'estudi en 1,7 individus/250 m², el que suposa un factor x6,7 respecte al valor inicial de 0,26 individus/250 m² (Figura 3.21). A Malgrats s'hi va produir un descens continuat entre 2005 i 2018, però el darrer any de mostreig va repuntar fins igualar el valor inicial (0,6 individus/250 m²). La densitat d'*E. marginatus* a les zones control va ser inferior a la de les dues reserves, amb un interval de 0 a 0,3 individus/250 m², i sense mostrar cap patró temporal definit.

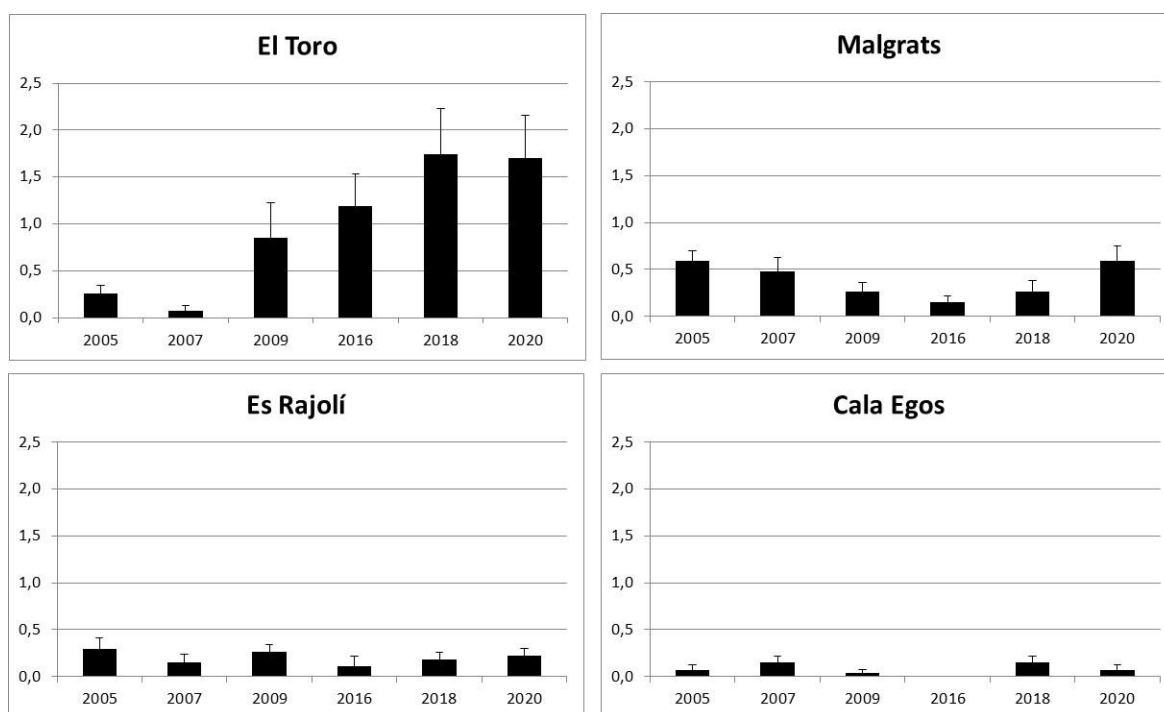


Figura 3.21. Valors de densitat (individus/250 m²) d'*E. marginatus* a les zones mostrejades en el període 2005-2020.

L'ANOVA va detectar una distinta evolució temporal a El Toro en comparació a les altres tres zones. No obstant això, les diferències més rellevants es donaren entre llocs de mostreig (Taula 3.18 i Figura 3.22), essent l'illa del Toro allà on s'assoliren les majors densitats de l'espècie (4,1 individus/250 m² el 2020). Per aquest motiu, s'analitzaren les diferències interanuals dins cada lloc de les reserves de El Toro i Malgrats (Annex I, Taules 30 a 36). La densitat enregistrada a l'Illa del Toro els anys 2016, 2018 i 2020 va ser significativament superior a la dels anys 2005, 2007 i 2009. Dins la reserva de

Malgrats, l'ANOVA indicà diferències a l'Illa des Conills (amb valor màxim de 1 individu/250 m² el 2007 i 2020) però el test *a posteriori* no les identificà.

Taula 3.18. Anàlisi de la variància de la densitat d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	4,798	1	4,798	13,516	0,006222
Temps	0,410	5	0,082	1,593	0,183615
Zona	1,974	3	0,658	1,830	0,219689
Temps * Zona	1,833	15	0,122	2,349	0,015758
Site (Zona)	2,895	8	0,362	7,174	0,000006
Temps * Site (Zona)	2,093	40	0,052	2,181	0,000064
Error	12,957	540	0,024		

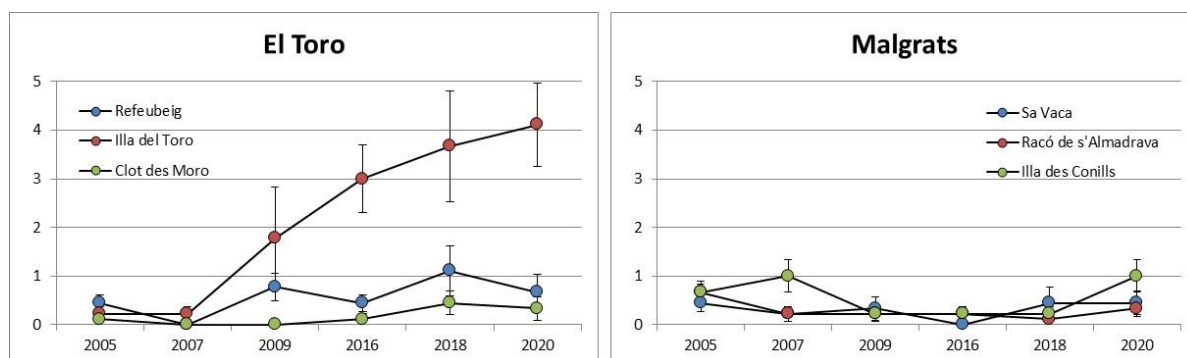


Figura 3.22. Valors de densitat (individus/250 m²) d'*E. marginatus* entre 2005 i 2020 als tres llocs de mostreig de les reserves del Toro (esquerra) i Malgrats (dreta).

Talles

L'evolució de la distribució de talles d'anfós a El Toro permet diferenciar dos períodes. D'una banda, els dos primers anys d'estudi (2005 i 2007), amb escassetesa general d'individus, la talla dels quals fou petita i situada en l'interval 22-36 cm (Taula 3.19) i amb una moda als 30 cm. En l'altre període, que comprèn des de 2009 endavant, s'incrementà la talla mitjana com a resposta a l'aparició d'individus de major talla (fins a 70 cm els anys 2009 i 2016, fins a 85 cm el 2018, i finalment fins als 100 cm el 2020). En conseqüència, les freqüències de talles han mostrat un desplaçament evident cap a talles majors (Figura 3.23), amb distribucions multimodals que el 2018 i 2020 es

defineixen més i se situen en la classe 45 cm (principalment) i amb l'aparició, ja el 2020, d'individus amb talles superiors als 70 cm que eren pràcticament absents els anys anteriors.

A Malgrats, encara que amb alguna interrupció puntual també associada al baix nombre d'individus censats en alguns anys, s'hi produí un increment de la talla mitjana i de les talles màximes des del primer any de protecció. Així mateix, el nombre d'exemplars madurs ($TL \geq 50$ cm) censats el 2020 va doblar el total dels censats durant tots els anys anteriors.

Les talles mitjanes dels dos controls foren, en general, menors a les obtingudes a ambdues reserves. Les talles màximes observades varen ser de 46 cm (N=3) a Es Rajolí i de 42 cm (N=2) a Cala Egos, posant de manifest l'escassetat d'individus que assoleixen la talla mínima de captura a fora de les reserves marines de les Illes Balears (45 cm).

El test K-S només detectà diferències entre els dos períodes a la reserva de El Toro (Taula 3.20), on la talla mitjana s'incrementà 8,5 cm. La talla mitjana augmentà 6,2 cm a Malgrats, però així i tot no produí diferències significatives entre períodes. A les zones control, o les diferències foren insignificants (+0,6 cm a Es Rajolí), o el nombre d'exemplars censats impedí dur a terme l'anàlisi (cas de Cala Egos). Quant a les diferències entre zones dins el 2020, només se'n detectaren entre El Toro i Es Rajolí, amb valors més alts òbviament dins la reserva (Taula 3.21).

Taula 3.19. Talles (cm) d'*E. marginatus* enregistrades als censos realitzats a les zones mostrejades durant els 5 anys. S'indica el nombre d'individus (N), la talla mitjana ($\pm$ DE; desviació estàndard) i el rang de talles.

Zona	Any	N	LT mitjana	DE	Rang
El Toro	2005	7	30,7	5,2	22-36
	2007	2	32	2,8	30-34
	2009	23	48,1	10,8	34-70
	2016	32	49,3	10,8	32-70
	2018	47	49,2	14,0	20-85
	2020	46	56,1	16,1	30-100
Malgrats	2005	16	29,4	8,7	14-42
	2007	13	39,2	9,9	20-56
	2009	7	42	12,3	20-54
	2016	4	42,5	17,7	18-60
	2018	7	34,6	12,7	20-60
	2020	16	44,5	14,4	14-70
Es Rajolí	2005	8	28,5	7,4	18-36
	2007	4	27,8	8,2	18-35
	2009	7	40	5,9	30-46
	2016	1	26		26
	2018	5	31,4	11,7	18-46
	2020	6	35,8	4,2	32-43
Cala Egos	2005	2	29	15,6	18-40
	2007	4	28	5,4	20-32
	2009	1	34		34
	2016	0			
	2018	4	34,0	6,3	28-42
	2020	2	39	4,2	36-42

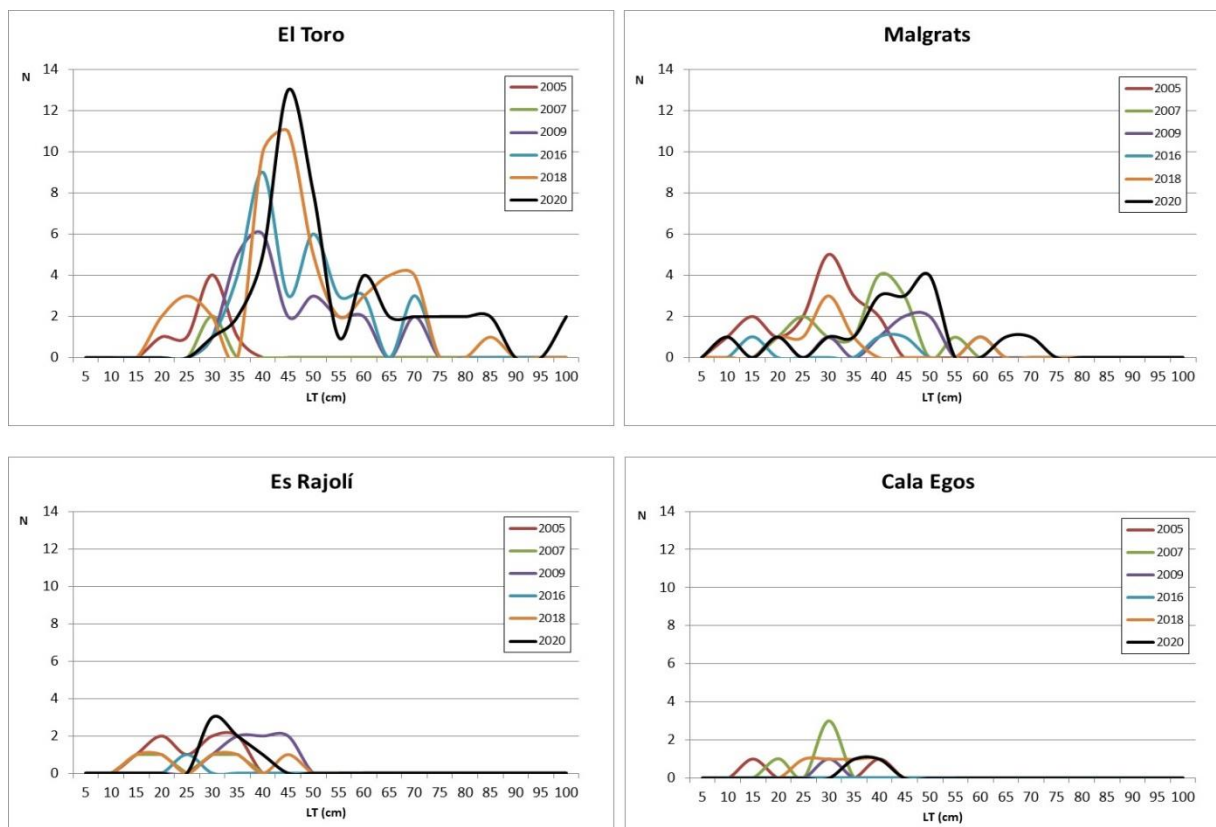


Figura 3.23. Distribució de talles (LT; cm) d'*E. marginatus* a les zones mostrejades entre els anys 2005 i 2020.

Taula 3.20. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles d'*E. marginatus* en els dos períodes considerats (I: 2005, 2007 i 2009; II: 2016, 2018 i 2020) dins cadascuna de les zones estudiades. S'indiquen en vermell les diferències significatives. TL-P1 i TL-P2 indiquen la talla mitjana (cm) a cada període. d.i.: dades insuficients.

Zona	p	TL-P1	TL-P2
EL TORO	p < 0.005	43,3	51,8
MALGRATS	p > 0.10	35,4	41,6
ES RAJOLÍ	p > 0.10	32,6	33,2
CALA EGOS	d.i.	29,1	35,7

Taula 3.21. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles d'*E. marginatus* el 2020. S'indiquen en vermell les diferències significatives entre els parells de mostres comparades. d.i.: dades insuficients.

	MALGRATS	ES RAJOLÍ	CALA EGOS
EL TORO	p > 0.10	p < 0.001	d.i.
MALGRATS		d.i.	d.i.
ES RAJOLÍ			d.i.

Biomassa

Entre 2005 i 2007, la biomassa d'anfós a El Toro es va mantenir en valors baixos (0,13 i 0,04 kg/250 m², respectivament). El 2009 ja s'enregistrà un bot notable, passant a 1,8 kg/250 m² (Figura 3.24), que significà un increment per un factor x14 respecte del primer any. Des d'aleshores, a cada campanya de seguiment s'ha enregistrat un nou increment per un factor x1,5. Hem de tenir en compte que els intervals entre les darreres 4 campanyes han estat distints (7, 2 i 2 anys, respectivament), però el fet és que a cada campanya la biomassa d'anfós ha augmentat un 50% respecte a l'anterior. I, finalment, la biomassa d'anfós enregistrada el 2020 va significar un increment per un factor x52 (5100 %) respecte de la campanya inicial de 2005.

La biomassa enregistrada a Malgrats s'havia mantingut en valors discrets fins el 2018, superant el 0,5 kg/250 m² només el 2007. A més, la biomassa enregistrada el 2018 va ser la més baixa de totes (0,25 kg/250 m²). Però el 2020 es va produir un augment notable, fins a 1,5 kg/250 m², que suposà un factor x5 respecte del valor de 2005.

A les zones control, els valors de biomassa mitjana foren encara menors, oscil·lant entre els 0 i els 0,3 kg/250 m², i sense cap tendència positiva al llarg de la sèrie.

L'ANOVA detectà un fort efecte per al factor lloc (Taula 3.22). Així, s'analitzaren les diferències temporals per a cada lloc (Taules 37 a 44). Els test *a posteriori* assenyalaren l'existència de diferències entre anys a l'illa del Toro, on la biomassa de 2020 va ser superior a la dels anys 2005, 2007 i 2009. I a l'Illa des Conills, on la biomassa de 2020 resultà superior a la de tots els anys anteriors. Aquestes tendències són clares en observar la figura 3.25.

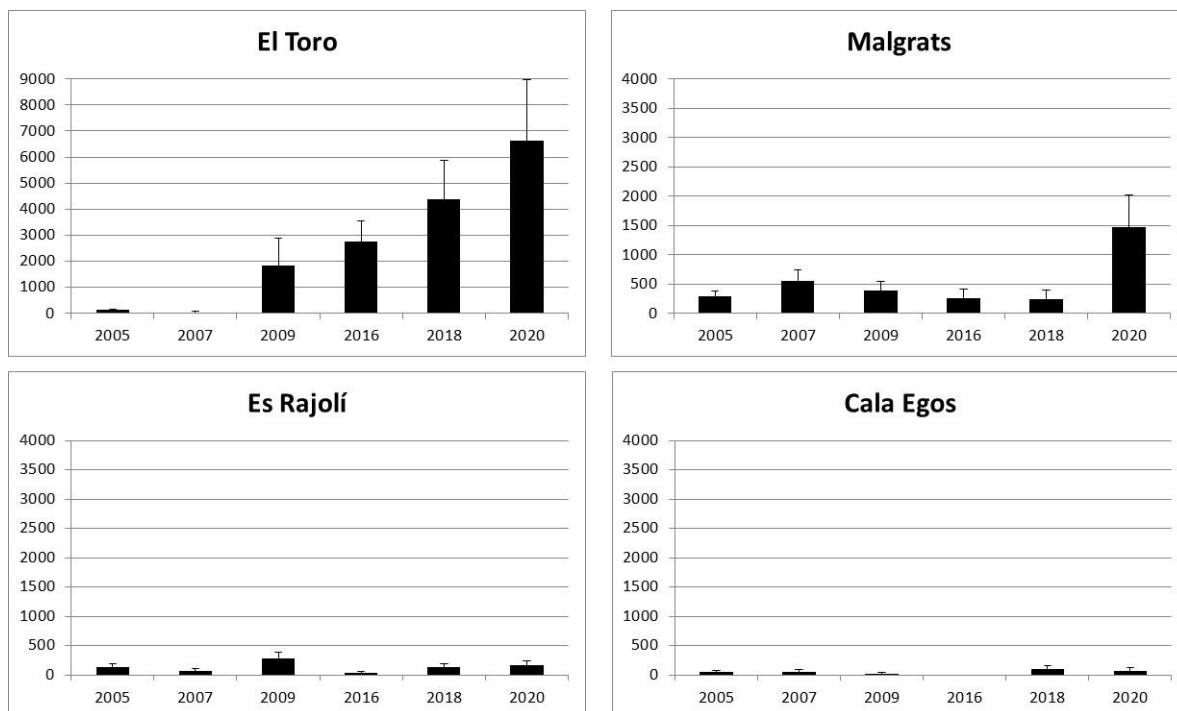


Figura 3.24. Valors de biomassa mitjana (g/250 m²) d'*E. marginatus* a les zones mostrejades en el període 2005-2020. Noti's la diferència d'escala entre la zona de El Toro i la resta.

Taula 3.22. Anàlisi de la variància de la biomassa d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	3,878275E+08	1	387827501	2,044	0,190592
Temps	2,861635E+08	5	57232701	1,693	0,158272
Zona	6,624973E+08	3	220832429	1,149	0,386894
Temps * Zona	6,260646E+08	15	41737640	1,215	0,300798
Site (Zona)	1,548110E+09	8	193513808	5,896	0,000049
Temps * Site (Zona)	1,385261E+09	40	34631518	4,652	0,000000
Error	4,020186E+09	540	7444790		

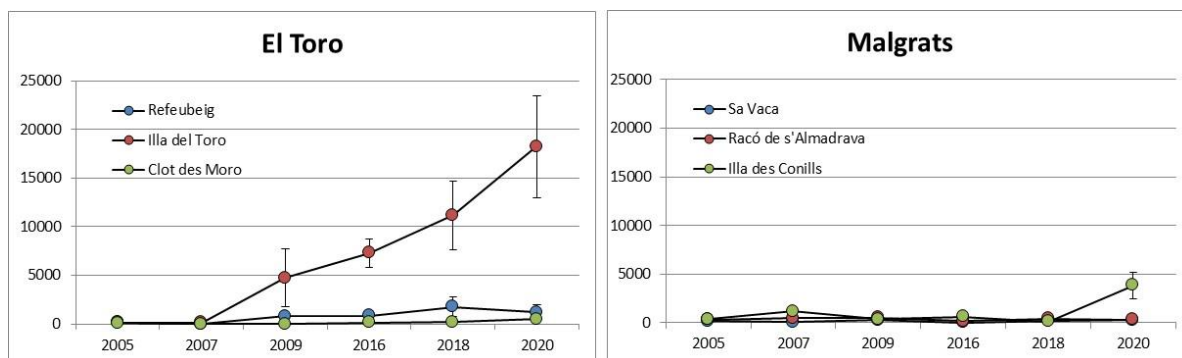


Figura 3.25. Valors de biomassa (g/250 m²) d'*E. marginatus* entre 2005 i 2020 als tres llocs de mostreig de les reserves de El Toro (esquerra) i Malgrats (dreta).

3.1.4.4. L'escorball *Sciaena umbra*

Densitat

L'escorball és una espècie amb símptomes clars de recuperació a la reserva de El Toro. Dels 0,15 individus/250 m² enregistrats el 2005 es va arribar el 2018 a un màxim de 10,3 individus/250 m² (Figura 3.26). El 2020 ha mostrat una densitat de 5,4 individus/250 m² (x37 respecte del 2005), més propera als valors dels anys 2009 i 2016. Cal tenir en compte que *S. umbra* és una espècie que forma moles i viu associada a caus rocosos, però realitza moviments d'abast discret al voltant d'aquests caus. Per això, els moviments d'aquestes moles poden fer variar substancialment els resultats en funció de si entren o no en els transectes, un aspecte que s'agreuja quan l'estrat de fondària pre-establert se situa en un fons amb fort pendent vertical.

A la reserva de Malgrats, en canvi, no s'ha produït un augment de la seva densitat, amb valors idèntics el 2005 i 2020 (1,1 individus/250 m²), bastant estables al llarg de la sèrie estudiada amb l'excepció del descens observat el 2018 (0,44 individus/250 m²). Així i tot, aquest valor mínim de Malgrats suposa el doble que el màxim observat a les zones control estudiades (0,22 individus/250 m² a Cala Egos el 2020).

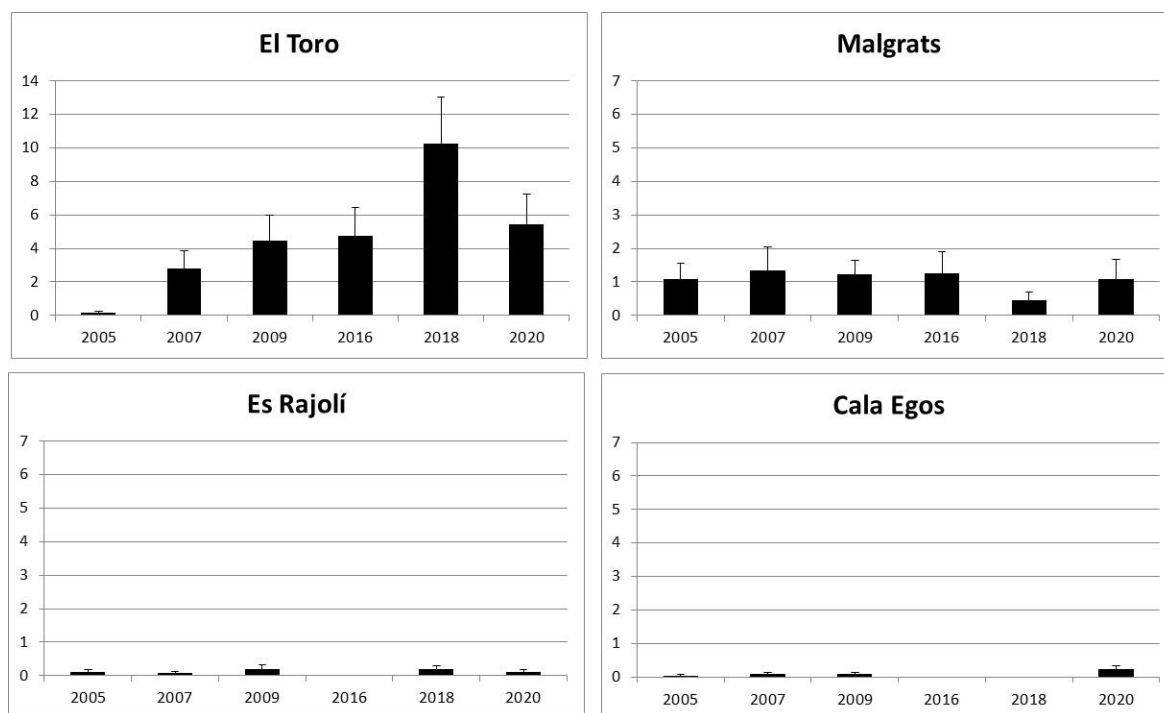


Figura 3.26. Valors de densitat (individus/250 m²) de *S. umbra* a les zones mostrejades en el període 2005-2020. Noti's la diferència d'escala entre El Toro i la resta de zones.

L'ANOVA indicà un efecte més important de l'efecte local (lloc o site) en front de l'efecte zona associat a la protecció, que està en el llindar de la significància estadística ($p=0,05$), i una distinta evolució temporal dels llocs de mostreig (Taula 3.23). Així, es varen analitzar les diferències entre anys dins cada lloc de les dues reserves (Annex I; Taules 45 a 51), i només se'n detectaren a l'illa del Toro, on la densitat d'escorbells de 2018 va resultar superior a la de la resta d'anys, tal com es pot observar a la Figura 3.27. A la reserva de les Malgrats s'aprecia una major abundància d'escorbells a l'illa des Conills, però cal tenir en compte que les diferències amb els altres llocs són petites (noti's la diferència d'escala entre les dues reserves a la Figura 3.27).

Taula 3.23. Anàlisi de la variància de la densitat de *S. umbra* entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1206,382	1	1206,382	6,809	0,031057
Temps	330,023	5	66,005	1,147	0,351599
Zona	2102,683	3	700,894	3,907	0,054639
Temps * Zona	1190,431	15	79,362	1,359	0,214211
Site (Zona)	1444,077	8	180,510	3,221	0,006105
Temps * Site (Zona)	2351,761	40	58,794	3,338	0,000000
Error	9510,222	540	17,612		

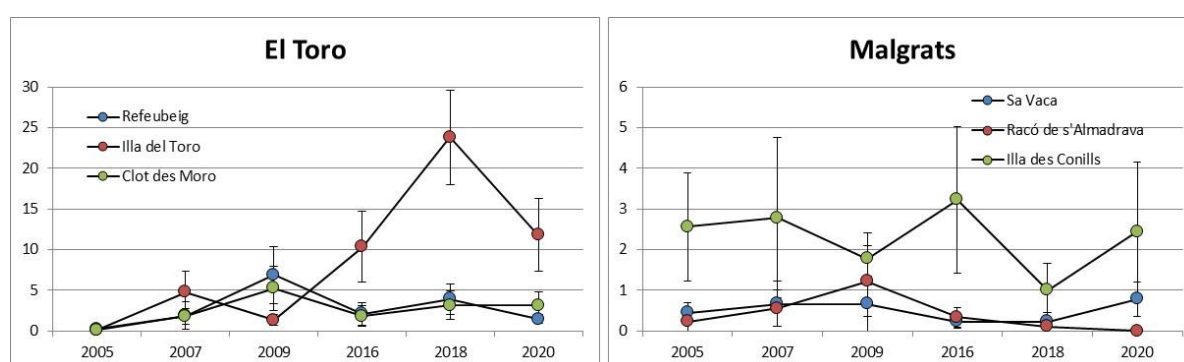


Figura 3.27. Valors de densitat (individus/250 m²) de *S. umbra* entre 2005 i 2020 als tres llocs de mostreig de les reserves del Toro (esquerra) i Malgrats (dreta). Noti's la diferència d'escala entre les dues zones.

Talles

La talla mitjana de *S. umbra* a la reserva de El Toro ha augmentat de forma continuada, passant de 22,5 cm a 36,3 cm. Així mateix, les talles màximes observades també augmentaren des dels 28 cm de l'any 2005 als 50 cm dels anys 2016 i 2020 (Taula 3.24). A la Figura 3.28 es pot veure com la freqüència de talles es va anar desplaçant cap a talles majors al llarg de tota la sèrie, amb un increment de la moda que l'any 2020 s'establí als 44 cm. També és important assenyalar que la proporció d'individus per sobre de la talla mínima de captura (30 cm) s'ha anat incrementant amb els anys (2005: 0%; 2007: 39%; 2009: 50%; 2016: 72%; 2018: 90%; 2020: 72%).

A Malgrats també s'hi va observar un increment de la talla mitjana, que assolí el màxim l'any 2016 amb 35,1 cm i el 2020 se situà en 33,4 cm. Les talles màximes també arribaren als 50 cm. Quant a la proporció d'escorbals per sobre de la talla mínima de captura, es va incrementar del 3% inicial fins al 76% corresponent a 2020.

Tant a El Toro com a Malgrats s'hi observà un increment significatiu de la talla mitjana entre els dos períodes, que va ser de 6,3 cm i 9,8 cm, respectivament (Taula 3.25). Així mateix, les talles observades durant l'any 2020 varen ser majors a El Toro que a Malgrats (Taula 3.26).

L'escassetat d'escorbals a les dues zones control (Taula 3.1) va impedir fer una anàlisi de com evolucionà la distribució de talles. Les diferències quant a talla mitjana i rang de talles observades varen estar molt determinades per les talles dels pocs exemplars censats. No obstant això, cal esmentar que al llarg de la sèrie analitzada només el 50% dels individus censats assoliren la talla mínima de captura (30 cm) establerta per a la pesca recreativa en aigües de les Illes Balears.

Taula 3.24. Talles (cm) de *S. umbra* enregistrades als censos realitzats a les zones mostrejades durant els 5 anys. S'indica el nombre d'individus (N), la talla mitjana ($\pm$ DE; desviació estàndard) i el rang de talles.

Zona	Any	N	LT mitjana	DE	Rang
El Toro	2005	4	22,5	4,4	18-28
	2007	76	27,8	5,9	18-40
	2009	121	28,9	4,1	12-38
	2016	128	31,9	5,3	20-50
	2018	277	35,1	4,9	18-48
	2020	147	36,3	7,9	26-50
Malgrats	2005	29	23,7	4,1	18-40
	2007	36	23,3	5,0	16-38
	2009	33	27,2	5,5	18-38
	2016	34	35,1	5,1	26-50
	2018	12	29,3	7,3	22-43
	2020	29	33,4	5,7	18-50
Es Rajolí	2005	3	26	2	24-28
	2007	2	32,5	17,7	20-45
	2009	5	35,6	5,7	28-42
	2016	0			
	2018	5	34,8	5,2	28-42
	2020	3	28	2	26-30
Cala Egos	2005	1	30		30
	2007	2	36	11,3	28-44
	2009	2	26	0	26
	2016	0			
	2018	0			
	2020	6	26,3	5,1	18-30

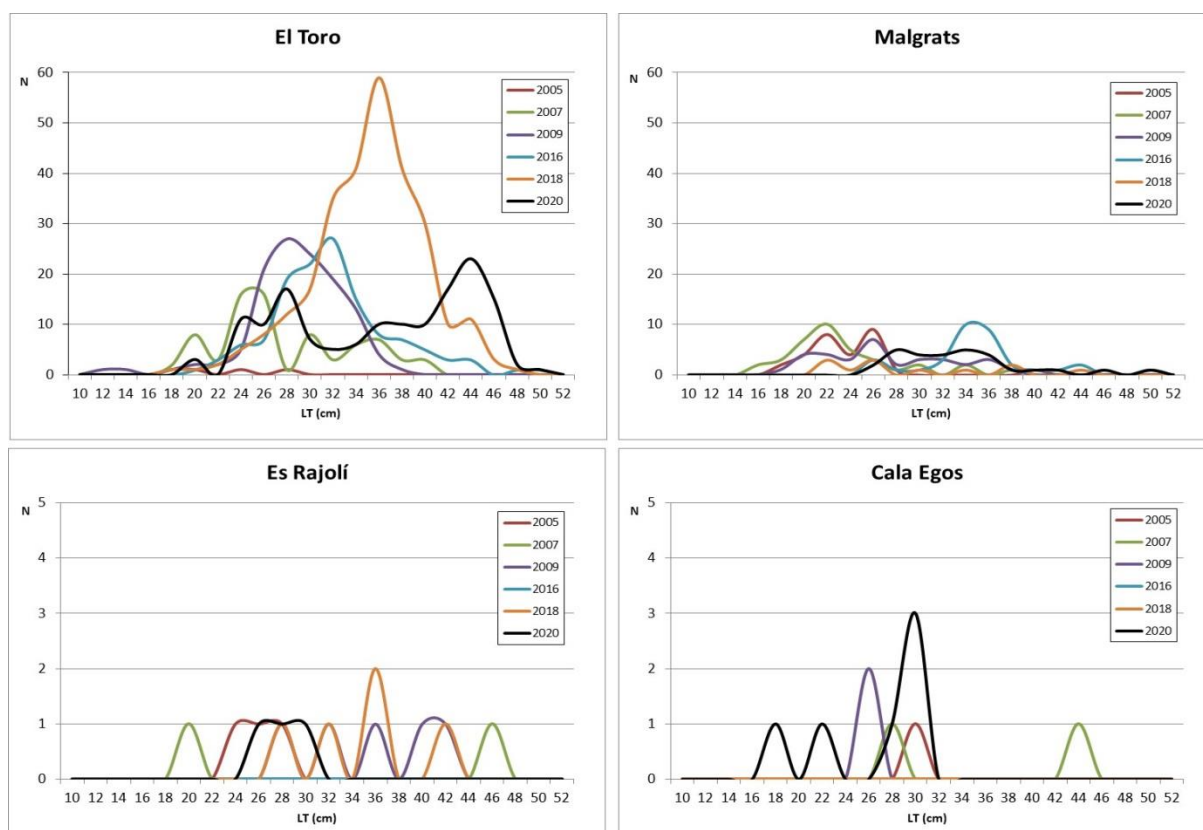


Figura 3.28. Distribució de talles (LT; cm) de *S. umbra* a les zones mostrejades entre els anys 2005 i 2020. Noti's la diferència d'escala entre les zones protegides i les zones control.

Taula 3.25. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *S. umbra* en els dos períodes considerats (I: 2005, 2007 i 2009; II: 2016, 2018 i 2020) dins cadascuna de les zones estudiades. S'indiquen en vermell les diferències significatives. TL-P1 i TL-P2 indiquen la talla mitjana (cm) a cada període.

Zona	p	TL-P1	TL-P2
EL TORO	$p < 0.001$	28,4	34,7
MALGRATS	$p < 0.001$	24,7	33,5
ES RAJOLÍ	$p > 0.10$	32,1	32,3
CALA EGOS	$p > 0.10$	30,8	26,3

Taula 3.26. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *S. umbra* el 2020. S'indiquen en vermell les diferències significatives entre els parells de mostres comparades. d.i.: dades insuficients.

	MALGRATS	ES RAJOLÍ	CALA EGOS
EL TORO	$p < 0.005$	d.i.	d.i.
MALGRATS		d.i.	d.i.
ES RAJOLÍ			d.i.

Biomassa

A El Toro, la biomassa de escorballs va augmentar de forma ininterrompuda fins el 2018, assolint un màxim de 6,2 kg/250 m², seguint el patró observat per a la densitat. El 2020 va experimentar un descens fins als 4 kg/250 m², que així mateix suposaren una variació per un factor x180 respecte als 22 g de mitjana enregistrats el 2005 (Figura 3.29). A Malgrats es va quadruplicar la biomassa d'escorballs respecte a l'enregistrada el 2005, arribant als 0,8 kg/250 m². La tendència de la biomassa va ser semblant a la de la densitat, però s'hi aprecià una major influència de l'efecte de les talles, amb la biomassa dels anys 2016 i 2018 destacant per sobre de la resta més que no ho féu la densitat.

Les biomasses enregistrades als controls foren sempre molt baixes (rang: 0 – 0,12 kg/250 m²).

L'ANOVA indicà una distinta evolució temporal dels llocs de mostreig (Taula 3.27). Igual que va passar amb la densitat, només existiren diferències entre anys a l'illa del Toro (Annex I; Taules 52 a 58), on la biomassa d'escorballs de 2018 va resultar superior a la dels anys precedents (també a la de 2020, però no de forma significativa; Figura 3.30).

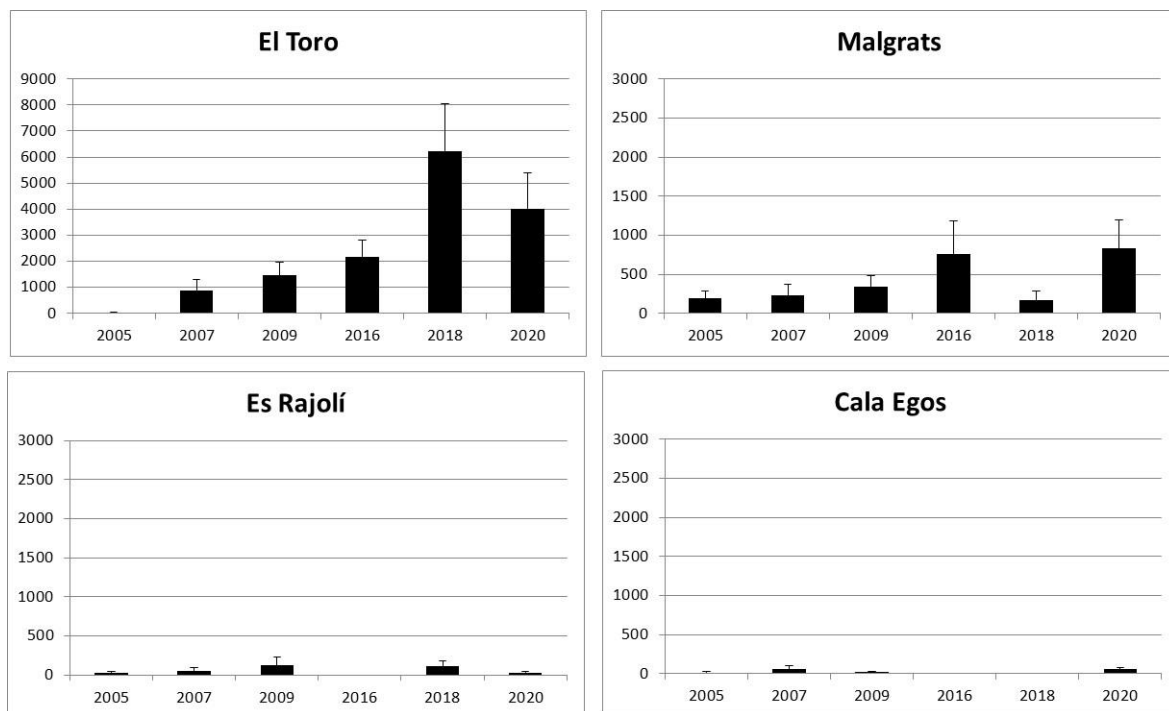


Figura 3.29. Valors de biomassa mitjana (g/250 m²) de *S. umbra* a les zones mostrejades en el període 2005-2020. Noti's la diferència d'escala entre El Toro i la resta de zones.

Taula 3.27. Anàlisi de la variància de la biomassa de *S. umbra* entre les 6 campanyes (TEMPS), la zona (ZONA) i el lloc (site) niat dins la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	3,044277E+08	1	304427664	3,974	0,081236
Temps	1,884907E+08	5	37698147	1,668	0,164326
Zona	6,094589E+08	3	203152968	2,618	0,122860
Temps * Zona	5,303070E+08	15	35353802	1,540	0,136828
Site (Zona)	6,247283E+08	8	78091039	3,555	0,003212
Temps * Site (Zona)	9,254457E+08	40	23136143	4,171	0,000000
Error	2,995275E+09	540	5546806		

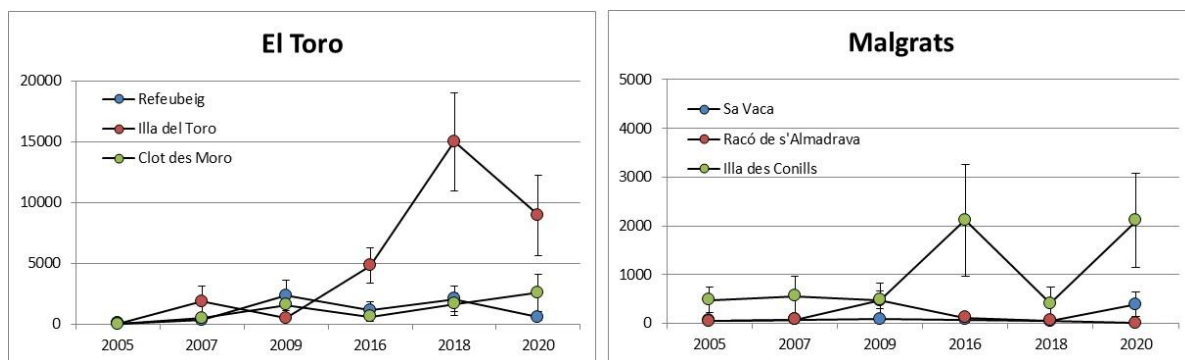


Figura 3.30. Valors de biomassa ($\text{g}/250 \text{ m}^2$) de *S. umbra* entre 2005 i 2020 als tres llocs de mostreig de les reserves del Toro (esquerra) i Malgrats (dreta). Noti's la diferència d'escala entre les dues zones.

3.2. ESTRAT PROFUND

3.2.1. La riquesa d'espècies vulnerables

En el transcurs de les set campanyes es varen observar un total de 23 espècies (Taula 3.28). La zona on s'enregistrà un major nombre d'espècies va ser El Toro, amb 20, seguida de Malgrats, amb 18. A les zones control se'n varen censar un total de 17.

La riquesa d'espècies va ser major a El Toro, tot i que mostrà una lleugera minva, no significativa, des de les 6,5 espècies/250 m² enregistrades el 2005 fins a les 5,8 espècies/250 m² del 2020 (Figura 3.31). A Malgrats, els valors es varen mantenir més estables, passant de 5,3 espècies/250 m² el 2005 a 5,5 espècies/250 m² el 2020. La riquesa d'espècies a les zones control va ser més baixa, situant-se en el rang 3-4,5 espècies/250 m², amb l'excepció de La Mola al 2020, que assolí 5,3 espècies/250 m². Aquestes diferències varen quedar manifestes a l'anàlisi de la variància (Taula 3.28), on els efectes significatius detectats ho varen ser entre zones (El Toro presentà major riquesa que Malgrats, i a la vegada ambdues reserves presentaren major riquesa que les zones control), però no existiren variacions amb el temps.

Taula 3.28. Abundància de les espècies enregistrades a les campanyes de 2005, 2007, 2009, 2011, 2016, 2018 i 2020 a cadascuna de les zones mostrejades. El nombre total d'espècies exclou les pertanyents a la categoria 1. ¹: el 2020 només es consideraren 5 rèpliques a El Toro.

	El Toro							Malgrats						
	2005	2006	2009	2011	2016	2018	2020 ¹	2005	2006	2009	2011	2016	2018	2020
Categoria 1														
<i>D. dentex</i>	1	9	1	1	12	11	16	0	1	20	2	3	23	1
<i>S. dumerili</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>S. viridensis</i>	0	18	30	21	9	26	137	0	0	23	26	0	1	0
Categoria 3														
<i>D. cervinus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. puntazzo</i>	2	3	1	6	2	0	4	0	1	2	2	0	1	1
<i>D. sargus</i>	45	52	74	82	54	27	65	13	82	49	96	51	19	20
<i>D. vulgaris</i>	97	186	128	103	52	79	58	146	303	363	191	197	90	124
<i>S. aurata</i>	2	2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>S. cantharus</i>	3	1	1	0	0	4	0	2	0	0	3	4	4	1
Categoria 5														
<i>E. caninus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. costae</i>	2	1	0	2	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. marginatus</i>	6	19	6	33	39	33	27	3	5	1	4	5	8	20
<i>L. merula</i>	1	3	4	2	0	1	0	0	1	2	0	0	3	7
<i>L. mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>L. viridis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	1	2	0
<i>M. rubra</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. umbra</i>	29	22	55	47	56	85	68	42	18	37	39	25	83	70
Categoria 6														
<i>C. conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. unicolor</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>M. helena</i>	5	3	8	7	6	2	5	3	10	5	2	7	3	2
<i>P. phycis</i>	0	2	4	2	0	1	0	0	0	2	3	2	0	3
<i>S. porcus</i>	8	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>S. scrofa</i>	2	0	4	3	1	2	0	5	2	8	2	2	1	0
Nº d'espècies	14	12	11	10	9	11	7	9	10	12	10	9	10	9

Taula 3.28. cont. ²: el 2016 i el 2018 només es realitzaren 3 rèpliques al Cap Andritxol.

	Es Rajolí/La Mola							Dragonera / Cap Andritxol						
	2005	2006	2009	2011	2016	2018	2020	2005	2006	2009	2011	2016 ²	2018	2020 ²
Categoria 1														
<i>D. dentex</i>	0	2	0	0	0	10	13	2	12	6	1	0	0	1
<i>S. dumerili</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. viridensis</i>	0	0	0	0	0	30	203	0	30	1	0	0	20	37
Categoria 3														
<i>D. cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. puntazzo</i>	0	1	2	8	4	0	5	1	15	3	4	0	1	1
<i>D. sargus</i>	29	24	25	27	34	37	81	18	141	31	27	8	19	27
<i>D. vulgaris</i>	107	113	164	93	53	182	221	109	601	178	58	52	126	66
<i>S. aurata</i>	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. cantharus</i>	8	11	2	36	18	15	1	3	74	54	22	7	9	6
Categoria 5														
<i>E. caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. costae</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. marginatus</i>	1	0	0	1	0	1	1	0	2	0	1	0	0	0
<i>L. merula</i>	1	1	2	2	0	3	0	0	7	1	0	0	3	0
<i>L. mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. viridis</i>	0	2	1	1	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0
<i>M. rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. umbra</i>	10	1	0	0	0	0	15	5	5	0	0	0	0	0
Categoria 6														
<i>C. conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>G. unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. helena</i>	0	1	3	0	0	3	8	4	10	6	6	1	4	0
<i>P. phycis</i>	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0
<i>S. porcus</i>	0	0	0	1	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0
<i>S. scrofa</i>	1	0	3	1	0	0	0	1	5	1	0	0	2	1
Nº espècies	9	8	8	9	5	7	12	9	13	7	6	4	7	5

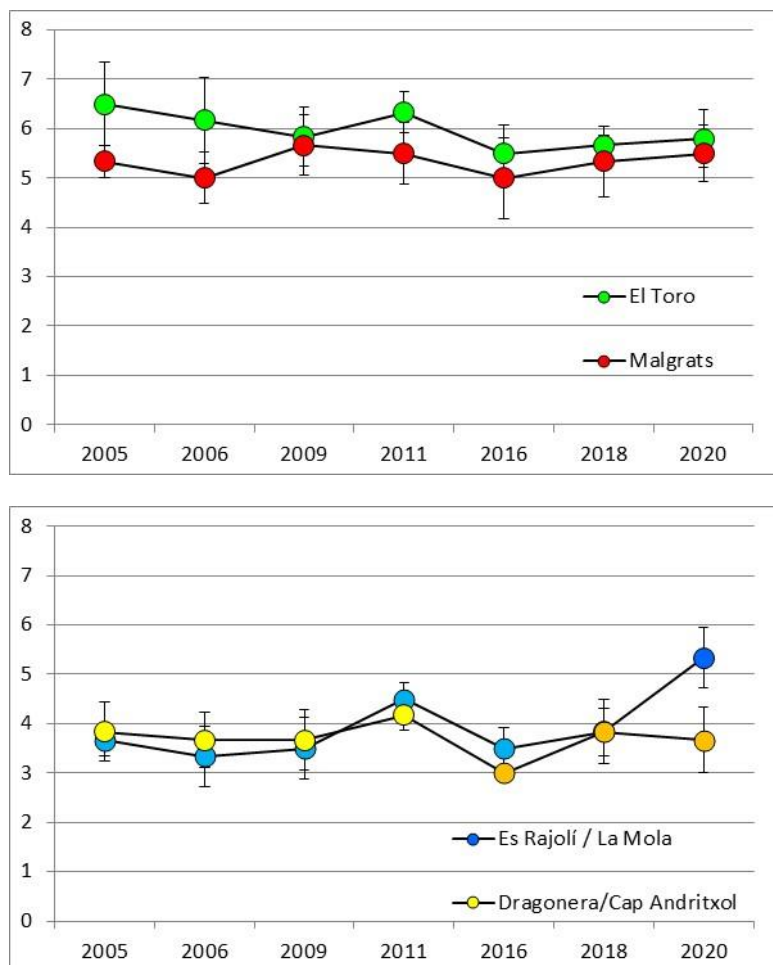


Figura 3.31. Evolució del nombre d'espècies (mitjana $\pm$ EE) entre 2005 i 2020 a les reserves de El Toro i Malgrats (adalt) i les zones control (abaix).

Taula 3.29. Anàlisi de la variància de la riquesa d'espècies entre les 7 campanyes (TEMPS) i la zona (ZONA). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	3495,020	1	3495,020	1785,777	0,000000
Temps	11,650	6	1,942	0,992	0,433322
Zona	138,353	3	46,118	23,564	0,000000
Temps * Zona	15,835	18	0,880	0,449	0,973500
Error	260,300	133	1,957		

3.2.2. La biomassa total d'espècies vulnerables

Quan comparem la biomassa dels dos estrats de fondària estudiats, s'observa que han seguit tendències molt semblants. No obstant això, la de l'estrat profund triplica la del superficial tant a El Toro com a Malgrats. A l'estrat profund, ambdues reserves han experimentat un increment clar en la biomassa total, que des de 2005 ha estat per un factor proper a x7 a El Toro, i x4 a Malgrats (Figura 3.32). A les zones control, només s'aprecia un increment produït pel canvi de zona de Es Rajolí a La Mola, la qual presentà el 2020 un valor de 12 kg/250 m², notable per a una zona oberta a la pesca. A la Taula 3.30 es presenten els valors mitjans de biomassa total i per espècie a cada zona.

Es varen detectar diferències entre anys, entre zones, i per a la interacció entre els dos factors (Taula 3.31). Per això, es varen analitzar si existien diferències entre zones al primer i al darrer any de la sèrie estudiada. No es detectaren diferències dins el 2005 (Taula 3.32), però sí al 2020 (Taula 3.33). La biomassa de El Toro resultà significativament superior als dos controls, però no a Malgrats (Taula 3.34). A la vegada, Malgrats només fou superior al control del Cap Andritxol, que també va ser superat per La Mola, que tal com s'ha esmentat, esdevé una zona control inusual en el context de la majoria d'altres zones controls estudiades a les Balears.

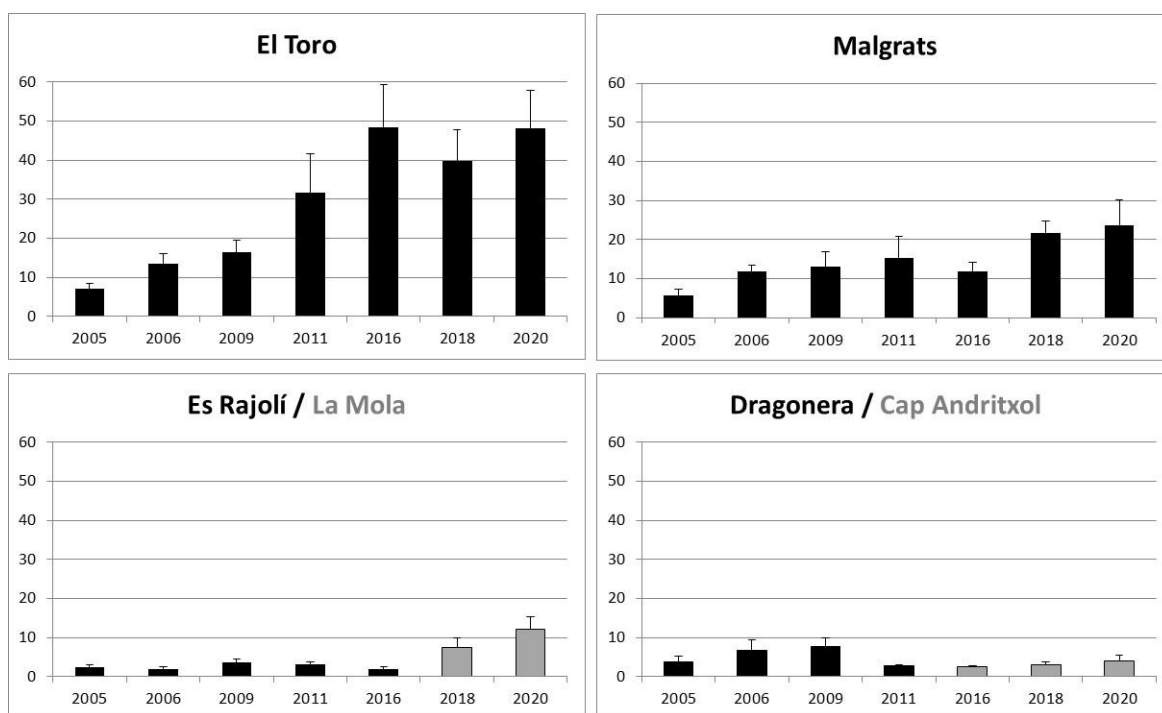


Figura 3.32. Valors de biomassa total (kg/250 m²; mitjana ± EE) a les zones profundes mostrejades entre 2005 i 2020.

Taula 3.30. Biomassa total i per espècie (g $\pm$ EE) obtinguda a les campanyes de 2005, 2006, 2009, 2011, 2016, 2018 i 2020 a cadascuna de les zones mostrejades.

	El Toro (R1)													
	2005		2006		2009		2011		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	6979,8	1480,5	13560,8	2588,6	16296,9	3228,4	31616,0	10088,6	48395,5	11007,9	39826,1	8057,0	48219,5	9561,4
<i>C. conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. cervinus</i>	124,5	124,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. puntazzo</i>	35,1	22,6	56,0	32,7	89,9	89,9	256,6	127,7	104,0	65,8	0	0	193,8	123,2
<i>D. sargus</i>	1243,7	223,2	1546,9	329,1	2446,5	1079,4	3398,8	539,3	1548,1	518,5	901,0	254,6	3063,4	738,7
<i>D. vulgaris</i>	1280,5	458,2	2603,4	980,5	1659,6	815,2	2340,5	841,2	571,5	110,6	948,8	343,3	745,9	128,7
<i>E. caninus</i>	27,8	27,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. costae</i>	90,0	76,7	343,6	343,6	0	0	385,4	246,8	0	0	385,4	385,4	1750,1	501,1
<i>E. marginatus</i>	855,7	369,3	5144,1	1111,7	2582,4	967,7	18420,4	7371,5	37085,0	9514,5	20134,8	4150,9	27127,9	4115,8
<i>G. unicolor</i>	0	0	0	0	36,5	36,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. merula</i>	8,7	8,7	97,5	76,5	267,7	146,2	297,4	297,4	0	0	79,1	79,1	0	0
<i>L. mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. viridis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. helena</i>	320,7	155,8	528,4	361,1	1141,8	550,9	952,2	464,4	1591,3	348,5	173,5	111,5	1356,8	826,8
<i>M. rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	192,2	192,2	361,2	361,2	0	0
<i>P. phycis</i>	0	0	226,6	226,6	623,5	388,3	385,5	252,1	0	0	91,5	91,5	0	0
<i>S. umbra</i>	2188,7	1521,0	2584,8	1120,0	6810,3	3038,3	4882,3	1821,9	7049,3	2211,1	16222,2	4232,4	13981,7	7079,4
<i>S. porcus</i>	195,7	110,8	102,2	65,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. scrofa</i>	164,5	106,9	0	0	623,5	393,7	296,8	203,2	117,4	117,4	439,9	282,3	0	0
<i>S. aurata</i>	351,6	351,6	312,1	217,4	0	0	0	0	136,7	136,7	0	0	0	0
<i>S. cantharus</i>	92,6	60,7	15,2	15,2	15,2	15,2	0	0	0	0	88,7	80,4	0	0

Taula 3.30. (cont.).

	Malgrats (R2)													
	2005		2006		2009		2011		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	5654,9	1551,7	11791,6	1515,7	12971,3	3842,7	15187,5	5622,8	11857,1	2173,8	21731,0	3005,1	23721,7	6362,3
<i>C. conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. puntazzo</i>	0	0	33,7	33,7	62,7	51,0	85,7	56,0	0	0	15,0	15,0	33,7	33,7
<i>D. sargus</i>	409,5	185,4	2386,1	872,6	2018,6	579,4	3446,5	846,9	1836,8	830,4	710,7	193,5	617,3	163,6
<i>D. vulgaris</i>	1564,7	451,0	3765,4	1421,0	4276,4	2211,5	3289,3	920,3	3687,5	2046,3	1738,7	771,1	1989,5	1459,1
<i>E. caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. marginatus</i>	420,2	189,0	1335,7	732,2	393,1	393,1	1351,3	485,7	2514,9	1178,0	5211,4	3235,8	10949,6	3886,7
<i>G. unicolor</i>	0	0	0	0	200,1	200,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. merula</i>	0	0	136,8	136,8	464,9	329,2	0	0	0	0	304,7	236,0	613,6	217,5
<i>L. mixtus</i>	36,2	17,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. viridis</i>	0	0	27,0	27,0	228,8	157,0	409,0	290,8	44,4	44,4	218,6	139,0	0	0
<i>M. helena</i>	139,1	67,7	1809,6	635,4	659,1	335,0	279,5	279,5	888,5	262,5	558,8	371,1	184,4	136,1
<i>M. rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. phycis</i>	0	0	0	0	123,0	123,0	260,9	120,4	327,6	208,1	0	0	367,2	247,2
<i>S. umbra</i>	2404,7	1288,2	2149,8	1113,5	3823,8	2031,9	5759,6	3542,0	2416,8	902,5	12696,6	4142,7	8945,6	4763,1
<i>S. porcus</i>	83,2	57,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. scrofa</i>	565,8	269,9	66,8	44,3	401,1	189,4	237,1	153,2	108,4	108,4	162,8	162,8	0	0
<i>S. aurata</i>	0,0	0,0	80,7	80,7	319,7	319,7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. cantharus</i>	31,5	21,4	0	0	0	0	68,6	55,1	32,1	21,9	113,7	71,9	20,8	20,8

Taula 3.30. (cont.).

	Es Rajolí (NR1)										La Mola (NR1)			
	2005		2006		2009		2011		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	2426,6	637,1	1940,9	637,9	3631,5	959,1	3085,1	576,3	1887,3	690,7	7530,8	2324,2	12067,7	3189,2
<i>C. conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. puntazzo</i>	0	0	26,4	26,4	62,3	43,0	254,7	121,3	207,4	117,0	0	0	264,0	160,5
<i>D. sargus</i>	507,3	188,6	498,7	195,0	699,3	315,0	860,7	351,8	755,2	393,8	1288,9	422,2	3589,2	1918,0
<i>D. vulgaris</i>	1028,7	519,2	993,1	352,2	2166,9	786,8	1231,4	212,0	656,2	237,9	4456,9	2353,0	4077,0	1797,2
<i>E. caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. costae</i>	191,7	191,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126,6	126,6
<i>E. marginatus</i>	147,7	147,7	0	0	0	0	86,4	86,4	0	0	495,4	495,4	250,4	250,4
<i>G. unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. merula</i>	40,8	40,8	40,8	40,8	127,6	127,6	225,5	161,1	0	0	328,8	233,4	0	0
<i>L. mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. viridis</i>	0	0	110,5	98,2	118,8	118,8	118,8	118,8	83,0	83,0	0	0	201,8	130,6
<i>M. helena</i>	0	0	109,7	109,7	302,2	232,0	0	0	0	0	675,9	591,9	1793,1	590,2
<i>M. rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. phycis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,8	23,9	75,9	75,9
<i>S. umbra</i>	370,8	370,8	45,2	45,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1382,1	991,8
<i>S. porcus</i>	0	0	0	0	0	0	8,8	8,8	0	0	0	0	34,6	34,6
<i>S. scrofa</i>	66,3	66,3	0	0	133,1	106,3	81,2	81,2	0	0	0	0	0	0
<i>S. aurata</i>	19,7	19,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	203,0	139,5
<i>S. cantharus</i>	53,6	37,1	116,6	68,6	21,3	13,5	217,5	70,5	185,5	63,7	254,0	90,9	70,1	70,1

Taula 3.30. (cont.).

	Dragonera (NR2)								Cap Andritxol (NR2)					
	2005		2006		2009		2011		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	3684,5	1504,8	6746,8	2562,3	7685,1	2235,7	2669,2	362,6	2596,7	226,2	2917,2	829,3	3979,9	1528,4
<i>C. conger</i>	495,4	495,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. puntazzo</i>	15,0	15,0	18,1	11,7	104,6	50,7	108,8	86,9	0	0	29,9	29,9	52,7	52,7
<i>D. sargus</i>	618,8	237,0	1901,2	1542,7	1436,3	606,7	780,5	117,6	297,5	171,5	257,3	139,2	1790,5	1471,4
<i>D. vulgaris</i>	1939,4	1246,1	1753,0	600,2	3604,3	1914,8	533,7	167,0	1689,3	139,5	1461,8	556,6	1761,8	260,7
<i>E. caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. marginatus</i>	0	0	2480,3	1001,0	0	0	347,8	347,8	0	0	0	0	0	0
<i>G. unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. merula</i>	0	0	0	0	40,8	40,8	0	0	0	0	331,1	214,1	0	0
<i>L. mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. viridis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. helena</i>	254,5	234,0	302,2	163,9	711,0	405,3	702,0	298,3	499,4	499,4	503,0	173,2	0	0
<i>M. rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. phycis</i>	0	0	115,6	115,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. umbra</i>	227,6	145,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. porcus</i>	39,1	39,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. scrofa</i>	66,3	66,3	0	0	81,2	81,2	0	0	0	0	147,5	94,0	106,6	106,6
<i>S. aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. cantharus</i>	28,4	16,1	176,3	176,3	1707,0	1566,9	196,3	87,7	110,5	58,3	186,6	88,1	268,2	198,0

Taula 3.31. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre les 6 campanyes (TEMPS) i la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	2283,819	1	2283,819	20502,84	0,000000
Temps	4,872	6	0,812	7,29	0,000001
Zona	21,602	3	7,201	64,64	0,000000
Temps * Zona	4,720	18	0,262	2,35	0,002925
Error	14,815	133	0,111		

Taula 3.32. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre zones per a l'any 2005. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	297,4822	1	297,4822	2084,928	0,000000
Zona	1,0752	3	0,3584	2,512	0,087810
Error	2,8536	20	0,1427		

Taula 3.33. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre zones per a l'any 2020. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	313,2943	1	313,2943	4073,355	0,000000
Zona	2,5511	3	0,8504	11,056	0,000354
Error	1,2306	16	0,0769		

Taula 3.34. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre zones per a l'any 2020. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significància.

	La Mola	Cap Andritxol	El Toro
Dragonera / Cap Andritxol	0,020573		
El Toro	0,008054	0,000260	
Malgrats	0,166255	0,002779	0,057835

La distribució de la biomassa per espècies observada el 2020 reafirma la tendència experimentada a les dues reserves des de la seva declaració. A El Toro resulta molt clara

la substitució del sard i la variada per l'anfós i l'escorball (Figura 3.33). Per a ambdues espècies s'observen augments i descensos en la seva contribució al llarg del període estudiat, que no és necessàriament fruit de les variacions de biomassa entre els anys. L'anfós va passar d'una contribució del 12% el 2005 al 56% el 2020 (amb un màxim del 77% assolit el 2016). L'escorball va passar del 31% al 29% (amb un màxim del 42% el 2009), tot i que la biomassa d'escorballs enregistrada el 2020 va ser superior a la de 2005 (x6) i a la de 2009 (x2). A Malgrats, aquest procés de substitució del sard i la variada per l'anfós i l'escorball va tardar més en fer-se evident. Així com l'escorball ja resultà important des d'un principi, no va ser fins 2016 quan l'anfós se situà com a segona espècie en importància, passant des d'aleshores del 21% al 46% (Figura 3.34). Juntament amb l'escorball, el 2020 varen representar el 84% de la biomassa enregistrada a Malgrats, un percentatge pràcticament idèntic al que s'observà a El Toro (85%).

A les zones control, el sard i la variada es varen mantenir com a espècies principals durant tot el període analitzat (Figures 3.35 i 3.36). Així, el 2020 ambdues espècies suposaren, conjuntament, el 64% a La Mola i el 89% al Cap Andritxol.

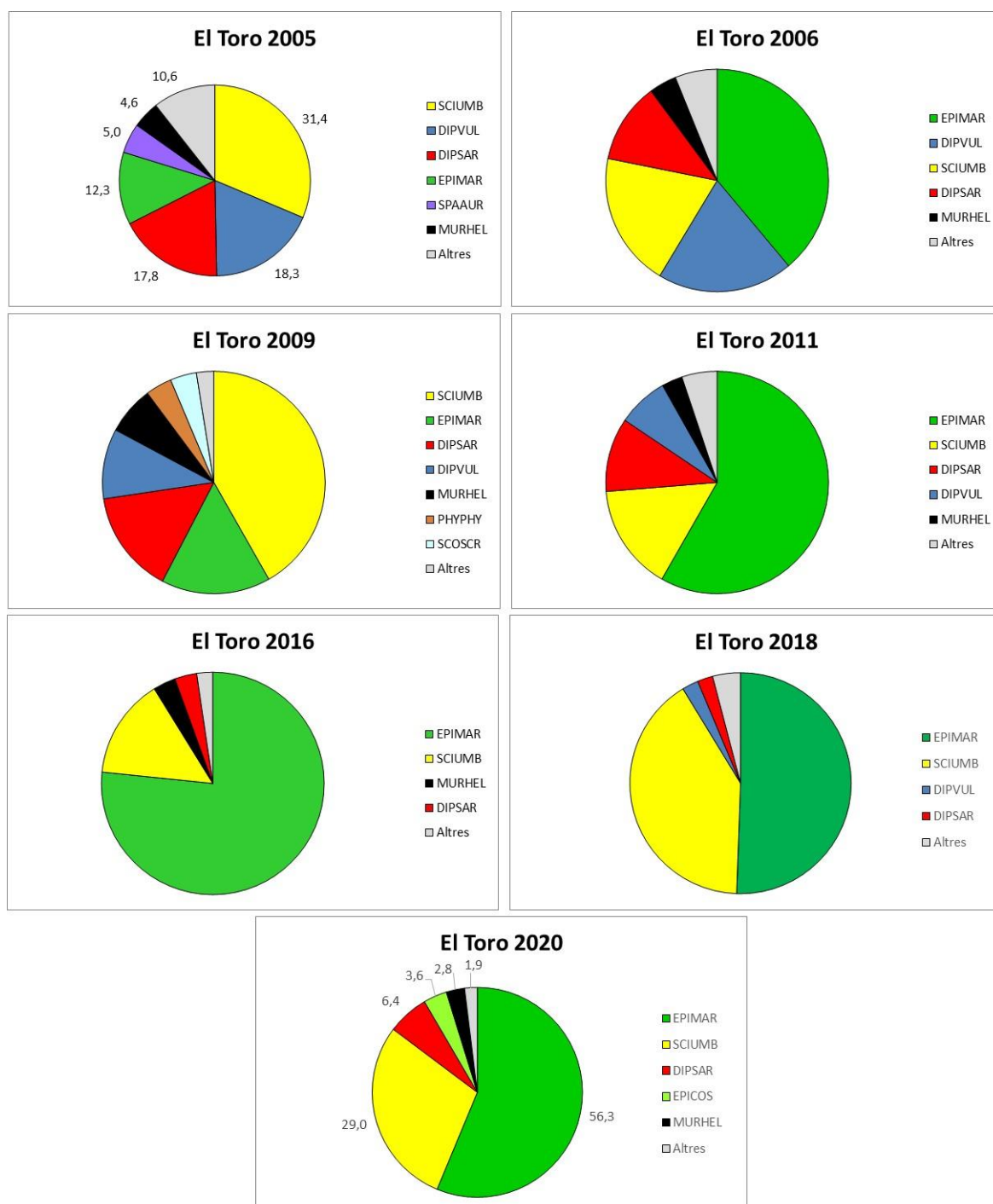


Figura 3.33. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades a la reserva marina de l'illa del Toro durant 2005, 2006, 2009, 2011, 2016, 2018 i 2020. Dins la categoria "altres" s'inclouen aquelles espècies la contribució de les quals no assoleix, individualment, el 2,5%.

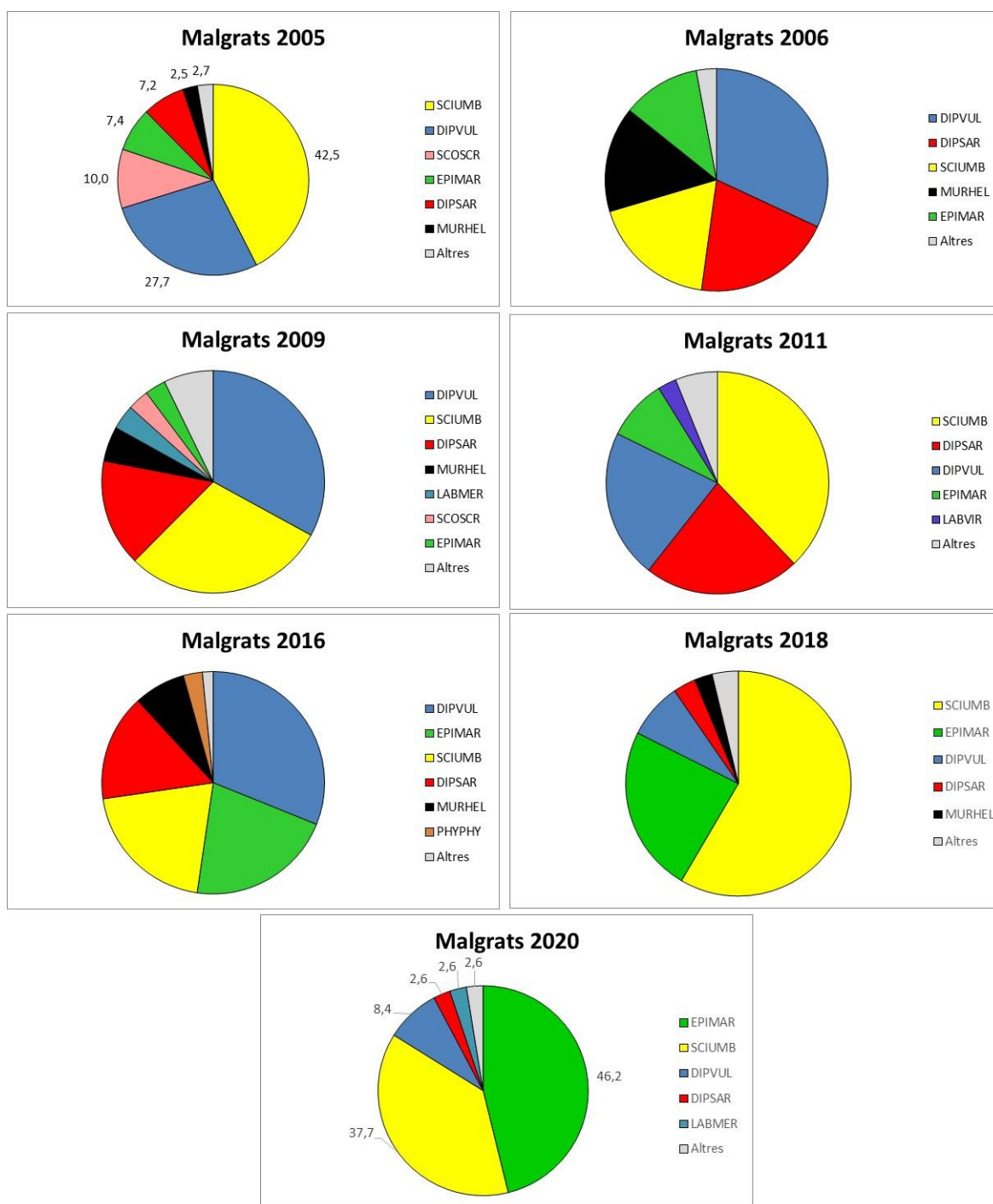


Figura 3.34. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades a la reserva marina de les illes Malgrats durant 2005, 2006, 2009, 2011 i 2016. Dins la categoria “altres” s’inclouen aquelles espècies la contribució de les quals no assoleix, individualment, el 2,5%.

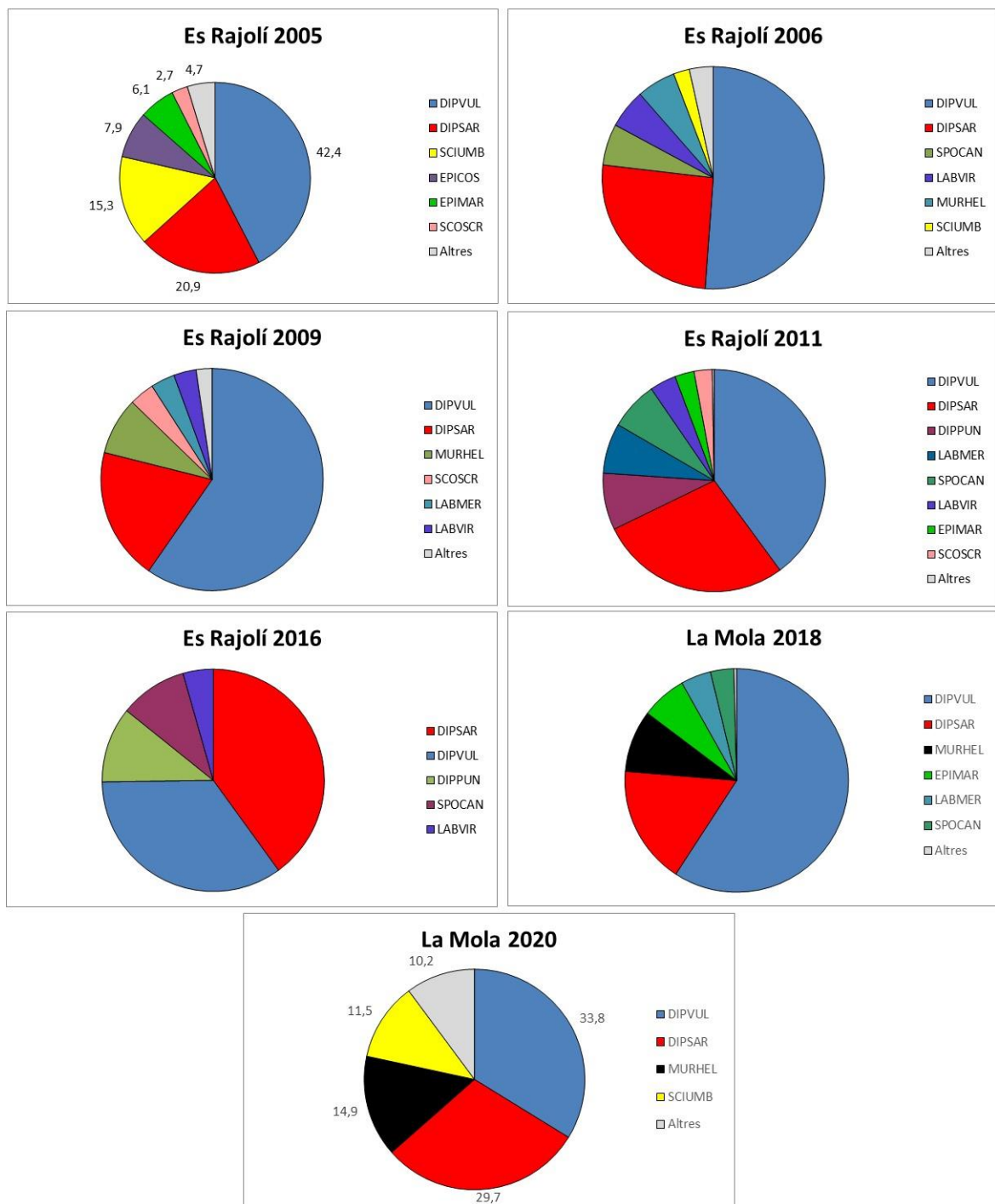


Figura 3.35. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades a es Rajolí durant 2005, 2006, 2009, 2011 i 2016, i a La Mola durant 2018 i 2020. Dins la categoria “altres” s’inclouen aquelles espècies la contribució de les quals no assoleix, individualment, el 2,5%.

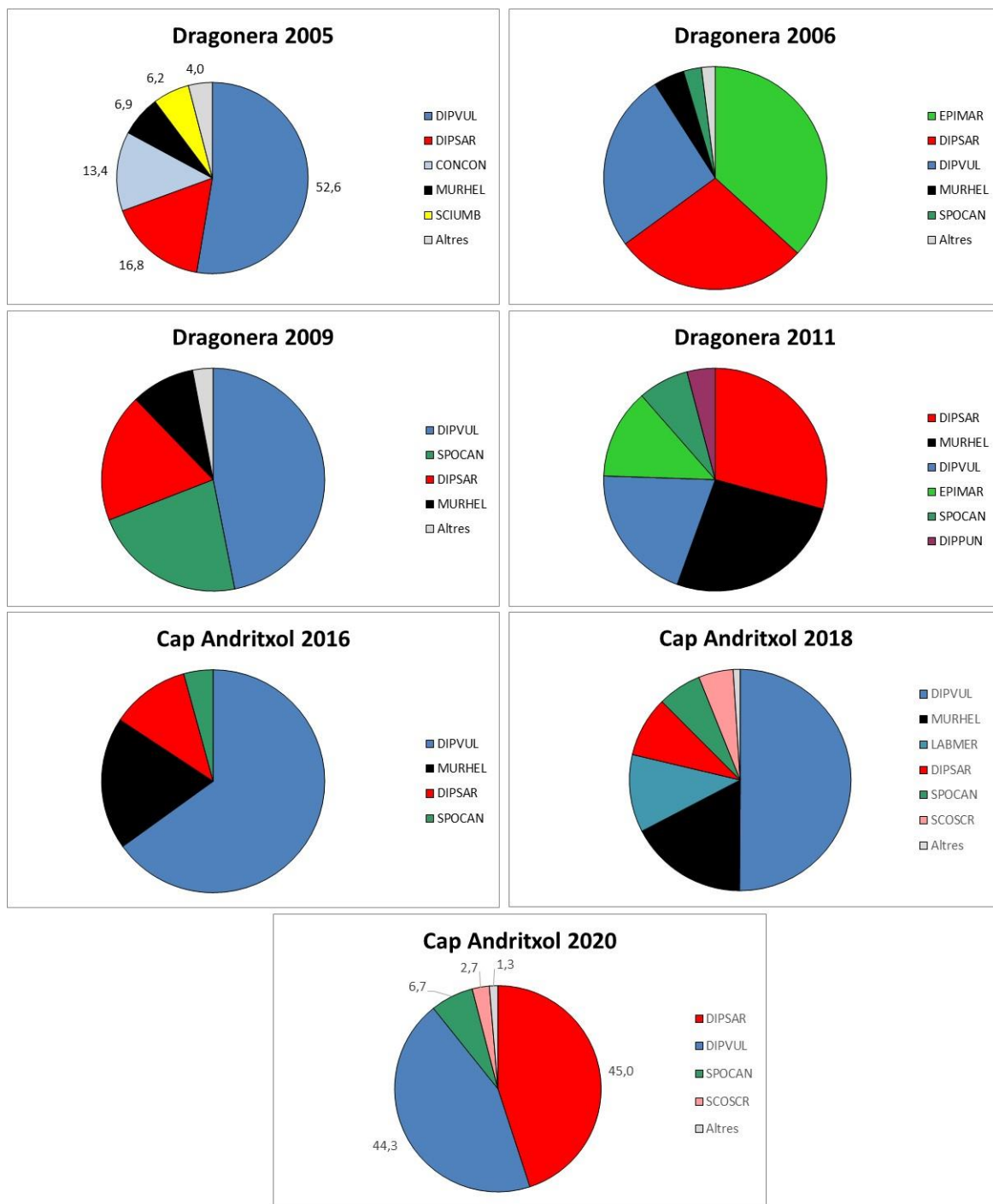


Figura 3.36. Contribució relativa a la biomassa total (%) de les espècies observades a sa Dragonera durant 2005, 2006, 2009 i 2011, i al Cap Andritxol durant 2016, 2018 i 2020. Dins la categoria “altres” s’inclouen aquelles espècies la contribució de les quals no assoleix, individualment, el 2,5%.

3.2.3. Les espècies més freqüents i abundants

3.2.3.1. El sard *Diplodus sargus*

Densitat

L'abundància de *D. sargus* a l'estrat profund és molt menor que al superficial, i a més durant els dos darrers anys de mostreig va ser superat per l'escorball *S. umbra* tant a El Toro com a Malgrats (Taula 3.28), cosa que no succeí a les zones control on n'és la segona espècie més abundant, per darrera de *D. vulgaris*. La densitat mitjana de sards a El Toro va augmentar entre 2005 i 2020. A Malgrats també s'incrementà, tot i que amb oscil·lacions clares amb màxims als anys 2006 i 2011. L'anàlisi de la variància no va detectar un efecte de la protecció, i únicament va indicar diferències entre anys i entre zones (Taula 3.35), assenyalant que la densitat de sards a El Toro va ser major que a les dues zones control (Taula 3.36). Quant als controls, en general els valors foren discrets exceptuant alguns casos. Així, Es Rajolí presentà gran estabilitat en el seus valors, mentre que La Mola experimentà un increment clar en els dos anys en que es mostrejà. Al Cap Andritxol també s'incrementà la densitat de sards. I a sa Dragonera existí una estabilitat només interrompuda pel màxim enregistrat el 2006.

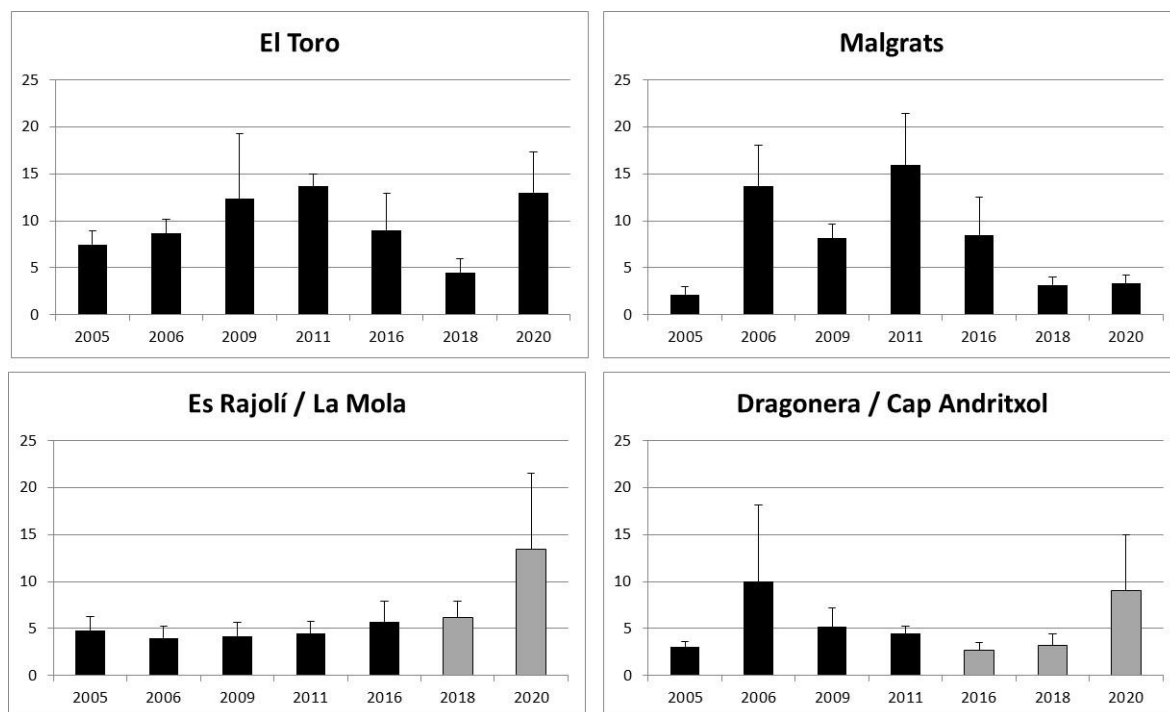


Figura 3.37. Valors de densitat (individus/250 m²; mitjana ± EE) de *D. sargus* a les zones profundes mostrejades entre 2005 i 2020.

Taula 3.35. Anàlisi de la variància de la densitat de *D. sargus* entre les 7 campanyes (TEMPS) i la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	88,97331	1	88,97331	722,8757	0,000000
Temps	1,61846	6	0,26974	2,1916	0,047609
Zona	1,66400	3	0,55467	4,5065	0,004805
Temps * Zona	2,89677	18	0,16093	1,3075	0,192897
Error	16,36997	133	0,12308		

Taula 3.36. Test de Newman-Keuls per a la densitat de *D. sargus* entre les zones estudiades.

	Es Rajolí / La Mola	Dragonera / Cap Andritxol	El Toro
Dragonera / Cap Andritxol	0,348912		
El Toro	0,019205	0,001608	
Malgrats	0,255848	0,095483	0,118689

Talles

La talla mitjana de *D. sargus* a El Toro va augmentar 3 cm entre 2005 i 2020 (Taula 3.38). Tot i que les distribucions de talles es desplaçaren progressivament cap a talles majors (Figura 3.38), ja el 2009 i el 2011 es podia reconèixer aquest fet, per la qual cosa no es detectaren diferències entre els dos períodes considerats al test de Kolmogorov-Smirnov (Taula 3.39). El cas de Malgrats fou semblant, amb unes distribucions de talles que no mostraren cap tendència clara. Les talles mitjanes foren molt semblants entre 2005 i 2020, així com entre els dos períodes, de manera que tampoc es detectaren diferències. On sí es detectaren diferències va ser als controls, on no podem dissociar aquestes variacions del canvi de zones de mostreig. D'una banda, es produí un increment en les talles en passar de Es Rajolí a La Mola (de 4,5 cm entre La Mola al 2020 i el darrer any -2016- a Es Rajolí); i un descens entre les talles observades al control de Dragonera al primer període i les enregistrades al Cap Andritxol al segon. Així, les úniques diferències detectades dins el 2020 foren referides a La Mola, que presentà talles superiors a la resta de zones, incloses les dues reserves (Taules 3.38 i 3.40).

Taula 3.37. Talles (cm) de *D. sargus* enregistrades als censos realitzats a les zones profundes mostrejades durant els 7 anys. S'indica el nombre d'individus (N), la talla mitjana ($\pm$ DE; desviació estàndard) i el rang de talles.

		N	LT mitjana	DE	Rang
El Toro	2005	45	19,8	5,5	8-32
	2006	52	20,7	4,8	12-32
	2009	74	22,0	3,4	18-30
	2011	82	23,1	5,3	12-36
	2016	54	20,8	3,9	14-32
	2018	27	22,4	2,5	18-28
	2020	66	22,8	4,7	14-34
Malgrats	2005	13	20,3	6,7	10-30
	2006	82	20,9	4,0	12-30
	2009	49	23,4	4,3	14-32
	2011	96	22,2	4,7	16-36
	2016	51	22,7	3,3	14-28
	2018	19	23,2	2,9	18-28
	2020	20	20,7	5,4	14-32
Es Rajolí	2005	29	17,9	3,0	12-24
	2006	24	18,6	4,1	10-30
	2009	25	20,7	3,8	14-28
	2011	27	21,6	4,1	14-30
	2016	34	18,9	4,4	12-28
La Mola	2018	37	22,6	2,8	16-26
	2020	81	24,4	3,2	16-32
Dragonera	2005	18	22,1	4,3	12-30
	2006	60	22,1	2,2	16-30
	2009	31	24,9	2,4	20-28
	2011	27	21,3	2,7	16-26
Cap Andritxol	2016	8	18,0	4,0	14-24
	2018	19	16,2	3,5	10-26
	2020	27	22,0	3,6	15-28

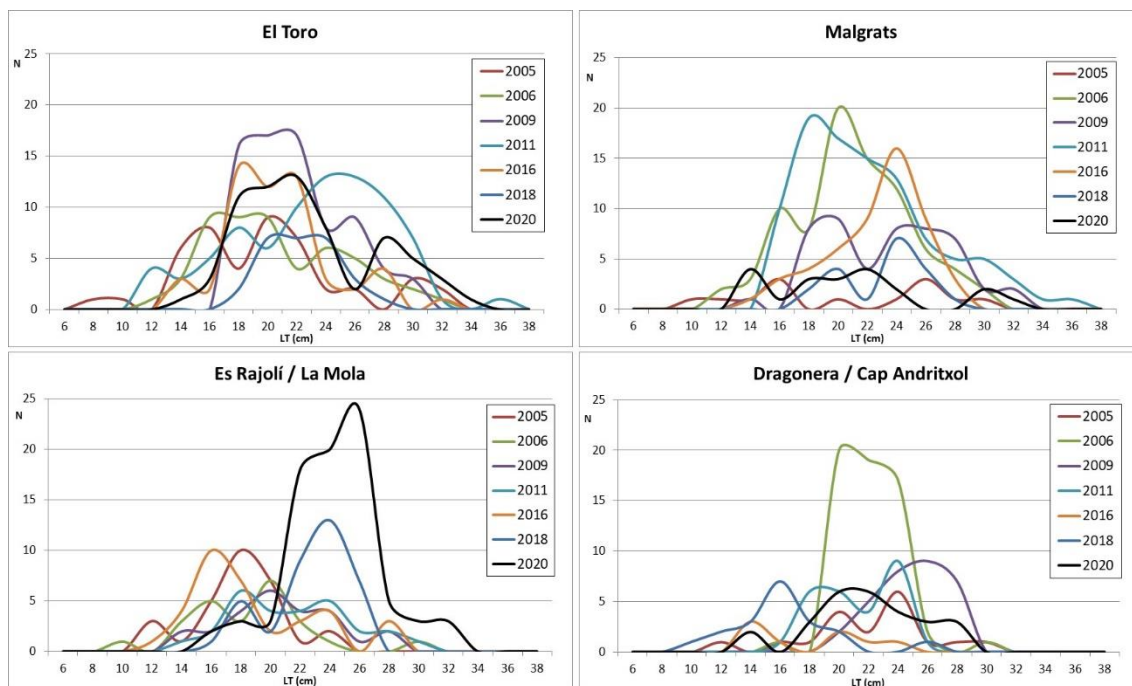


Figura 3.38. Distribució de talles (LT; cm) de *D. sargus* a les zones profundes mostrejades entre els anys 2005 i 2020.

Taula 3.38. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *D. sargus* en els dos períodes considerats (I: 2005, 2006, 2009 i 2011; II: 2016, 2018 i 2020) dins cadascuna de les zones estudiades. S'indiquen en vermell les diferències significatives. TL-P1 i TL-P2 indiquen la talla mitjana (cm) a cada període.

Zona	p	TL-P1	TL-P2
El Toro	$p > 0.10$	21,7	22,0
Malgrats	$p > 0.10$	21,9	22,4
Es Rajolí / La Mola	$p < 0.001$	19,7	22,7
Dragonera / Cap Andritxol	$p < 0.001$	22,6	19,4

Taula 3.39. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *D. sargus* el 2020. S'indiquen en vermell les diferències significatives entre els parells de mostres comparades. d.i.: dades insuficients.

	Malgrats	La Mola	Cap Andritxol
El Toro	$p > .10$	$p < .005$	$p > .10$
Malgrats		$p < .005$	$p > .10$
La Mola			$p < .025$

Biomassa

La biomassa de *D. sargus* a les dues reserves (Figura 3.39) va seguir el mateix patró que la densitat. A El Toro s'observen unes variacions temporals que semblen independents de la protecció, i dins un marge estret d'entre 1-3 kg/250 m². Els valors de 2020 són elevats però la tendència no és gens favorable a parlar d'un increment temporal i sostingut de la biomassa d'aquesta espècie en l'estrat profund. Els baixos valors de 2016 i 2018, 12 i 14 anys després de la declaració de la reserva marina en són un exemple d'aquesta irregularitat. A Malgrats es repeteix el patró temporal irregular, sense un patró definit que marqui una possible relació causa-efecte amb la protecció, observant-se valors molt baixos (<1000 g/250 m²) en els dos darrers anys. Quant a les zones control, hi hagué variacions discretes a Es Rajolí entre 2005 i 2016, i un increment notable a La Mola, que passà de 1,3 kg/250 m² el 2018 a 3,6 kg/250 m² el 2020. A Dragonera no es definí cap tendència, mentre que al Cap Andritxol la biomassa observada el 2020 suposà un fort augment respecte de 2016 i 2018, més lligada a l'increment en la densitat que no a un augment en les talles.

L'ANOVA no detectà cap efecte de la protecció (Taula 3.41), i només indicà diferències entre zones, sense interacció amb el temps. Així, la biomassa de El Toro fou significativament superior a la de les zones control, independentment del temps que du protegida aquesta reserva, mentre que la biomassa de Malgrats només superà l'enregistrada a Dragonera i al Cap Andritxol (Taula 3.42).

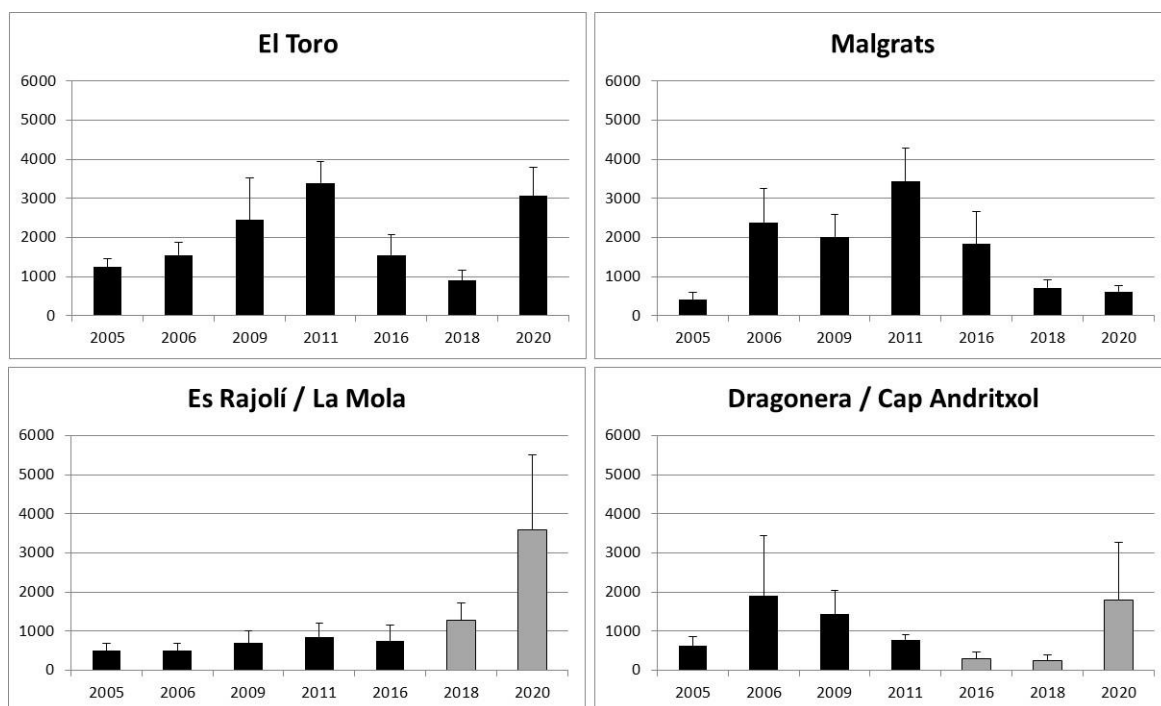


Figura 3.39. Valors de biomassa (g/250 m²; mitjana ± EE) de *D. sargus* a les zones profundes mostrejades entre 2005 i 2020.

Taula 3.40. Anàlisi de la variància de la biomassa de *D. sargus* entre les 7 campanyes (TEMPS) i la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p =nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1170,154	1	1170,154	1694,226	0,000000
Temps	8,792	6	1,465	2,122	0,054856
Zona	9,197	3	3,066	4,439	0,005238
Temps * Zona	16,443	18	0,914	1,323	0,183597
Error	91,859	133	0,691		

Taula 3.41. Test de Newman-Keuls per a la biomassa de *D. sargus* entre les zones estudiades.

	Es Rajolí / La Mola	Dragonera / Cap Andritxol	El Toro
Dragonera / Cap Andritxol	0,516071		
El Toro	0,021239	0,005152	
Malgrats	0,067597	0,035352	0,404355

3.2.3.2. La variada *Diplodus vulgaris*

Densitat

A cap de les dues reserves existeix una tendència clara en l'evolució de la densitat de la variada (Figura 3.40). De fet, la densitat enregistrada el 2020 va ser inferior a la de 2005 en ambdós casos, passant de 16 a 12 individus/250 m² a El Toro, i de 24 a 21 individus/250 m² a Malgrats. Als controls de Es Rajolí i Dragonera succeí el mateix. A La Mola es varen obtenir valors elevats (30 i 37 individus/250 m²) en el context de la resta de zones estudiades, similars o superats només pels valors obtinguts a Malgrats entre 2006 i 2016. El Cap Andritxol va presentar uns valors estables, entre 17 i 22 individus/250 m².

Fruit d'aquesta variabilitat, no es detectaren diferències per a cap dels factors analitzats (Taula 3.43).

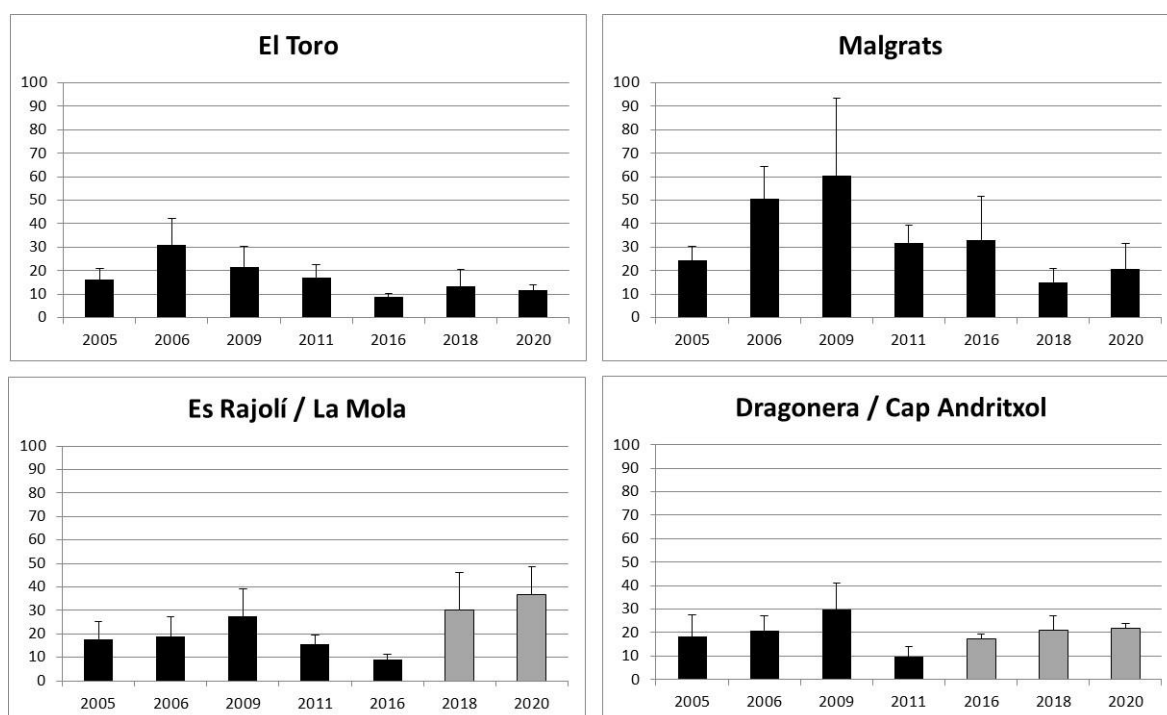


Figura 3.40. Valors de densitat (indiv./250 m²; mitjana ± EE) de *D. vulgaris* a les zones profundes mostrejades entre 2005 i 2020.

Taula 3.42. Anàlisi de la variància de la densitat de *D. vulgaris* entre les 7 campanyes (TEMPS) i la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d’F, *p*=nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	83665,13	1	83665,13	115,9446	0,000000
Temps	6326,47	6	1054,41	1,4612	0,196301
Zona	6572,16	3	2190,72	3,0359	0,031462
Temps * Zona	9677,41	18	537,63	0,7451	0,759141
Error	95972,20	133	721,60		

Talles

A El Toro es va produir un augment de la talla mitjana de *D. vulgaris* de gairebé 2 cm entre 2005 i 2020 (Taula 3.44), tot i que no va ser continuat. De fet, la talla mitjana corresponent al període 2005-2011 va ser superior a la del període 2016-2020 (Taula 3.45), i amb modes situades als 18-20 cm (Figura 3.41). A Malgrats la tendència presentà més continuïtat, i tot i que la talla mitjana de 2020 va ser inferior a la dels tres mostrejos precedents, superà en 1,7 cm la de 2005. Així, la talla mitjana del segon període superà en 2 cm la del primer (Taula 3.45). A la Figura 3.41 s’observa com les talles majors cobren més protagonisme durant el segon període. Als controls s’aprecià un efecte del canvi de zones de mostreig. Així, La Mola influí en que les talles mitjanes del tres darrers anys de mostreig fossin 3,2 cm superiors a les del primer període (Taula 3.45). També la talla mitjana corresponent a Dragonera, durant el primer període, va ser major que la del Cap Andritxol al segon.

Pel que fa al 2020, l’anàlisi indicà que les talles corresponents a El Toro i La Mola varen ser majors que les del Cap Andritxol (Taula 3.46).

Biomassa

Com en el cas de la densitat, la biomassa de *D. vulgaris* tampoc va seguir una tendència clara (Figura 3.42). A la reserva de El Toro va passar de 1,3 kg/250 m² a 0,7 kg/250 m² entre 2005 i 2020, amb un màxim de 2,6 kg/250 m² el 2006. A la reserva de Malgrats els valors foren, en general, majors que a El Toro, augmentant de 1,6 a 2 kg/250 m² entre el primer i el darrer any, i després d’assolir el màxim de 4,3 kg/250 m² el 2009. Els dos controls presentaren valors de biomassa propers als observats a El Toro, fins i tot superant-lo en alguns casos. Així mateix, cal destacar els valors obtinguts a La Mola el 2018 i 2020 (4,5 i 4,1 kg/250 m², respectivament), superiors a la resta de casos de tota la sèrie excepte a Malgrats el 2009.

L'ANOVA no detectà cap tipus de diferència per a cap dels factors analitzats (Taula 3.47).

Taula 3.43. Talles (cm) de *D. vulgaris* enregistrades als censos realitzats a les zones profundes mostrejades durant els 7 anys. S'indica el nombre d'individus (N), la talla mitjana ($\pm$ DE; desviació estàndard) i el rang de talles.

		N	LT mitjana	DE	Rang
El Toro	2005	97	16,6	3,6	10-24
	2006	186	17,0	3,5	8-30
	2009	128	17,0	2,2	12-20
	2011	103	20,0	4,0	10-28
	2016	52	15,6	3,4	10-24
	2018	79	15,2	5,1	6-28
	2020	90	18,5	4,6	10-26
Malgrats	2005	146	15,8	2,6	8-26
	2006	303	16,1	3,9	4-24
	2009	363	16,0	3,3	10-24
	2011	191	18,1	4,1	10-26
	2016	197	18,8	3,7	12-24
	2018	90	18,9	4,0	6-28
	2020	124	17,5	4,4	8-24
Es Rajolí	2005	107	15,0	3,3	6-24
	2006	113	14,7	2,6	10-22
	2009	164	16,9	2,9	12-24
	2011	93	16,6	3,6	10-26
	2016	53	16,0	4,1	10-26
La Mola	2018	182	21,0	2,7	13-28
	2020	221	18,3	4,8	2-27
Dragonera	2005	109	18,6	3,4	10-26
	2006	125	17,2	3,1	10-26
	2009	178	19,4	3,4	12-26
	2011	58	14,9	2,9	8-20
Cap Andritxol	2016	52	17,2	5,1	10-28
	2018	126	15,5	4,4	6-24
	2020	66	16,9	3,1	10-24

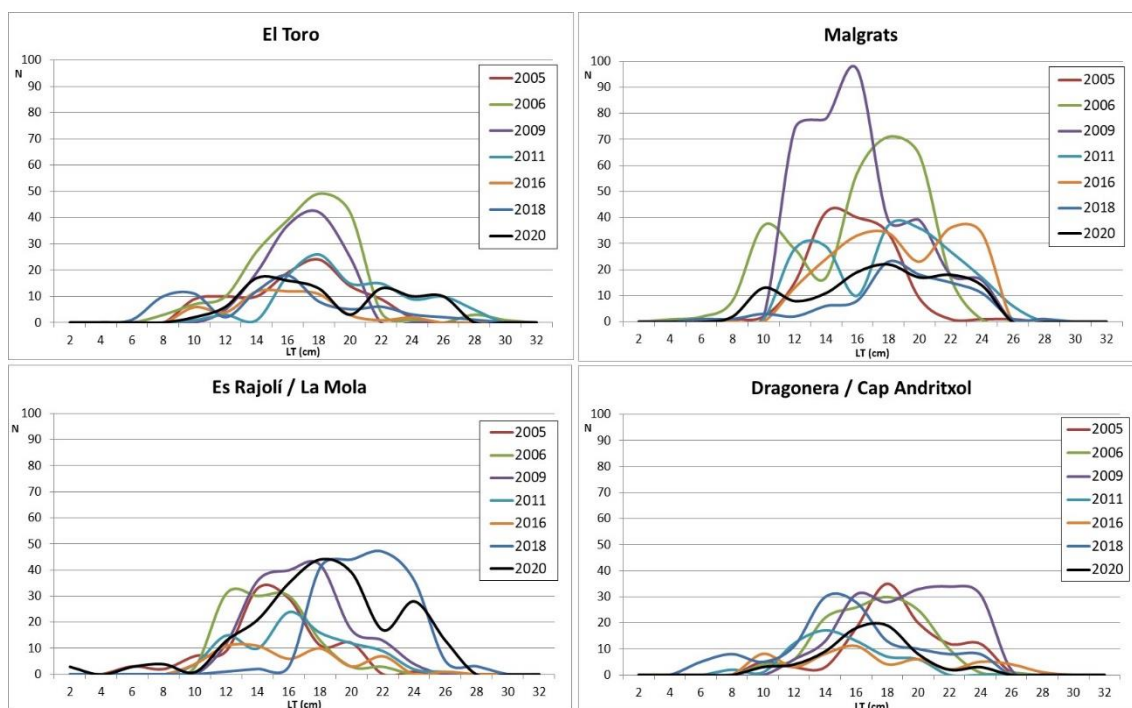


Figura 3.41. Distribució de talles (LT; cm) de *D. vulgaris* a les zones profundes mostrejades entre els anys 2005 i 2020.

Taula 3.44. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *D. vulgaris* en els dos períodes considerats (I: 2005, 2006, 2009 i 2011; II: 2016, 2018 i 2020) dins cadascuna de les zones estudiades. S'indiquen en vermell les diferències significatives. TL-P1 i TL-P2 indiquen la talla mitjana (cm) a cada període.

Zona	p	TL-P1	TL-P2
El Toro	p < 0.001	17,5	16,7
Malgrats	p < 0.001	16,4	18,4
Es Rajolí / La Mola	p < 0.001	15,9	19,1
Dragonera / Cap Andritxol	p < 0.001	18,1	16,2

Taula 3.45. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *D. vulgaris* el 2020. S'indiquen en vermell les diferències significatives entre els parells de mostres comparades. d.i.: dades insuficients.

	Malgrats	La Mola	Cap Andritxol
El Toro	p > 0.10	p > 0.10	p < 0.005
Malgrats		p > 0.10	p < 0.10
La Mola			p < 0.01

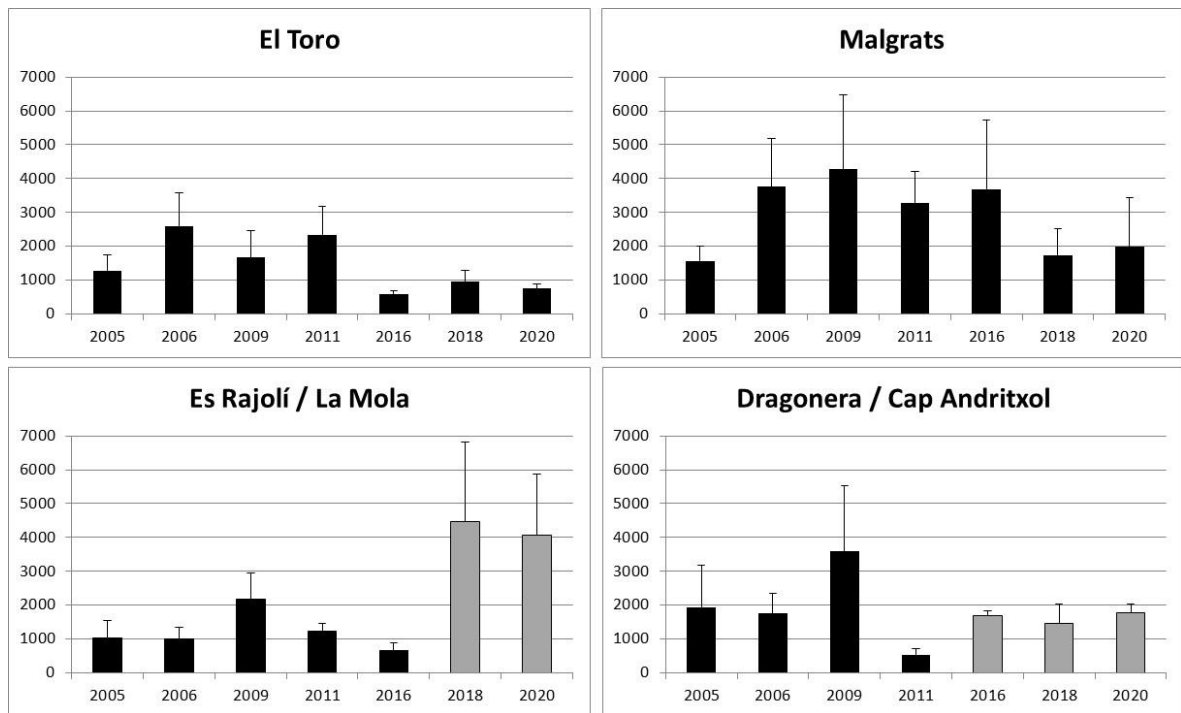


Figura 3.42. Valors de biomassa (g/250 m²; mitjana $\pm$ EE) de *D. vulgaris* a les zones profundes mostrejades entre 2005 i 2020.

Taula 3.46. Anàlisi de la variància de la biomassa de *D. vulgaris* entre les 7 campanyes (TEMPS) i la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p =nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	6,640893E+08	1	664089312	88,22431	0,000000
Temps	3,259080E+07	6	5431800	0,72161	0,632881
Zona	4,676038E+07	3	15586792	2,07071	0,107122
Temps * Zona	1,501540E+08	18	8341888	1,10822	0,351218
Error	1,001129E+09	133	7527282		

3.2.3.3. L'anfós *Epinephelus marginatus*

Densitat

La densitat de l'anfós va experimentar un increment clar a El Toro, passant de 1 individu/250 m² el 2005 a 5,4 individus/250 m² el 2020 (Figura 3.43), després d'un màxim de 6,5 individus/250 m² assolit el 2016. A Malgrats no s'havia observat un augment clar, amb valors que es trobaven en el rang 0,5-1,33 individus/250 m², fins que el 2020 es varen assolir els 3,33 individus/250 m². En canvi, els valors obtinguts a totes les zones control varen ser baixos, amb un valor màxim de 1 individu/250 m² obtingut a Dragonera el 2006.

Aquestes diferències quedaren paleses a l'anàlisi de la variància, que detectà diferències temporals, espacials, i per a la interacció dels factors temps i zona (Taula 3.47). En conseqüència, s'analitzaren les diferències entre zones per al primer i darrer any de mostreig. Dins el 2005 existiren diferències entre zones (Taula 3.48), quan la densitat enregistrada a El Toro va ser superior a la de Dragonera (Taula 3.49). El 2020 també existiren diferències entre zones (Taula 3.50), quan ambdues reserves presentaren valors majors que les dues zones control (Taula 3.51).

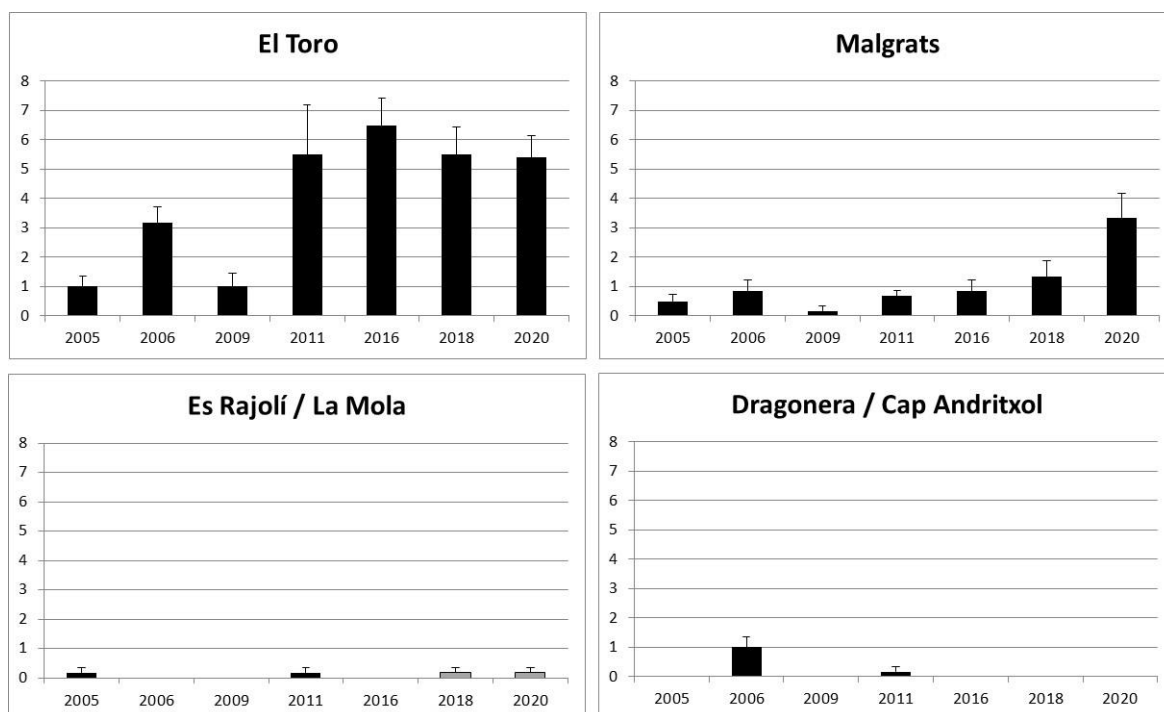


Figura 3.43. Valors de densitat (individus/250 m²; mitjana $\pm$ EE) d'*E. marginatus* a les zones profundes mostrejades entre 2005 i 2020.

Taula 3.47. Anàlisi de la variància de la densitat d'*E. marginatus* entre les 7 campanyes (TEMPS) i la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	8,511587	1	8,511587	359,0134	0,000000
Temps	1,376928	6	0,229488	9,6797	0,000000
Zona	8,853194	3	2,951065	124,4741	0,000000
Temps * Zona	2,232949	18	0,124053	5,2325	0,000000
Error	3,153200	133	0,023708		

Taula 3.48. Anàlisi de la variància de la densitat d'*E. marginatus* entre zones per a l'any 2005. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	0,317497	1	0,317497	14,29226	0,001175
Zona	0,237214	3	0,079071	3,55943	0,032681
Error	0,444292	20	0,022215		

Taula 3.49. Test de Newman-Keuls per a la densitat d'*E. marginatus* entre les zones estudiades el 2005.

	Es Rajolí / La Mola	Dragonera / Cap Andritxol	El Toro
Dragonera / Cap Andritxol	0,566514		
El Toro	0,061101	0,032040	
Malgrats	0,257426	0,212305	0,220483

Taula 3.50. Anàlisi de la variància de la densitat d'*E. marginatus* entre zones per a l'any 2020. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	2,401418	1	2,401418	117,0640	0,000000
Zona	2,227550	3	0,742517	36,1961	0,000000
Error	0,328220	16	0,020514		

Taula 3.51. Test de Newman-Keuls per a la densitat d'*E. marginatus* entre les zones estudiades el 2020.

	Es Rajolí / La Mola	Dragonera / Cap Andritxol	El Toro
Dragonera / Cap Andritxol	0,602073		
El Toro	0,000168	0,000186	
Malgrats	0,000179	0,000186	0,052370

Talles

La talla mitjana de l'anfós a la reserva de El Toro es va incrementar de forma gairebé ininterrompuda en 31 cm entre 2005 i 2020 (Taula 3.52). A més, les talles màximes també augmentaren notablement, arribant a observar-se individus de 110 cm. Aquesta tendència es pot veure també a la Figura 3.44, amb un increment de les talles modals i en la progressiva major contribució de talles majors. A més, el test de Kolmogorov-Smirnov deixà clar l'increment de talles entre els dos períodes establerts (Taula 3.53). També s'incrementaren les talles a Malgrats (14 cm; Taula 3.52), amb la progressiva aparició d'exemplars majors i un increment de 10 cm entre períodes. No obstant això, aquestes diferències a Malgrats no foren prou importants per ser detectades pel test K-S (Taula 3.53). A més, els anfossos censats a El Toro durant el 2020 foren, en conjunt, majors que els de Malgrats (Taula 3.54). A les zones control, el nombre d'anfossos censats va ser molt baix com per dur a terme anàlisis de les seves talles.

Biomassa

Entre 2005 i 2020, la reserva de El Toro experimentà un augment de la biomassa d'*E. marginatus* per un factor x32, passant de 0,9 kg/250 m² a 27 kg/250 m² (Figura 3.45). A més, aquest no va ser el valor màxim durant la sèrie estudiada, havent-se assolit els 37 kg/250 m² l'any 2016 (que significà un augment x43). És interessant assenyalar, en aquest context i com s'ha indicat a l'apartat de material i mètodes, que a les anàlisis no es va tenir en compte un transecte de la campanya de 2020 en el qual es varen registrar 16 anfossos que resultaren en un pes conjunt de 152 kg. També és notable el fet que l'increment en la biomassa d'*E. marginatus* es començà a fer evident a partir del quart any de mostreig, mentre que durant els tres primers es va mantenir estable. Aquest fet també és perceptible a Malgrats, on l'increment començà a ser evident més tard (el 2018), fins assolir els 11 kg/250 m² durant 2020 (x26 respecte de la biomassa de 2005).

Taula 3.52. Talles (cm) d'*E. marginatus* enregistrades als censos realitzats a les zones profundes mostrejades durant els 7 anys. S'indica el nombre d'individus (N), la talla mitjana ($\pm$ DE; desviació estàndard) i el rang de talles.

		N	LT mitjana	DE	Rang
El Toro	2005	6	36,8	5,7	28-44
	2006	19	45,4	6,0	32-56
	2009	6	52,5	7,8	42-65
	2011	33	56,5	9,8	40-75
	2016	39	63,4	19,1	36-100
	2018	33	58,2	10,0	40-72
	2020	43	68,1	17,7	42-110
Malgrats	2005	3	37,3	1,2	36-38
	2006	5	45,2	6,4	36-52
	2009	1	52		52
	2011	4	49	5,8	42-56
	2016	5	53,4	13,7	40-72
	2018	8	58,1	13,9	40-80
	2020	20	54,2	13,9	38-88
Es Rajolí	2005	1	38		38
	2006	0			
	2009	0			
	2011	1	32		32
	2016	0			
La Mola	2018	1	56		56
	2020	1	45		45
Dragonera	2005	0			
	2006	6	51,8	7,8	42-60
	2009	0			
	2011	1	50		50
Cap Andritxol	2016	0			
	2018	0			
	2020	0			

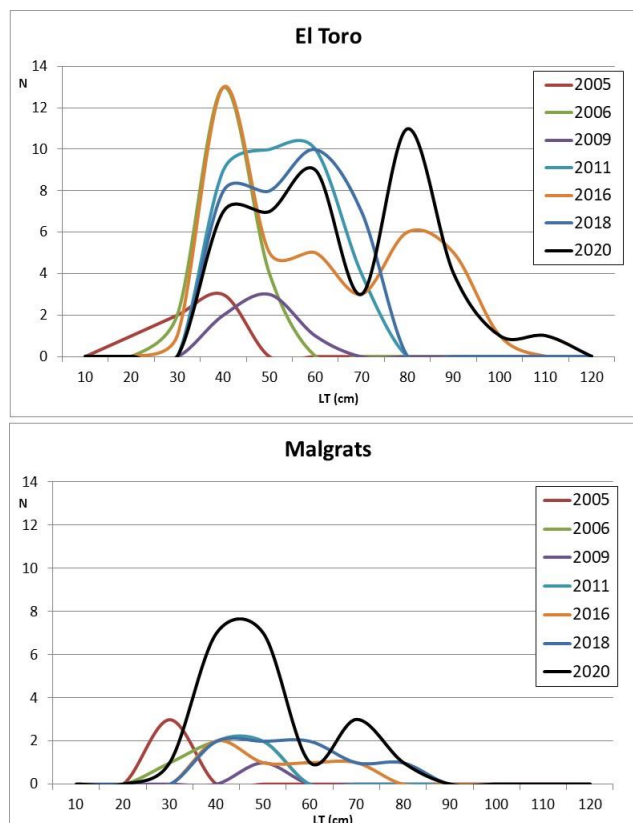


Figura 3.44. Distribució de talles (LT; cm) d'*E. marginatus* a les zones profundes mostrejades entre els anys 2005 i 2020.

Taula 3.53. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles d'*E. marginatus* en els dos períodes considerats (I: 2005, 2006, 2009 i 2011; II: 2016, 2018 i 2020) dins cadascuna de les zones estudiades. S'indiquen en vermell les diferències significatives. TL-P1 i TL-P2 indiquen la talla mitjana (cm) a cada període.

Zona	p	TL-P1	TL-P2
El Toro	p < 0.001	51,0	63,7
Malgrats	p < 0.10	45,1	55,0
Es Rajolí / La Mola	p > 0.10	35,0	50,5
Dragonera / Cap Andritxol	d.i.	51,6	

Taula 3.54. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles d'*E. marginatus* el 2020. S'indiquen en vermell les diferències significatives entre els parells de mostres comparades. d.i.: dades insuficients.

	Malgrats	La Mola	Cap Andritxol
El Toro	$p < 0.025$	d.i.	d.i.
Malgrats		d.i.	d.i.
La Mola			d.i.

Els controls presentaren valors bastant baixos de biomassa d'anfós, sense superar els 0,5 kg/250 m² en cap cas excepte a Dragonera el 2006, quan s'assoliren els 2,5 kg/250 m².

L'ANOVA va detectar diferències per als dos factors, Temps i Zona, i per a la seva interacció (Taula 3.55). En analitzar les diferències dins 2005, l'anàlisi indicà diferències entre zones (Taula 3.56), però amb una probabilitat molt propera al límit de significació que impedí que el test *a posteriori* detectàs quines eren aquestes diferències. El 2020 sí foren clares les diferències entre zones (Taula 3.57), identificades entre ambdues reserves respecte de les dues zones control (Taula 3.58).

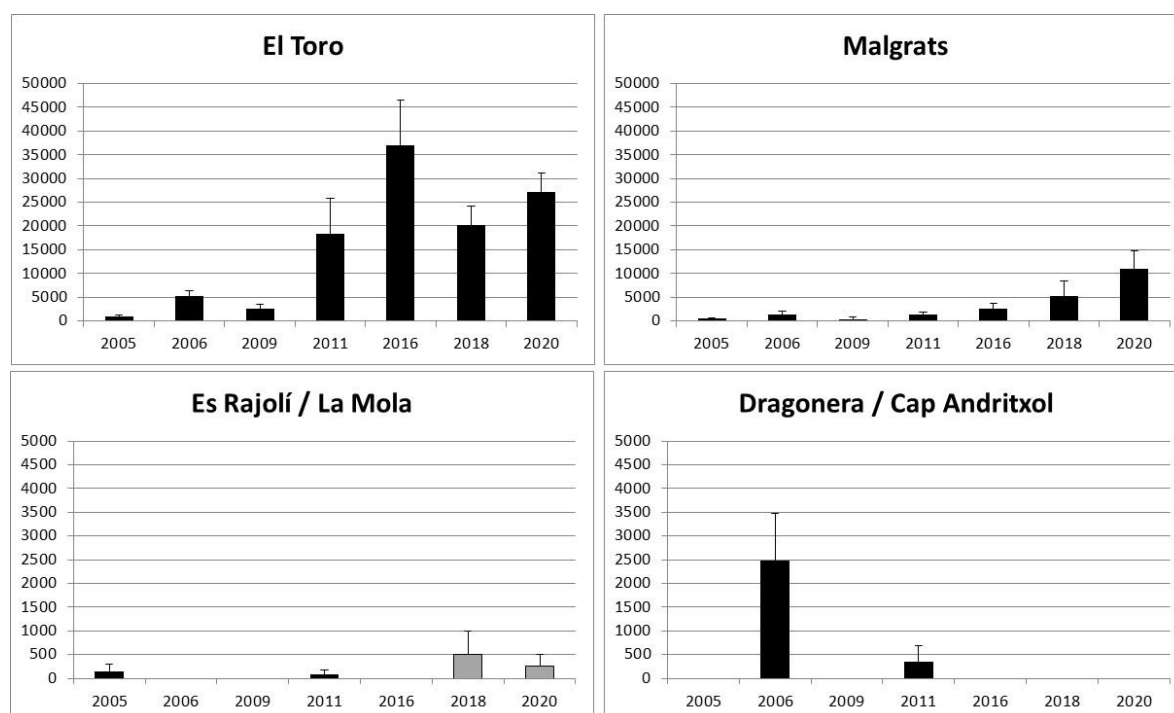


Figura 3.45. Valors de biomassa (g/250 m²; mitjana ± EE) d'*E. marginatus* a les zones profundes mostrejades entre 2005 i 2020.

Taula 3.55. Anàlisi de la variància de la biomassa d'*E. marginatus* entre les 7 campanyes (TEMPS) i la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	399,8860	1	399,8860	301,7058	0,000000
Temps	40,2538	6	6,7090	5,0618	0,000104
Zona	292,1473	3	97,3824	73,4730	0,000000
Temps * Zona	62,3790	18	3,4655	2,6146	0,000903
Error	176,2805	133	1,3254		

Taula 3.56. Anàlisi de la variància de la biomassa d'*E. marginatus* entre zones per a l'any 2005. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	23,86744	1	23,86744	14,60637	0,001067
Zona	15,26898	3	5,08966	3,11477	0,049238
Error	32,68085	20	1,63404		

Taula 3.57. Anàlisi de la variància de la biomassa d'*E. marginatus* entre zones per a l'any 2020. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	90,63992	1	90,63992	158,7733	0,000000
Zona	72,38227	3	24,12742	42,2638	0,000000
Error	9,13402	16	0,57088		

Taula 3.58. Test de Newman-Keuls per a la biomassa d'*E. marginatus* entre les zones estudiades el 2020.

	Es Rajolí / La Mola	Dragonera / Cap Andritxol	El Toro
Dragonera / Cap Andritxol	0,303006		
El Toro	0,000168	0,000186	
Malgrats	0,000161	0,000168	0,332562

3.2.3.4. L'escorball *Sciaena umbra*

Densitat

L'abundància d'escorballs es va incrementar a les dues reserves en el període estudiat (x2,8 a El Toro i x1,7 a Malgrats; Figura 3.46). En ambdós casos, el màxim es va obtenir el 2016. Totes les zones control presentaren valors baixos, que mai assoliren els valors mínims de les reserves, i a més en la majoria de casos no s'observà cap individu.

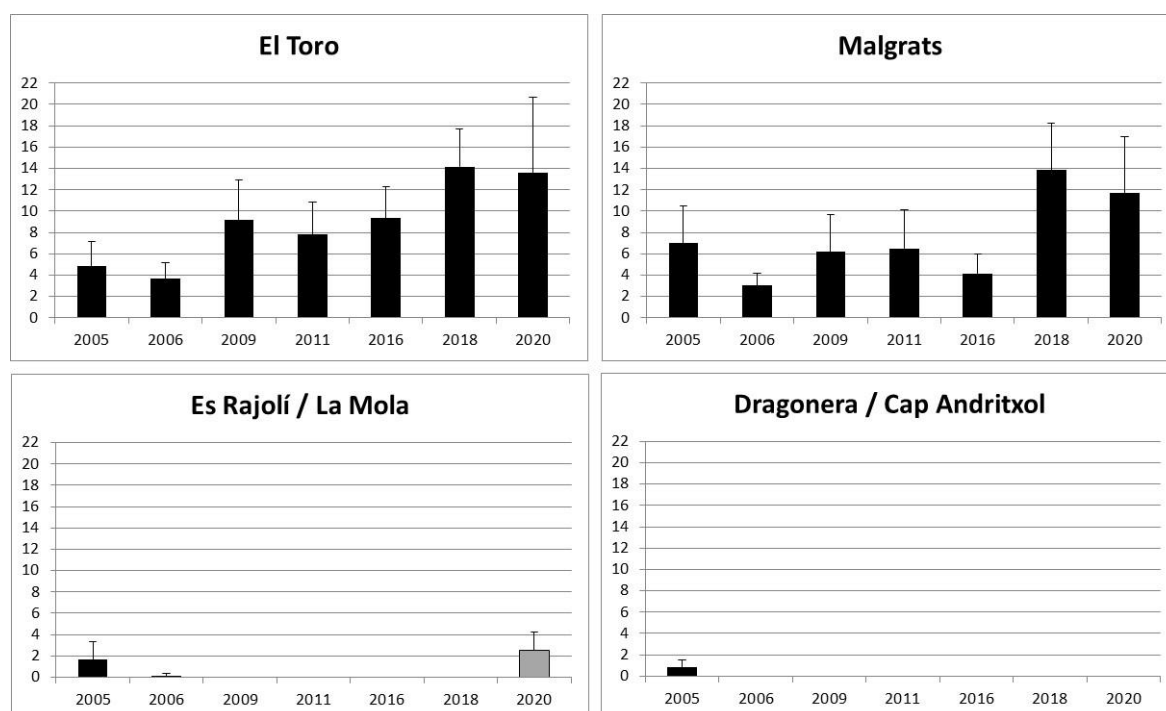


Figura 3.46. Valors de densitat (individus/250 m²; mitjana ± EE) de *S. umbra* a les zones profundes mostrejades entre 2005 i 2020.

Taula 3.59. Anàlisi de la variància de la densitat de *S. umbra* entre les 7 campanyes (TEMPS) i la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	24,90325	1	24,90325	193,7852	0,000000
Temps	1,18345	6	0,19724	1,5348	0,171523
Zona	19,26649	3	6,42216	49,9742	0,000000
Temps * Zona	1,79800	18	0,09989	0,7773	0,723392
Error	17,09177	133	0,12851		

Malgrat l'evolució indicada, l'anàlisi de la variància no detectà un efecte del temps de protecció, i únicament va assenyalar diferències entre zones (Taula 3.59), que correspongueren a una major densitat a les dues reserves envers les zones control (Taula 3.60).

Taula 3.60. Test de Newman-Keuls per a la densitat de *S. umbra* entre les zones estudiades.

	Es Rajolí / La Mola	Dragonera / Cap Andritxol	El Toro
Dragonera / Cap Andritxol	0,521087		
El Toro	0,000022	0,000008	
Malgrats	0,000009	0,000022	0,095423

Talles

Tant a El Toro com a Malgrats es va produir un augment de la talla mitjana de l'escorball (+10 i +8 cm, respectivament; Taula 3.61), i a més un creixement de les talles mínimes i màximes observades. Així, a la Figura 3.47 es pot apreciar com a ambdues reserves es passa de distribucions de talles disperses i/o multimodals a distribucions que progressivament tendeixen a una normalitat i amb modes majors. En la comparació entre els dos períodes, les dues reserves mostraren un creixement significatiu de les talles de 5,7 cm a El Toro i de 3,8 cm a Malgrats. També es va observar diferència les talles entre el control de Es Rajolí i el de La Mola.

Quant a les distribucions de talles corresponents a 2020, les úniques diferències es produïren entre El Toro i Malgrats i La Mola, amb talles majors a la primera zona (Taula 3.63). L'absència d'escorbals al Cap Andritxol impedí la comparació d'aquesta zona amb les altres.

Taula 3.61. Talles (cm) d' *S. umbra* enregistrades als censos realitzats a les zones profundes mostrejades durant els 7 anys. S'indica el nombre d'individus (N), la talla mitjana ($\pm$ DE; desviació estàndard) i el rang de talles.

		N	LT mitjana	DE	Rang
El Toro	2005	29	31,4	6,2	22-46
	2006	22	35,9	7,6	24-48
	2009	55	37,5	5,0	22-46
	2011	47	35,4	5,1	22-44
	2016	56	37,7	4,7	24-48
	2018	85	43,2	3,7	32-52
	2020	97	41,5	5,6	30-60
Malgrats	2005	42	29,2	4,8	18-42
	2006	18	35,7	8,4	26-52
	2009	37	34,8	6,5	26-50
	2011	39	38,8	7,7	22-50
	2016	25	34,9	3,7	28-43
	2018	83	39,6	6,8	20-48
	2020	70	37,4	6,1	26-52
Es Rajolí	2005	10	26	3,0	22-30
	2006	1	28		28
	2009	0			
	2011	0			
	2016	0			
La Mola	2018	0			
	2020	15	34,1		28-44
Dragonera	2005	5	27,2	4,9	25-36
	2006	0			
	2009	0			
	2011	0			
Cap Andritxol	2016	0			
	2018	0			
	2020	0			

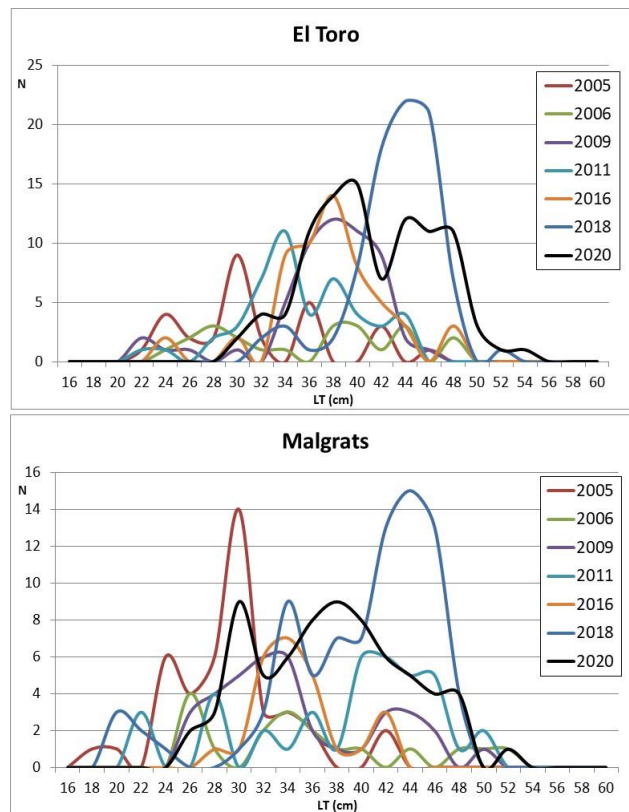


Figura 3.47. Distribució de talles (LT; cm) de *S. umbra* a les zones profundes mostrejades entre els anys 2005 i 2020.

Taula 3.62. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *S. umbra* en els dos períodes considerats (I: 2005, 2006, 2009 i 2011; II: 2016, 2018 i 2020) dins cadascuna de les zones estudiades. S'indiquen en vermell les diferències significatives. TL-P1 i TL-P2 indiquen la talla mitjana (cm) a cada període.

Zona	p	TL-P1	TL-P2
El Toro	$p < 0.001$	35,5	41,2
Malgrats	$p < 0.001$	34,3	38,1
Es Rajolí / La Mola	$p < 0.01$	26,2	34,1
Dragonera / Cap Andritxol		27,2	

Taula 3.63. Test de Kolmogorov-Smirnov per a la distribució de talles de *S. umbra* el 2020. S'indiquen en vermell les diferències significatives entre els parells de mostres comparades. d.i.: dades insuficients.

	Malgrats	La Mola	Cap Andritxol
El Toro	$p < 0.025$	$p < 0.005$	d.i
Malgrats		$p > 0.10$	d.i
La Mola			d.i

Biomassa

La tendència seguida per la biomassa de *S. umbra* a les dues reserves és la mateixa que l'observada per a la densitat. Existeix un creixement no continu però sí sempre per sobre dels valors inicials, que el 2020 assoliren els 14 kg/250 m² a El Toro i els 9 kg/250 m² a Malgrats (Figura 3.48). Aquests resultats suposaren un increment per un factor x6 en el cas de El Toro i gairebé x4 a Malgrats. A les zones control hi hagué una absència d'escorbals a la majoria de mostrejos. L'únic valor destacable va ser l'observat a La Mola el 2020 (1,4 kg/250 m²), que contrasta amb el zero enregistrat dos anys abans.

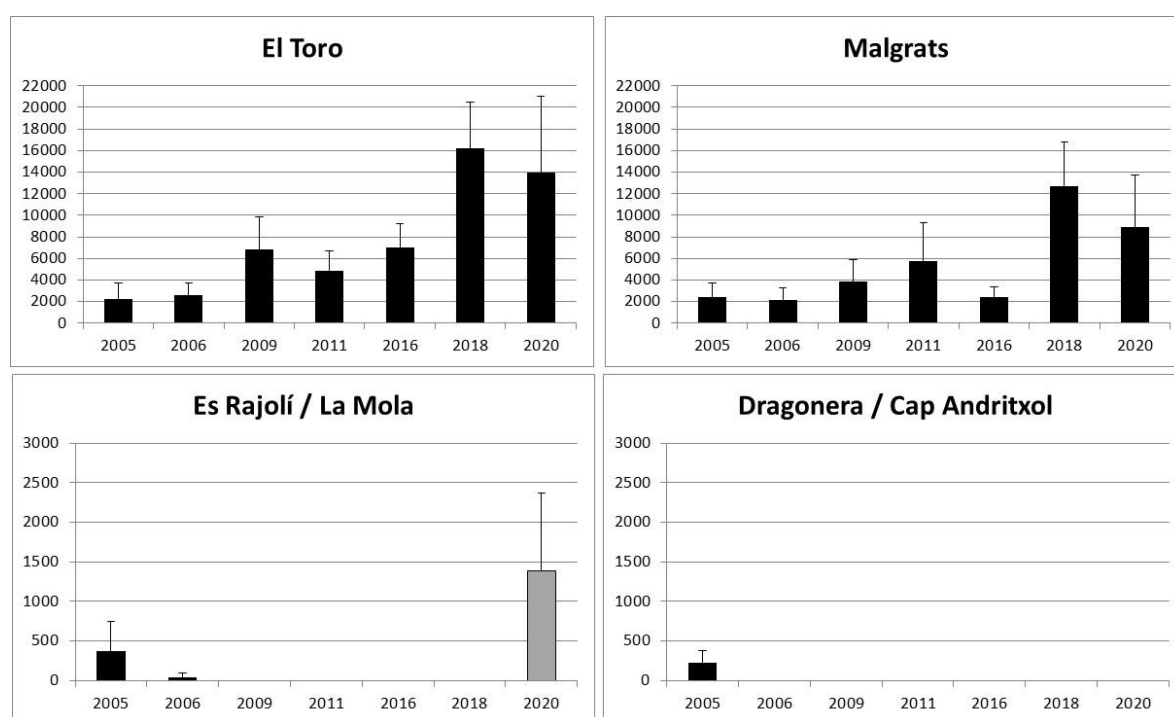


Figura 3.48. Valors de biomassa (g/250 m²; mitjana ± EE) de *S. umbra* a les zones profundes mostrejades entre 2005 i 2020. Noti's la diferència d'escala entre les reserves i les zones control.

Tot i l'evident increment de biomassa de *S. umbra* a les reserves, l'anàlisi de la variància no detectà un efecte de la protecció (interacció del temps i la zona), i les úniques diferències indicades foren entre zones (Taula 3.64), amb El Toro presentant, en general, una major biomassa que totes les altres zones, i també Malgrats situant-se per sobre dels controls (Taula 3.65).

Taula 3.64. Anàlisi de la variància de la biomassa de *S. umbra* entre les 7 campanyes (TEMPS) i la zona. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F: test d'F, p =nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	426,6261	1	426,6261	320,9612	0,000000
Temps	11,0745	6	1,8458	1,3886	0,223717
Zona	311,8061	3	103,9354	78,1931	0,000000
Temps * Zona	25,2375	18	1,4021	1,0548	0,404788
Error	176,7855	133	1,3292		

Taula 3.65. Test de Newman-Keuls per a la biomassa de *S. umbra* entre les zones estudiades.

	Es Rajolí / La Mola	Dragonera / Cap Andritxol	El Toro
Dragonera / Cap Andritxol	0,406077		
El Toro	0,000022	0,000008	
Malgrats	0,000009	0,000022	0,039120

4. CONCLUSIONS

1.- Els resultats presentats en aquest informe abasten una sèrie històrica de 16 anys (de 2005 a 2020) des de la creació de les reserves marines de l'illa del Toro i de les illes Malgrats, en la qual s'han analitzat 6 campanyes de l'estrat superficial (5-15 m de profunditat) i 7 de l'estrat profund (20-25 m). Aquests resultats mostren una evolució positiva del principal indicador de l'efecte de la protecció, com n'és la biomassa total d'espècies vulnerables (Bt), als dos estrats, la qual cosa recolza l'èxit de la protecció. Però és interessant assenyalar que, juntament amb els increments des de la creació de les reserves, la Bt ha experimentat una estabilització durant els darrers anys. Depenent de la reserva i de l'estrat, aquesta estabilització es dona a partir de 2016 o 2018. Aquest equilibri és dinàmic, i s'observen certes oscil·lacions dels valors de Bt. En aquest sentit, ja es varen detectar situacions d'una falsa estabilització a ambdues reserves amb anterioritat. Per exemple, a El Toro s'observaren valors de Bt molt semblants (ca. 9,5 kg/250 m²) entre les dues campanyes consecutives de 2009 i 2016 a l'estrat superficial. També, a Malgrats s'enregistraren valors semblants a l'estrat profund entre 2006 i 2016 (interval: 12 - 15 kg/250 m²). Aquest fenomen ja va ser assenyalat a l'informe anterior (Morey *et al.* 2018a) en referència a Malgrats, comparant l'aparent estabilització observada el 2018 (que hom podria associar a la capacitat de càrrega, *k*) amb la situació experimentada per la reserva marina dels Freus d'Eivissa i Formentera, on després d'haver-se identificat la *k* al cap de cinc anys de protecció, es comprovà que després d'aquella fase d'estabilitat la Bt continuà augmentant (Coll *et al.* 2016). En aquesta línia, Garcia-Rubies *et al.* (2013) mostraren, amb l'exemple de les Illes Medes, que la recuperació de les poblacions de peixos a àrees considerades com a *hotspots* fins a assolir la seva capacitat de càrrega pot tardar fins a 25 o 30 anys des de la seva protecció. Per tant, aquests resultats incideixen en la necessitat de perllongar la sèrie per determinar el moment en què es pugui assolir la *k* a ambdues reserves, i quins són els seus valors.

2.- El 2020, el valor de Bt a l'estrat superficial va ser de 16,8 kg/250 m² a El Toro i de 7,8 kg/250 m² a Malgrats, quadruplicant en ambdós casos la Bt de 2005. La biomassa total d'espècies vulnerables va ser més elevada a l'estrat profund, triplicant els valors de l'estrat superficial. A l'estrat profund, El Toro assolí els 48 kg/250 m² (x7 respecte a 2005), i Malgrats presentà 24 kg/250 m² (x4 respecte a 2005).

3.- Ja de partida, la majoria d'indicadors analitzats presentaven valors més alts a les dues reserves que als controls. Hi ha una excepció notable, que és l'anfós *Epinephelus marginatus*. El 2005, a l'estrat superficial de El Toro presentà una densitat mitjana de 0,26 individus/250 m², la meitat que a Malgrats (0,6 individus/250 m²) i semblant a la de

Es Rajolí (0,3 individus/250 m²). Quant a la biomassa, s'enregistraren 127 g/250 m² a El Toro, 300 g/250 m² a Malgrats i 127 g/250 m² a Es Rajolí. L'efecte reserva sobre aquesta espècie ha estat molt evident a El Toro, on s'ha multiplicat la seva biomassa per un factor x52, mentre que a Malgrats només es quadruplicà entre 2005 i 2020. Dins l'estrat profund, la biomassa inicial d'anfós ja era superior dins les reserves en comparació a les zones control; però, igualment, l'efecte de la protecció ha estat evident, incrementant-se per un factor x32 a El Toro i x26 a Malgrats. Com s'ha indicat abans, la biomassa total d'espècies vulnerables és l'indicador que se sol emprar més habitualment per avaluar els efectes de la protecció (*efecte reserva*). En repassar els resultats de les campanyes anteriors dutes a terme a les reserves de El Toro i les Malgrats, es pot veure que la Bt indica com s'anava detectant aquest efecte reserva (e.g. Morey *et al.* 2016, 2018a). Però, a més, l'espècie que, de forma generalitzada, marcava aquesta tendència, era *E. marginatus*. I de fet, el 2020 va ser l'única que va respondre de manera estadísticament significativa a la protecció.

4.- No obstant això, queda clar que aquests increments de densitat i biomassa de l'anfós, així com de la Bt, tenen una forta variabilitat entre llocs dins una mateixa reserva. Reiterant el que ja es va dir a l'informe anterior (Morey *et al.* 2018a), s'ha descrit per a altres reserves marines de les Illes Balears (e.g. Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera – Coll *et al.*, 2018-, Reserva Marina del Nord de Menorca – Coll *et al.*, 2017) i arreu del món (Edgar *et al.*, 2014) que existeix una notable heterogeneïtat espacial en la distribució dels peixos, de manera que dins una mateixa reserva poden donar-se diferències notables entre llocs de mostreig. Això és molt clar a la reserva de El Toro, on l'illa presenta una biomassa total ($36,7 \pm 7,5$ kg/250 m²) que supera per un factor de x5 i de x6 als llocs de es Clot des Moro i Refeubeig, respectivament. Amb aquests valors, l'illa del Toro es manifesta com el lloc amb major biomassa d'entre tots els estudiats a les Illes Balears. Per la seva banda, Refeubeig ($6,1 \pm 1,1$ kg/250 m²) i es Clot des Moro ($7,5 \pm 1,9$ kg/250 m²) se situen per sobre del nivell de referència dels 5 kg/250 m² que determina, de forma genèrica, el llindar que defineix el bon estat de les comunitats íctiques a les Illes Balears. Com s'ha comentat abans, la biomassa enregistrada a Malgrats és menor que a El Toro, i només un dels seus llocs, l'illa des Conills ($14,7 \pm 4,3$ kg/250 m²), sobrepassa el llindar esmentat.

5.- Aquesta variabilitat entre llocs, en el cas de la reserva de El Toro, té un efecte en la comparació entre els dos estrats. Al punt 2 s'ha dit que la biomassa de l'estrat profund triplica la del superficial. Cal tenir en compte que, a El Toro, els censos profunds es duen a terme a l'illa. En comparar la biomassa mitjana obtinguda a aquests censos profunds (48 kg/250 m²) amb la dels censos superficials a aquest lloc (37 kg/250 m²), les diferències són menors (x1,3).

6.- La distribució de la biomassa per espècies va presentar resultats semblants als observats els anys anteriors. A El Toro es partia d'una situació amb dues espècies dominants, el sard *D. sargus* i la variada *D. vulgaris*, que el 2005 suposaren el 90% de la biomassa a l'estrat superficial. A partir de 2016 s'observà un canvi en la composició de la comunitat en termes de biomassa, i al 2020 les espècies dominants foren l'anfós i l'escorball, suposant-ne el 40% i el 24 %, respectivament. A Malgrats hi continua havent una dominància del sard i la variada, mentre que l'anfós i l'escorball han incrementat la seva contribució fins el 30%. Quant a l'estrat profund, a ambdues reserves s'hi observa una importància de l'escorball ja des de l'inici de l'estudi. El sard i la variada varen anar perdent rellevància a El Toro, mentre que l'anfós va passar a ser l'espècie dominant (producte de l'increment de la seva abundància i de les talles), suposant el 56% de la biomassa l'any 2020, tot i que en anys anteriors encara va ser major. A l'estrat profund de Malgrats, fins el 2011, les tres espècies més importants eren el sard, la variada i l'escorball. A partir de 2016, l'anfós va incrementar la seva contribució en detriment dels dos *Diplodus*, arribant a ser l'espècie dominant el 2020 (46%), per sobre de l'escorball (38%). Aquesta situació contrasta clarament amb l'observada a totes les zones control a ambdós estrats, on les espècies que més contribueixen a la Bt són els espàrids esmentats.

7.- Tot i aquesta reducció en la contribució al conjunt de la biomassa total, el sard i la variada no experimentaren una minva al llarg de la sèrie analitzada, i fins i tot n'augmentaren els valors malgrat no fossin estadísticament significatius. Per a la resta d'espècies no analitzades, i precisament per les baixes densitats que impedeixen avaluar-les, és difícil definir tendències, però tampoc es va apreciar una reducció de les seves abundàncies.

8.- Tal com assenyalen Rojo *et al.* (2021), la resposta dels diferents grups tròfics de la comunitat íctica a la protecció pot dependre de varis factors, que inclouen processos *top-down* (situacions on s'incrementa la densitat i/o la biomassa dels peixos piscívors i macroinvertívors, mentre que altres grups mostren estabilitat o disminueixen) o canvis en el comportament associats al risc de depredació. Però s'ha de tenir en compte que aquest canvis poden ser dependents de la composició de la comunitat i ser específics de cada lloc. Aquestes consideracions convergeixen en la hipòtesi que a llocs productius de l'ecosistema costaner, allà on habitualment s'estableixen les AMPs, la comunitat íctica s'estructura en forma de piràmide invertida gràcies a un elevat flux d'energia canalitzat a través d'espècies planctòfagues. Aquesta situació la podem aplicar a la inversa a algunes reserves marines de les Illes Balears, com la de la Badia de Palma, la del Migjorn de Mallorca i la del Nord de Menorca, on a més de limitacions d'hàbitat és probable que les condicions oceanogràfiques hi actuïn com a factor limitant de la biomassa. Com

assenyalàvem en aquest mateix paràgraf, els canvis en les comunitats com a producte de la protecció poden produir-se a escales espacials petites, i d'això en tenim exemples a les reserves marines de El Toro i de Sa Dragonera, on zones exposades i amb pendent han mostrat una recuperació notable que no s'ha observat, al manco amb la mateixa magnitud, a altres zones dins les mateixes reserves.

9.- Rojo *et al.* (2021) indiquen, en comparar una reserva marina (Cabo de Palos) amb una zona oberta a la pesca (Cabo Cope), que allà on l'abundància i la biomassa de grups d'elevat nivell tròfic és molt baixa, l'abundància i la biomassa de grups de nivell tròfic baix pot ésser major que a dins les reserves. És interessant assenyalar que aquest patró no s'observa a l'estrat superficial del nostre estudi, però sí (al manco parcialment) al profund. A l'estrat superficial, les quatre espècies analitzades varen presentar major biomassa a les reserves. En canvi, al profund, la biomassa de *D. sargus* i *D. vulgaris* (espècies de menor nivell tròfic que *E. marginatus* i *S. umbra*) va ser major a La Mola, mentre que el Cap Andritxol es va situar en tercer lloc superant a Malgrats (pel que fa a biomassa de *D. sargus*) i a El Toro (en el cas de *D. vulgaris*). S'han proposat diverses causes per explicar aquest fenomen (Rojo *et al.* 2021, i cites incloses), com són mecanismes directes com la predació, o indirectes com són els canvis en el comportament de les preses induïts per una major abundància de predadors. En el cas de El Toro i Malgrats, i pel que fa a les espècies esmentades, no sembla probable que la causa siguin les relacions predador-presa causades per l'espècie dominant, l'anfós, atès que ni el sard ni la variada han estat identificats com a preses (al manco habituals) d'*E. marginatus* (Reñones *et al.* 2002). L'efecte que puguin exercir altres espècies piscívores com *Dentex dentex*, *Seriola dumerili* o *Sphyræna viridensis* és difícil de calibrar en absència d'estudis de la seva dieta, tot i que es presumeix que aquestes espècies puguin depredar, a més de sobre petits pelàgics, sobre altres com la variada. La freqüència d'aquests predadors a ambdues reserves (sobretot a El Toro) fa que no es pugui descartar la seva influència en com s'estructura la comunitat íctica. Entrant dins el terreny de l'especulació, potser les diferències siguin degudes a una combinació de factors, com són la competència per l'espai i l'aliment d'una banda, i la pressió pesquera de l'altra. Així, a zones obertes a la pesca (principalment la pesca submarina), les espècies objectiu sofreixen un desplaçament en profunditat cercant refugi. *D. sargus* i *D. vulgaris* esdevindrien més abundants a l'estrat profund, on la competència amb l'anfós i l'escorball és menor que a àrees protegides perquè els pescadors submarins centren l'atenció en aquestes dues darreres espècies per sobre dels *Diplodus*. En canvi, a les reserves marines, on no hi ha pesca submarina, el sard i la variada són més abundants a l'estrat superficial, on eviten la competència amb l'anfós i l'escorball.

10.- Com s'ha comentat abans, l'anfós *Epinephelus marginatus* és l'espècie que més influeix en els resultats generals d'ambdues reserves, havent mostrat increments significatius en la densitat i la biomassa en els dos estrats, tot i que s'aprecien algunes diferències. A l'estrat superficial de El Toro sembla establir-se la densitat de l'anfós, mentre que la biomassa continua augmentant per un efecte de l'augment de les talles. L'estrat profund, amb oscil·lacions, suggereix una estabilització tant de la densitat com de la biomassa. A Malgrats es recupera la densitat de l'anfós a l'estrat superficial, i la biomassa augmenta a conseqüència de l'evolució en les talles, mentre que a l'estrat profund augmenten els tres indicadors (densitat, talles i biomassa) de forma clara. A l'estrat superficial, l'efecte dels llocs de mostreig va ser molt clar. En el cas de El Toro és l'illa la que marca la tendència; i a Malgrats s'observà un increment notable de la biomassa l'any 2020 associat a l'illa des Conills. A més, és important assenyalar l'evolució de les talles de l'espècie. A El Toro i Malgrats es va produir un increment clar, assolint progressivament unes talles mitjanes majors juntament amb l'augment de les talles màximes observades. En general, l'anfós presentà talles majors a El Toro que a Malgrats. A les zones control s'hi varen enregistrar molts pocs exemplars que arribassin a la talla mínima legal de captura (45 cm LT). En el context de les reserves marines de les Balears, la biomassa d'anfós de El Toro destaca per sobre de les altres. A l'estrat superficial, els 7 kg/250 m² de El Toro superen àmpliament els 2,2 kg/250 m² del Cap Llebeig de Dragonera, els 2 kg/250 m² del Faralló de Cala Gat (Reserva Marina del Llevant de Mallorca-Cala Rajada) i de la reserva integral dels Freus, i els 1,5 kg/250 m² de Malgrats (Coll *et al.* 2018, 2020; Morey *et al.* 2018b). Pel que fa a l'estrat profund, El Toro també presenta valors notablement més alts (27 kg/250 m²) que la resta (e.g. 11 kg/250 m² a Malgrats, 8,6 kg/250 m² al Cap Llebeig de Dragonera, o 2,6 kg/250 m² a la reserva integral dels Freus). Cal tenir en compte, però, l'efecte dels anys de protecció; els resultats de Sa Dragonera corresponen a la campanya de 2020, realitzada menys de 4 anys després de la seva declaració. En aquest temps, la biomassa d'anfós ha assolit valors semblants als de El Toro al cap de 4 anys de protecció.

11.- Quant a l'escorball *Sciaena umbra*, el 2020 es va produir un retrocés en la densitat i la biomassa a l'estrat superficial de El Toro que va interrompre la tendència observada fins 2018 (també condicionada pel l'evolució a l'illa del Toro), mentre que a Malgrats els valors foren molt més estables. Les talles s'incrementaren significativament a les dues reserves, amb un augment de la proporció d'individus per sobre de la talla mínima de captura (30 cm). La densitat i la biomassa d'escorballs foren superiors a l'estrat profund. I malgrat que existí un evident increment en la densitat i la biomassa, aquestes diferències no foren prou significatives per determinar l'efecte reserva a l'estrat profund. No obstant això, cal deixar constància que la densitat i la biomassa de l'escorball són molt superiors a les reserves de El Toro i Malgrats en comparació a les zones control estudiades.

12.- L'evolució d'aquests indicadors posa de manifest l'eficàcia de les mesures de gestió. Tot i que n'hi ha alguns que no mostren una significància estadística que indiqui que les reserves han millorat més que no els controls (cas de la riquesa específica), el paràmetre que generalment és tengut més en compte per avaluar l'efecte de la protecció, com és la biomassa total d'espècies vulnerables, sí ha mostrat una evolució positiva a les zones protegides, tant a l'estrat superficial com al profund. Aquest efecte s'ha vengut manifestant en anteriors campanyes (Morey *et al.* 2016, 2018a) i vé determinat per les tendències mostrades per l'anfós *E. marginatus* i, en menor mesura, per l'escorball *S. umbra*. Com s'ha esmentat al punt 7, el sard i la variada també mostraren, en general, un augment, encara que no fos significatiu. La freqüència d'aparició de la resta d'espècies va ser baixa, impedingint dur a terme anàlisis de les seves tendències. Tot i que és difícil sintetitzar en aquest apartat el comportament de cada espècie a cada reserva i estrat (els valors es poden consultar a les respectives taules d'abundància i biomassa d'aquest informe), en general es percep un increment (més bé lleuger) o una estabilitat en la biomassa d'espècies com l'anfós llis *Epinephelus costae*, el tord massot *Labrus merula*, el tord grívia *Labrus viridis*, la morena *Muraena helena*, la mòllera *Phycis phycis* o el caproig *Scorpaena scrofa*. Així, la contribució d'aquest conjunt d'espècies a l'augment de la biomassa total pot ser qualificat de discret.

13.- Les variacions en la densitat i/o la biomassa de les espècies que no segueixen cap tendència clara possiblement estan associades més a processos estocàstics que no a l'efecte de la protecció en sentit estricte. Per exemple, el comportament d'agregació o distribució de contagi, com el cas de *D. vulgaris*, o en menor mesura *D. sargus*, fan que l'entrada d'una mola a un o varis transsectes pugui resultar en valors mitjans molt variables. Certes condicions meteorològiques o d'estat de la mar poden provocar "entrades de peix". Algunes agregacions (i.e. l'observada a un transsecte profund de El Toro en el qual es varen censar 16 anfossos i que resultà en 200 kg/250 m², i que es va decidir no tenir en compte per considerar-la un valor atípic) poden respondre a la presència d'aliment o a comportament reproductiu. També la profunditat a la qual es troba la termoclina condiciona la distribució dels peixos, podent provocant variacions en els censos d'un any a l'altre.

14.- A la variabilitat natural sobre els indicadors estudiats cal afegir-hi la variabilitat causada pel mètode de mostreig. Tots els censos visuals en immersió realitzats per al seguiment dels peixos a les reserves marines de Balears s'han realitzat sobre transsectes de 50 m de llarg per 5 d'amplada (250 m²). Aquest mètode, centrat en el nostre cas en un grup discret d'espècies, permet optimitzar l'esforç de mostreig. No obstant això, s'ha demostrat que per a algunes espècies (tal com diuen Irigoyen *et al.* 2018, aquelles que són d'interès comercial, carismàtiques, de talla mitjana i grossa, nectobentòniques de

fons rocosos i que normalment es troben en grup o en densitats baixes però són bones de detectar; els grans serrànids dels gèneres *Epinephelus* i *Mycteroperca* en serien els exemples més evidents), el fet d'incrementar l'àrea de mostreig permet reduir la variabilitat de les estimacions de la seva densitat i, en conseqüència, de la seva biomassa, així com incrementar les estimacions de la riquesa d'espècies. Per resoldre aquests problemes, Irigoyen *et al.* (2018) proposen mètodes alternatius que són factibles de dur a terme, però que en el cas del seguiment de les reserves marines de Balears suposarien variar el mostreig (amb el conseqüent increment d'esforç de la feina de camp i la necessitat d'eines per comparar els resultats obtinguts amb un i altre mètode) i un encariment dels estudis. En qualsevol cas, si l'objectiu de l'estudi és avaluar l'efecte reserva comparant distints nivells de protecció, es pot fer servir qualsevol dels mètodes (transsectes clàssics de 50x5 m o transsectes aleatoris georeferenciats d'amplada fins a 40 m), tot i que els transsectes clàssics poden produir variabilitats elevades que impedeixin detectar les diferències entre els nivells de protecció (Rojo *et al.* 2021b).

15.- A més de les restriccions derivades de la mida dels transsectes també n'existeixen lligades a l'esforç de mostreig, com és el cas de l'estrat profund on els sis transsectes de cada lloc es duen a terme en un sol dia. La replicació diària permetria esmorteir la variabilitat dels censos, però com s'ha dit implicaria un encariment de la feina. Un altre factor a tenir en compte són els estrats de fondària en què es realitzen els censos. La metodologia clàssica estableix dos estrats (5-15 m i 20-25 m) l'interval dels quals és d'una amplada inferior a l'abast dels moviments de la gran majoria d'espècies amb què es treballa. A més, depenent de l'època i/o l'any, es pot trobar la termoclina a un o altre estrat, la qual cosa condiciona la distribució dels peixos en fondària, així com el seu comportament, afectant els resultats dels censos (variabilitat entre anys).

16.- S'han comparat els valors de la biomassa total de peixos obtinguts el 2020 a El Toro i Malgrats amb els d'altres AMPs de la Mediterrània en base a la literatura científica accessible. Per a això, i donat que els diversos autors consultats presentaven valors de la biomassa total de la comunitat íctica, s'han incrementat els valors de les nostres mostres (preses sobre un grup selecte d'espècies) un 40%, en funció de comparatives anteriors (Coll *et al.* 2013). Els resultats són de 23 kg/250 m² a El Toro i 11 kg/250 m² a Malgrats. A la Figura 4.1 es mostren els valors de biomassa que s'han pogut obtenir per a altres AMPs (García-Charton *et al.* 2004; Sayhoun *et al.* 2012; Guidetti *et al.* 2014; Rojo *et al.* 2021). Tal com assenyalen Rojo *et al.* (2021), la reserva marina de Cabo de Palos-Islas Hormigas mostra valors desproporcionadament superiors als de la resta d'AMPs del Mediterrani, la qual cosa suggereix l'existència de factors locals com l'estructura de l'hàbitat i processos oceanogràfics associats que en poden ser responsables. A més,

indiquen que potser que no s'hagi assolit encara la capacitat de càrrega, tot i que la reserva s'està aproximant als 25-30 anys indicats per Garcia-Rubies *et al.* (2013). En el context de les AMPs amb què s'han pogut comparar, hom pot pensar que les reserves de El Toro, especialment, i també Malgrats es troben en una bona situació atès que la resta les superen en temps de protecció. A més, i en relació amb els factors assenyalats per Rojo *et al.* (2021), és interessant incidir en les diferències a nivell de lloc de mostreig. Com s'ha dit, dins la reserva marina de El Toro és l'illa la que presenta valors més alts i marca la tendència de l'evolució de la reserva. Així, la biomassa total de la tota comunitat íctica (una vegada afegit el 40% esmentat) a l'illa del Toro se situa en 52 kg/250 m². Tenint en compte que només disposam de les dades del conjunt de cada una de les AMPs esmentades a la Figura 4.1, i que per tant obviam les diferències entre llocs de mostreig que puguin existir, l'illa del Toro es confirma com un *hotspot* a la Mediterrània. Pel que fa a la resta de les Balears, l'illa del Toro només és superada per Na Foradada (Parc Nacional de Cabrera, amb 57,4 kg/250 m²; Coll 2020), i presenta valors més alts que els d'altres llocs que compten amb més temps de protecció com per exemple L'Imperial, el Cap de sa Carabassa o l'illa de ses Rates al propi Parc Nacional de Cabrera (Coll 2020) o s'Espardell a la reserva marina dels Freus d'Eivissa i Formentera (Coll *et al.* 2018).

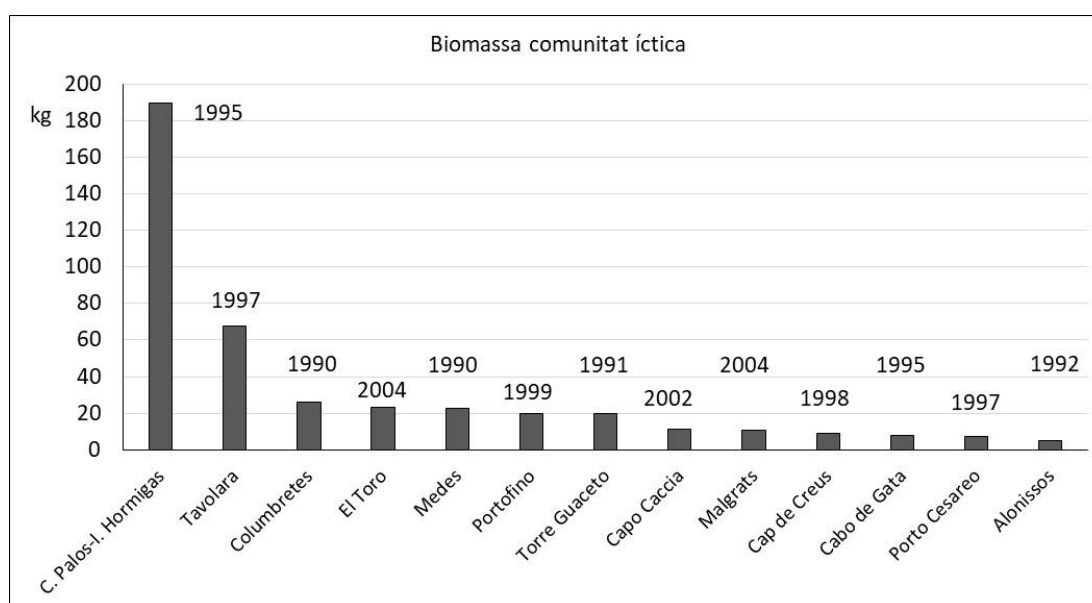


Figura 4.1. Biomassa mitjana (kg/250 m²) entre 0 i 15 m de profunditat a àrees marines protegides de la Mediterrània. Els valors sobre les barres indiquen l'any de creació de cada AMP.

5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- BALLESTEROS, E., GARCIA-RUBIES, A., CEBRIÁN, E., i COLL, J. 2003. Estudi sobre la cartografia, biodiversitat i efecte reserva en tres reserves de les Illes Balears. Informe tècnic del CEAB-CSIC. Blanes.
- 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., G. J. S. CRAIK, D. A. POLLARD i B. C. RUSSELL. 1985. Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*, 4: 41-44.
- COLL, J. 2020. Seguiment de les comunitats marines d'Espais Naturals Protegits de les Illes Balears. Cens de poblacions de peixos (PN Cabrera). Informe tècnic per a la Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat del Govern de les Illes Balears. Tragsatec. Novembre de 2020. 109 pàg + Annex 12 pàg-A3.
- COLL, J., GARCIA-RUBIES, A., MORANTA, J., STEFANNI, S. I MORALES-NIN, B. 1999. Efectes de la prohibició de la pesca esportiva sobre l'estructura poblacional de l'anfós (*Epinephelus marginatus* Lowe, 1834. Pisces, Serranidae) en el Parc Nacional de Cabrera. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 125-138.
- COLL, J., GARCIA-RUBIES, A., MOREY, G., REÑONES, O., ÁLVAREZ-BERASTEGUI, D., NAVARRO, O. i GRAU, A.M. 2013. Using no-take marine reserves as a tool for evaluating rocky-reef fish resources in the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 70(3): 578-590.
- COLL, J., MOREY, G. i NAVARRO, O. 2016. La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2016. Informe tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí- Govern de les Illes Balears-Tragsatec. 78 pàgines.
- COLL, J., MOREY, G., NAVARRO, O i VERGER, F. 2017. La Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2017. Informe tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí- Govern de les Illes Balears-Tragsatec. 51 pàgines.
- COLL, J., MOREY, G., NAVARRO, O. i MUCIENTES, G. 2018. La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2018. Informe tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí- Govern de les Illes Balears-Tragsatec. 58 pàgines.
- COLL, J., MOREY, G., NAVARRO, O., VERGER, F. i POZO, M. 2020. La reserva Marina del Freu de Sa Dragonera. Seguimiento de los peces de fondos rocosos vulnerables a la

- pesca. Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 68 pàgines.
- EDGAR, G.J., STUART-SMITH, R.D., WILLIS, T.J. KININMONTH, S., BAKER, S.C. et al. 2014. Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature* 596. doi: 10.1038/nature13022.
- FRANCOUR, P. 1991a. Ichtyofaune de la reserve naturelle de Scandola (Corse Méditerranée nord-occidentale). Influence spatiale et temporelle de l'effect de réserve. *Trav.Sci.parc nat.reg.nat. Corse Fr*, 31: 1-33.
- FRANCOUR, P. 1991b. The effect of protection level on a coastal fish community at Scandola, Corsica. *Rev. Ecol (Terre Vie)*, 46: 65-81.
- GARCÍA-CHARTON, J.A., PÉREZ-RUZAFÀ, A., SÁNCHEZ-JEREZ, P., BAYLE-SEMPERE, J-T., REÑONES, O. i MORENO, D. 2004. Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages. *Marine Biology* 144: 161-182.
- GARCIA-RUBIES, A. 1997. Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània Occidental: efectes de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.
- GARCIA-RUBIES, A. i ZABALA, M. 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. i J. COLL. 2004 a. Evolució de la ictiofauna litoral de la reserva dels Freus d'Eivissa i Formentera: 2000-2003. Informe Final. Centre d'Estudis Avançats de Blanes.
- GARCIA-RUBIES, A. i J. COLL. 2004 b. Evolució de la ictiofauna litoral de la reserva de s'Arenal-cap Regana: 2000-2003. Informe Final. Centre d'Estudis Avançats de Blanes.
- GARCIA-RUBIES, A., HEREU, B. i ZABALA, M. 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 assessment 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.

- GUIDETTI, P., BAIATA, P., BALLESTEROS, E., DI FRANCO, A., HEREU, B., MACPHERSON, E. et al. 2014. Large-scale assessment of Mediterranean marine protected areas effects on fish assemblages. *PLoS ONE* 2014 ; 9(4) :e91841.
- HARMELIN, J-G. 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de port Cros, France). *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 8: 263-284.
- HARMELIN, J-G., BACHET, F. i GARCIA, F. 1995. Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 16: 233-250.
- IRIGOYEN, A.J., ROJO, I., CALÒ, A., TROBBIANI, G., SÁNCHEZ-CARNERO, N. i GARCÍA-CHARTON, J.A. 2018. The "Tracked Roaming Transect" and distance sampling methods increase the efficiency of underwater visual censuses. *PLoS ONE*, 13(1), e0190990.
- JOUVENEL, J-Y i POLLARD, D.A. 2001. Some effects of marine reserve protection on the population structure of two spearfishing target-fish species, *Dicentrarchus labrax* (Moronidae) and *Sparus aurata* (Sparidae), in shallow inshore waters, along a rocky coast in the northwestern Mediterranean Sea. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 11: 1-9.
- LUCKHURST B.E. i LUCKHURST K. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology* 49: 317-323.
- McCLANAHAN, T.R., GRAHAM, N.A.J., CALNAN, J.M. i MacNEIL, M.A. 2007. Toward pristine biomass: reef fish recovery in coral reef marine protected areas in Kenya. *Ecological Applications* 17: 1055-1067.
- McCLANAHAN, T.R., GRAHAM, N.A.J., WILSON, S.K., LETOURNEUR, Y. i FISHER, R. 2009. Effects of fisheries closure size, age and history of compliance on coral reef fish communities in the western Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 396: 99-109.
- 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., COLL, J., NAVARRO, O. i VERGER, F. 2016. Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Juliol de 2016. Direcció General de Pesca i Medi Marí/ Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 125 pàgines.
- MOREY, G., COLL, J., NAVARRO, O. i VERGER, F. 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., COLL, J., NAVARRO, O. i VERGER, F. 2018b. 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.
- ORDINES F., MORANTA J., PALMER M., LERYCKE A., SUAUA A., MORALES-NIN B. i GRAU A.M. 2005. Variations in a shallow rocky reef fish community at different spatial scales in the western Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 304: 221-233.
- REÑONES, O., POLUNIN, N.V.C. i GOÑI, R. 2002. Size related dietary shifts of *Epinephelus marginatus* in a western Mediterranean litoral ecosystem: an isotope and stomach content analysis. *Journal of Fish Biology* 61: 122-137.
- REÑONES, O., PIÑEIRO, C., MAS, X. i GOÑI, R. 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., GRAU, A., MAS, X., RIERA, F. i SABORIDO-REY, F. 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.
- REVIRIEGO, B., MORANTA, J. i COLL, J. 1996. Cartografia bionòmica dels fons marins adjacents a les illes del Toro i d'es Malgrat (SW de Mallorca, Illes Balears). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 39: 187-203.
- ROJO, I., ANADÓN, J.D. i GARCÍA-CHARTON, J.A. 2021a. Exceptionally high but still growing predatory reef fish biomass after 23 years of protection in a Marine Protected Area. *PLoS ONE* 16(2): e0246335. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246335>
- ROJO, I. IRIGOYEN, A.J., CUADROS, A., CALÓ, A., PEREÑÍGUEZ, J.M., HERNÁNDEZ-ANDREU, R., FÉLIX-HACKRADT, F.C., CARREÑO, F., HACKRADT, C.W. i GARCÍA-CHARTON, J.A. 2021b. Detection of protection benefits for predatory fishes depends on census methodology. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2021:1-16.
- SALA, E., BALLESTEROS, E., DENDRINOS, P., DI FRANCO, A., FERRETTI, F., FOLEY, D., FRASCHETTI, S. et al. 2012. The structure of Mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. *PLoS ONE* 7(2): e32742. doi: 10.1371/journal.pone.0032742

- SAYHOUN, R., BUSSOTTI, R., DI FRANCO, A., NAVONE, A., PANZALIS P. I GUIDETTI, P. 2012. Protection effects on Mediterranean fish assemblages associated with different rocky habitats. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 2012: 1-11.
- 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.

ANNEX I

Densitat total

Taula 1. Anàlisi de la variància de la densitat d'espècies vulnerables entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de Refeubeig (Reserva Marina de l'illa del Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	133,8081	1	133,8081	2143,034	0,000000
Temps	0,7072	5	0,1414	2,265	0,062774
Error	2,9971	48	0,0624		

Taula 2. Anàlisi de la variància de la densitat d'espècies vulnerables entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de l'Illa del Toro (Reserva Marina de l'illa del Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	165,1554	1	165,1554	2073,879	0,000000
Temps	0,6086	5	0,1217	1,528	0,198751
Error	3,8225	48	0,0796		

Taula 3. Anàlisi de la variància de la densitat d'espècies vulnerables entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de es Clot des Moro (Reserva Marina de l'illa del Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	118,2822	1	118,2822	2304,721	0,000000
Temps	0,2333	5	0,0467	0,909	0,483125
Error	2,4634	48	0,0513		

Taula 4. Anàlisi de la variància de la densitat d'espècies vulnerables entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de Sa Vaca (Reserva Marina de les illes Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	94,20786	1	94,20786	2951,226	0,000000
Temps	0,29960	5	0,05992	1,877	0,115907
Error	1,53224	48	0,03192		

Taula 5. Anàlisi de la variància de la densitat d'espècies vulnerables entre les 6 campanyes (Temps), al lloc del Racó de s'Almadrava (Reserva Marina de les illes Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	112,9432	1	112,9432	2039,553	0,000000
Temps	0,8261	5	0,1652	2,984	0,020046
Error	2,6581	48	0,0554		

Taula 6. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de densitat d'espècies vulnerables entre els diferents any d'estudi al lloc del Racó de s'Almadrava (Reserva Marina de les illes Malgrats). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,284913				
2009	0,155682	0,428933			
2016	0,032369	0,254316	0,591372		
2018	0,023186	0,181827	0,424668	0,998472	
2020	0,132592	0,495845	0,735507	0,629347	0,362391

Taula 7. Anàlisi de la variància de la densitat d'espècies vulnerables entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de l'Illa des Conills (Reserva Marina de les illes Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	149,8024	1	149,8024	1985,031	0,000000
Temps	1,2828	5	0,2566	3,400	0,010408
Error	3,6224	48	0,0755		

Taula 8. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de densitat d'espècies vulnerables entre els diferents any d'estudi al lloc de l'Illa des Conills (Reserva Marina de les illes Malgrats). S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,313045				
2009	0,165808	0,009642			
2016	0,550823	0,490041	0,043301		
2018	0,344780	0,069152	0,377143	0,201530	
2020	0,825747	0,289800	0,178492	0,412850	0,473186

Biomassa total

Taula 9. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de Refeubeig (Reserva Marina de l'illa del Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1,895111E+09	1	1,895111E+09	61,455	0,000000
Temps	4,640864E+08	5	9,281727E+07	3,010	0,019230
Error	1,480190E+09	48	3,083730E+07		

Taula 10. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de l'Illa del Toro (Reserva Marina de l'illa del Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	2,111377E+10	1	2,111377E+10	123,548	0,000000
Temps	7,576803E+09	5	1,515361E+09	8,867	0,000005
Error	8,202964E+09	48	1,708951E+08		

Taula 11. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de biomassa total entre els diferents any d'estudi al lloc de l'illa del Toro. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,793137				
2009	0,673961	0,772067			
2016	0,276716	0,279047	0,265158		
2018	0,000866	0,000631	0,001522	0,012219	
2020	0,000547	0,000394	0,001143	0,014232	0,750241

Taula 12. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de es Clot des Moro (Reserva Marina de l'illa del Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1,079166E+09	1	1,079166E+09	68,855	0,000000
Temps	2,485804E+08	5	4,971608E+07	3,172	0,014884
Error	7,523101E+08	48	1,567313E+07		

Taula 13. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de Sa Vaca (Reserva Marina de les illes Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	293111597	1	293111597	131,218	0,000000
Temps	61836720	5	12367344	5,537	0,000419
Error	107221411	48	2233779		

Taula 14. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de biomassa total entre els diferents any d'estudi al lloc de Sa Vaca. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,305395				
2009	0,210220	0,828155			
2016	0,007767	0,111018	0,119504		
2018	0,043646	0,224622	0,324580	0,415559	
2020	0,000606	0,017715	0,015369	0,311347	0,166166

Taula 15. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre les 6 campanyes (Temps), al lloc del Racó de s'Almadrava (Reserva Marina de les illes Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1,173547E+09	1	1,173547E+09	150,034	0,000000
Temps	1,920118E+08	5	3,840237E+07	4,910	0,001043
Error	3,754505E+08	48	7,821885E+06		

Taula 16. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de biomassa total entre els diferents any d'estudi al lloc del Racó de s'Almadrava. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,241308				
2009	0,016987	0,148453			
2016	0,003752	0,056671	0,484767		
2018	0,002799	0,050596	0,627025	0,825949	
2020	0,043214	0,201474	0,545331	0,394748	0,425218

Taula 17. Anàlisi de la variància de la biomassa total entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de l'Illa des Conills (Reserva Marina de les illes Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	3,860343E+09	1	3,860343E+09	55,953	0,000000
Temps	1,203738E+09	5	2,407476E+08	3,489	0,009043
Error	3,311653E+09	48	6,899277E+07		

Taula 18. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de biomassa total entre els diferents any d'estudi al lloc de l'Illa del Conills. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,633827				
2009	0,985682	0,473428			
2016	0,063765	0,225528	0,048231		
2018	0,819460	0,557341	0,561796	0,120725	
2020	0,046642	0,101567	0,031988	0,996614	0,071377

***Diplodus sargus* - Densitat**

Taula 19. Anàlisi de la variància espacial de la densitat de *D. sargus* per a l'any 2005. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	71,694	1	71,694	698,220	0,000000
Zona	3,311	3	1,104	10,749	0,000003
Error	10,679	104	0,103		

Taula 20. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de densitat de *D. sargus* entre zones durant l'any 2005. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	El Toro	Malgrats	Es Rajolí
Malgrats	0,323794		
Es Rajolí	0,000224	0,001900	
Cala Egos	0,000181	0,001112	0,890550

Taula 21. Anàlisi de la variància espacial de la densitat de *D. sargus* per a l'any 2020. SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	70,528	1	70,528	709,413	0,000000
Zona	4,920	3	1,640	16,497	0,000000
Error	10,339	104	0,099		

Taula 22. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de densitat de *D. sargus* entre zones durant l'any 2020. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	El Toro	Malgrats	Es Rajolí
Malgrats	0,387845		
Es Rajolí	0,000105	0,000138	
Cala Egos	0,027609	0,007016	0,001296

Diplodus sargus - Biomassa

Taula 23. Anàlisi de la variància de la biomassa de *D. sargus* entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de Refeubeig (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	35212863	1	35212863	147,248	0,000000
Temps	2901631	5	580326	2,427	0,048573
Error	11478737	48	239140		

Taula 24. Anàlisi de la variància de la biomassa de *D. sargus* entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de l'Illa del Toro (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	439416122	1	439416122	69,171	0,000000
Temps	22678564	5	4535713	0,714	0,615964
Error	304923708	48	6352577		

Taula 25. Anàlisi de la variància de la biomassa de *D. sargus* entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de Es Clot des Moro (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	131009053	1	131009053	41,601	0,000000
Temps	26614298	5	5322860	1,690	0,155049
Error	151159076	48	3149147		

Taula 26. Anàlisi de la variància de la biomassa de *D. sargus* entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de Sa Vaca (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	109173417	1	109173417	69,333	0,000000
Temps	31601854	5	6320371	4,014	0,004015
Error	75582360	48	1574633		

Taula 27. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de biomassa de *D. sargus* entre anys a Sa Vaca. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,214514				
2009	0,419581	0,378675			
2016	0,062495	0,392264	0,196699		
2018	0,072472	0,596448	0,257406	0,912257	
2020	0,003472	0,127286	0,023861	0,361418	0,212024

Taula 28. Anàlisi de la variància de la biomassa de *D. sargus* entre les 6 campanyes (Temps), al lloc del Racó de s'Almadrava (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	214319289	1	214319289	55,041	0,000000
Temps	36356658	5	7271332	1,867	0,117682
Error	186902521	48	3893803		

Taula 29. Anàlisi de la variància de la biomassa de *D. sargus* entre les 6 campanyes (Temps), al lloc de l'Illa des Conills (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	178543768	1	178543768	88,258	0,000000
Temps	23970374	5	4794075	2,370	0,053174
Error	97102738	48	2022974		

***Epinephelus marginatus* - Densitat**

Taula 30. Anàlisi de la variància de la densitat d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Refeubeig (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1,105	1	1,105	27,850	0,000003
Temps	0,292	5	0,058	1,474	0,215889
Error	1,905	48	0,040		

Taula 31. Anàlisi de la variància de la densitat d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de l'Illa del Toro (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	6,778	1	6,778	86,324	0,000000
Temps	2,941	5	0,588	7,492	0,000029
Error	3,769	48	0,079		

Taula 32. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de densitat d'*E. marginatus* entre anys a l'illa del Toro. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	1,000000				
2009	0,141369	0,302040			
2016	0,002512	0,004685	0,044630		
2018	0,003537	0,005584	0,088425	0,922035	
2020	0,000794	0,001091	0,031921	0,715109	0,496945

Taula 33. Anàlisi de la variància de la densitat d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Es Clot des Moro (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	0,112	1	0,112	7,774	0,007573
Temps	0,105	5	0,021	1,455	0,222124
Error	0,692	48	0,014		

Taula 34. Anàlisi de la variància de la densitat d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Sa Vaca (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	0,386	1	0,386	15,006	0,000324
Temps	0,102	5	0,020	0,797	0,557582
Error	1,235	48	0,026		

Taula 35. Anàlisi de la variància de la densitat d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc del Racó de s'Almadrava (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	0,408	1	0,408	20,365	0,000041
Temps	0,128	5	0,026	1,279	0,288560
Error	0,961	48	0,020		

Taula 36. Anàlisi de la variància de la densitat d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de l'Illa des Conills (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1,239	1	1,239	44,021	0,000000
Temps	0,403	5	0,081	2,864	0,024215
Error	1,351	48	0,028		

Epinephelus marginatus - Biomassa

Taula 37. Anàlisi de la variància de la biomassa d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Refeubeig (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	34298590	1	34298590	12,420	0,000944
Temps	19323140	5	3864628	1,399	0,241409
Error	132556064	48	2761585		

Taula 38. Anàlisi de la variància de la biomassa d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de l'Illa del Toro (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	2,603898E+09	1	2,603898E+09	34,313	0,000000
Temps	2,186726E+09	5	4,373451E+08	5,763	0,000304
Error	3,642562E+09	48	7,588672E+07		

Taula 39. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de biomassa d'*E. marginatus* entre anys a l'illa del Toro. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,993108				
2009	0,273238	0,508265			
2016	0,202637	0,312643	0,533679		
2018	0,046953	0,069262	0,264077	0,345539	
2020	0,000686	0,000912	0,009937	0,027980	0,093864

Taula 40. Anàlisi de la variància de la biomassa d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Es Clot des Moro (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	996734	1	996734,3	5,426	0,024089
Temps	1363983	5	272796,7	1,485	0,212214
Error	8816694	48	183681,1		

Taula 41. Anàlisi de la variància de la biomassa d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Sa Vaca (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1371302	1	1371302	5,041	0,029395
Temps	580055	5	116011	0,426	0,827946
Error	13057165	48	272024		

Taula 42. Anàlisi de la variància de la biomassa d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc del Racó de s'Almadrava (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	7098059	1	7098059	10,143	0,002545
Temps	673135	5	134627	0,192	0,964024
Error	33590359	48	699799		

Taula 43. Anàlisi de la variància de la biomassa d'*E. marginatus* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de l'Illa des Conills (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	63360318	1	63360318	18,154	0,000095
Temps	87087647	5	17417529	4,990	0,000926
Error	167532067	48	3490251		

Taula 44. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de biomassa d'*E. marginatus* entre anys a l'illa des Conills. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,657128				
2009	0,998855	0,815778			
2016	0,799640	0,537024	0,964365		
2018	0,948850	0,759048	0,759928	0,942175	
2020	0,001725	0,004063	0,002705	0,001921	0,001555

Sciaena umbra - Densitat

Taula 45. Anàlisi de la variància de la densitat de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Refeubeig (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	405,630	1	405,630	13,126	0,000701
Temps	249,037	5	49,807	1,612	0,174983
Error	1483,333	48	30,903		

Taula 46. Anàlisi de la variància de la densitat de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de l'Illa del Toro (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; p = nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	4073,352	1	4073,352	33,748	0,000000
Temps	3446,093	5	689,219	5,710	0,000327
Error	5793,556	48	120,699		

Taula 47. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de densitat de *S. umbra* entre anys a l'illa del Toro. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,642336				
2009	0,814549	0,509318			
2016	0,212217	0,288870	0,201890		
2018	0,000597	0,003425	0,000811	0,032940	
2020	0,178521	0,374279	0,196271	0,781643	0,024921

Taula 48. Anàlisi de la variància de la densitat de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Es Clot des Moro (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d’F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	342,519	1	342,519	14,584	0,000385
Temps	134,148	5	26,830	1,142	0,351216
Error	1127,333	48	23,486		

Taula 49. Anàlisi de la variància de la densitat de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Sa Vaca (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d’F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	13,500	1	13,500	8,428	0,005568
Temps	2,611	5	0,522	0,326	0,894847
Error	76,889	48	1,602		

Taula 50. Anàlisi de la variància de la densitat de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc del Racó de s’Almadrava (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d’F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	8,963	1	8,962963	5,500000	0,023198
Temps	8,815	5	1,762963	1,081818	0,382409
Error	78,222	48	1,629630		

Taula 51. Anàlisi de la variància de la densitat de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de l’Illa des Conills (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d’F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	284,741	1	284,741	15,034	0,000321
Temps	28,148	5	5,630	0,297	0,912060
Error	909,111	48	18,940		

Sciaena umbra - Biomassa

Taula 52. Anàlisi de la variància de la biomassa de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Refeubeig (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	61711149	1	61711149	12,246	0,001017
Temps	40070699	5	8014140	1,590	0,180831
Error	241890093	48	5039377		

Taula 53. Anàlisi de la variància de la biomassa de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de l'Illa del Toro (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1,444158E+09	1	1,444158E+09	31,013	0,000001
Temps	1,528397E+09	5	3,056794E+08	6,564	0,000100
Error	2,235182E+09	48	4,656629E+07		

Taula 54. Test a posteriori (Newman-Keuls) per a les diferències de densitat de *S. umbra* entre anys a l'illa del Toro. S'indiquen en vermell les diferències significatives.

	2005	2007	2009	2016	2018
2007	0,838678				
2009	0,893425	0,668203			
2016	0,457817	0,365964	0,378125		
2018	0,000501	0,001079	0,000510	0,007585	
2020	0,059029	0,081559	0,053834	0,204511	0,066630

Taula 55. Anàlisi de la variància de la biomassa de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Es Clot des Moro (reserva marina de El Toro). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d'F; *p*= nivell de significància.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	70244390	1	70244390	11,312	0,001520
Temps	40372648	5	8074530	1,300	0,279582
Error	298060727	48	6209598		

Taula 56. Anàlisi de la variància de la biomassa de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de Sa Vaca (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d’F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	789395	1	789395,3	6,386	0,014851
Temps	788246	5	157649,3	1,275	0,290002
Error	5933396	48	123612,4		

Taula 57. Anàlisi de la variància de la biomassa de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc del Racó de s’Almadrava (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d’F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	846343	1	846343,5	3,919	0,053488
Temps	1350039	5	270007,9	1,250	0,300772
Error	10365546	48	215948,9		

Taula 58. Anàlisi de la variància de la biomassa de *S. umbra* entre les 6 campanyes (Any), al lloc de l’Illa des Conills (reserva marina de Malgrats). SQ: suma de quadrats, GL: graus de llibertat, MQ: mitjana quadràtica, F= test d’F; *p*= nivell de significàcia.

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	56464125	1	56464125	14,303	0,000431
Temps	32071102	5	6414220	1,625	0,171518
Error	189493082	48	3947773		