

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:  
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i Eva Marsinyach.

# Seguiment de poblacions de peixos vulnerables a la pesca en àrees marines protegides

1. Riquesa específica (nre. d'espècies/250 m<sup>2</sup>)

2. Biomassa total (kg/250 m<sup>2</sup>)

El monitoratge de les espècies de peixos vulnerables a la pesca dins les àrees marines protegides (AMP) promou tres beneficis principals:

- Proporciona una millor comprensió de les reserves marines, sobre com s'han de dissenyar i els beneficis ecològics i socioeconòmics que aporten.
- Amplia el coneixement sobre l'ecosistema marí, ja que els seguiments dels peixos evidencien com els afecten les activitats pesqueres humanes.
- Ajuda a implementar la gestió de les AMP.

La pràctica de diferents modalitats de pesca —tant la pesca professional o la pesca recreativa (canya, volantí, fluixa/curri i pesca submarina) com la pesca furtiva i il·legal— suposa la pressió més gran per a les comunitats íctiques de la zona litoral.<sup>1</sup> Aquesta pressió ha augmentat en les darreres dècades a causa d'un nombre creixent de pescadors recreatius que utilitzen tècniques cada vegada més sofisticades, com ara sondes GPS, posicionadors estàtics, programes de cartografia, etc. Un possible resultat d'aquesta pressió podria ser la desestabilització de l'ecosistema marí a causa de la pèrdua dels exemplars de nivell tròfic superior d'algunes espècies (per exemple, depredadors apicals) i la disminució de la seva talla. Alhora, aquests canvis es converteixen en una pèrdua de la qualitat de les captures per part dels pescadors. A més de la pesca, la proliferació d'algues, invertebrats i, en menor mesura, de peixos al·lòctons i eventualment invasors pot contribuir a la disminució de les poblacions autòctones de peixos.

Els indicadors de riquesa d'espècies i biomassa total són sensibles a l'explotació pesquera de les zones d'estudi, i és convenient usar-los perquè responen ràpidament als canvis en les diferents mesures de gestió.<sup>2,3</sup> L'indicador de riquesa d'espècies vulnerables (nre. d'espècies/250 m<sup>2</sup>) mostra el nombre mitjà d'espècies observades i indica el grau d'incidència de la pesca en la comunitat íctica. La biomassa total d'espècies vulnerables (kg/250 m<sup>2</sup>) està molt correlacionada amb la talla i l'abundància de les espècies, i es relaciona, per tant, amb el nivell d'explotació pesquera.

Estudis fets en reserves marines de les Balears<sup>4,5</sup> han demostrat que la gestió pesquera en AMP produeix el denominat *efecte reserva*, pel qual es comença a observar una recuperació de les espècies explotades que és proporcional als anys sota gestió. No obstant això, a les AMP de les Balears l'efecte reserva no ha estat sempre l'esperat.

La importància d'estudiar els indicadors de riquesa d'espècies i biomassa en poblacions de peixos vulnerables a la pesca rau en el fet que són:

- Espècies valorades en el mercat, principalment longeves i amb edats de maduresa sexual tardana.
- Elements clau de l'ecosistema.
- Indicadores del grau d'explotació pesquera.
- Indicadores per a l'avaluació de la gestió pesquera.

## METODOLOGIA

Les zones d'estudi on es fa el seguiment ictiològic són AMP de tipus reserves marines d'interès pesquer exceptuant el Parc Natural de s'Albufera des Grau, a Menorca. A les reserves marines d'interès pesquer es prenen mesures efectives de conservació dels recursos marins mitjançant la prohibició de la pesca d'arrossegament i la regulació de la pesca artesanal i recreativa. Al Parc Natural de s'Albufera

## QUÈ ÉS?

La riquesa d'espècies vulnerables a la pesca ens indica el nombre mitjà d'espècies observades en 250 m<sup>2</sup>, mentre que la biomassa total mostra el pes de les espècies en 250 m<sup>2</sup>. Ambdós indicadors s'utilitzen per mostrar el grau d'incidència de la pesca en les poblacions de peixos i proporcionen coneixement sobre com funcionen les àrees marines protegides (AMP).

## METODOLOGIA

Des de l'any 2000, la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears en fa els seguiments a través de l'empresa pública Tragsatec. A la Reserva Marina de l'Illa de l'Aire i el Parc Natural de s'Albufera des Grau, l'organisme encarregat dels seguiments és l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM), juntament amb l'Institut Espanyol d'Oceanografia (COB-IEO), a través de l'Estació de Recerca Jaume Ferrer de la Mola.

La riquesa específica es determina duent a terme censos visuals al llarg de transectes de 50 m de llarg x 5 m d'ample (àrea = 250 m<sup>2</sup>). La zona d'estudi són nou reserves marines d'interès pesquer (Badia de Palma, Migjorn de Mallorca, Illa del Toro, Illes Malgrats, Llevant de Mallorca, Freu de sa Dragonera, Nord de Menorca, Illa de l'Aire, Freus d'Eivissa i Formentera) i un parc natural (Parc Natural de s'Albufera des Grau). A cada AMP es fan seguiments en zones diferents: (i) reserva parcial (s'hi prohibeix la pesca d'arrossegament i s'hi regula la pesca artesanal/recreativa), (ii) zona de control (sense prohibicions pesqueres i amb hàbitats similars), i (iii) reserva integral (s'hi prohibeixen totes les activitats pesqueres).

En aquesta fitxa es mostren dades de biomassa total i riquesa específica de les reserves marines d'interès pesquer de la reserva parcial que disposen de ≥ 10 anys de seguiment. Les dades s'han extret de diversos informes tècnics.<sup>1-10</sup>

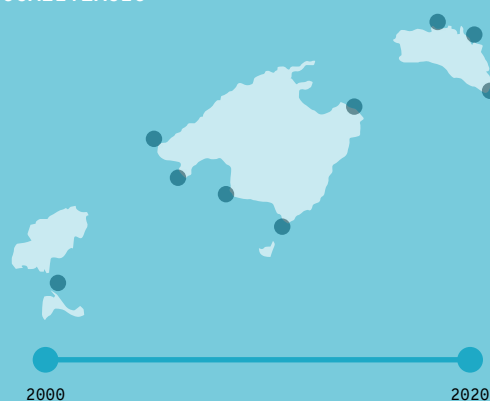
## RESULTATS

- Els increments en biomassa més grans s'observen a l'Illa del Toro, tant en aigües superficials (+ 12,8 kg/250 m<sup>2</sup>) com en aigües profundes (+ 41,2 kg/250 m<sup>2</sup>).
- El valor de biomassa més gran s'obté en les aigües profundes de l'Illa del Toro, amb 48 kg/250 m<sup>2</sup>.
- Els augments més grans en nombre d'espècies es mostren en aigües superficials dels Freus d'Eivissa i Formentera (+ 3,5 espècies/250 m<sup>2</sup>).
- A la zona de reserva integral dels Freus d'Eivissa i Formentera s'assoleix la riquesa específica més gran d'aigües superficials (~ 6 espècies/250 m<sup>2</sup>) de totes les AMP estudiades.

## PER QUÈ?

Aquests indicadors reaccionen a les activitats d'explotació pesquera i, per tant, informen de l'estat de les comunitats de peixos vulnerables a la pesca a cada AMP. Aquesta informació té una gran importància, ja que contribueix a cercar millores en la gestió de les AMP per tal d'obtenir uns resultats òptims de conservació i regeneració dels recursos pesquers.

## LOCALITZACIÓ

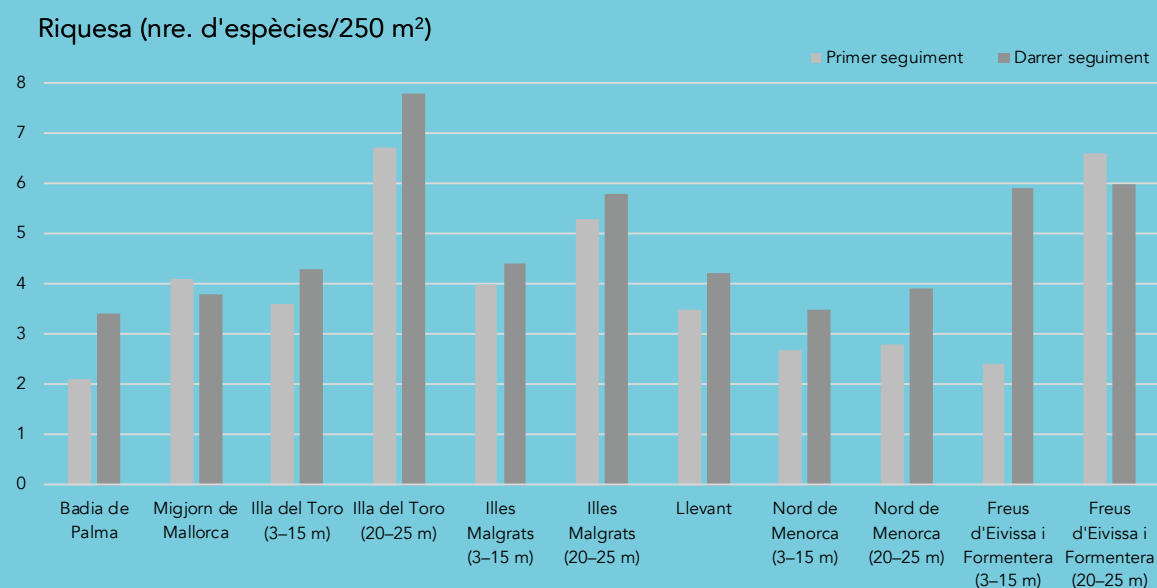
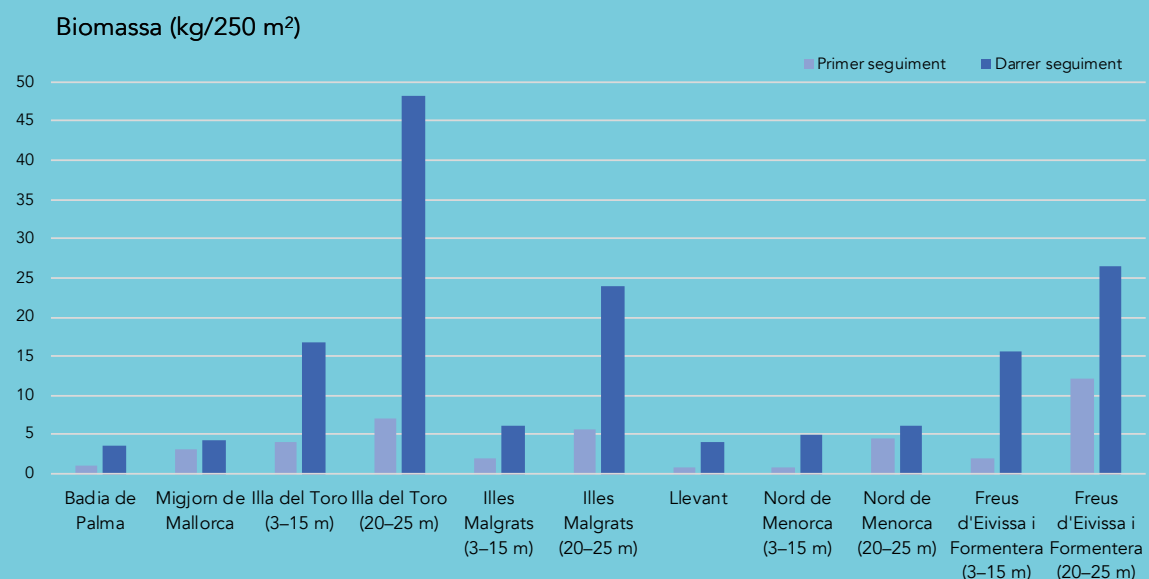


- Al Nord de Menorca i a Llevant les zones de reserva parcial mostren millors resultats que les zones de reserva integral.
- Les aigües profundes del Nord de Menorca mostren els valors més petits de riquesa i biomassa de les AMP amb estudis en profunditat.
- La Badia de Palma és l'AMP amb menys riquesa d'espècies, mentre que el Parc Natural de s'Albufera des Grau és la que presenta menys biomassa.

Per poder interpretar l'efecte reserva de cada zona, aquests resultats s'haurien de complementar amb informació sobre la intensitat pesquera i les característiques naturals intrínseques de cada àrea.

Dades resum de riquesa específica i biomassa total en reserves marines d'interès pesquer amb  $\geq 10$  anys de seguiment. Els valors que es mostren amb +/- es refereixen a l'increment/disminució entre el primer i l'últim any d'estudi. FONT: diversos informes tècnics.<sup>1-10</sup>

Illa	Àrea marina protegida	Seguiment temporal (> 10 anys)	Riquesa (nre. d'espècies/250 m <sup>2</sup> )		Biomassa total (kg/250 m <sup>2</sup> )	
			Reserva integral	Reserva parcial	Reserva integral	Reserva parcial
Mallorca	Badia de Palma	2000-2017	1,30	0,40	2,5	1,20
	Migjorn de Mallorca	2003-2017	- 0,40	0,55	1,2	0,80
	Illa del Toro (3-15 m)	2005-2020		0,7		12,8
	Illa del Toro (20-25 m)	2005-2020		1,1		41,2
	Illes Malgrats (3-15 m)	2005-2020		0,4		4,2
	Illes Malgrats (20-25 m)	2005-2020		0,5		18,30
	Llevant	2008-2018	0,70	0,90	3,4	2,60
Menorca	Nord de Menorca (3-15 m)	2000-2019	0,80	1,1	4,2	7,00
	Nord de Menorca (20-25 m)	2006-2017	1,10	0,60	1,7	3,30
Eivissa i Formentera	Freus d'Eivissa i Formentera (3-15 m)	2000-2018	3,50	1,7	13,6	5,00
	Freus d'Eivissa i Formentera (20-25 m)	2007-2018	- 0,60	- 0,1	14,4	8,60



Biomassa total i riquesa específica de les reserves marines d'interès pesquer (zona de reserva parcial en aigües superficials de 3-15 m) de totes les Illes Balears amb més de 10 anys de seguiment. FONT: diversos informes tècnics.<sup>1-10</sup>

## REFERÈNCIES

- <sup>1</sup> MOREY, G.; COLL, J.; NAVARRO, O. (2017). «La Reserva Marina de la Badia de Palma: Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>2</sup> COLL, J.; MOREY, G.; NAVARRO, O. (2017). «Avaluació dels efectes de la protecció a la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca sobre els peixos costaners de roca i sobre la captura associada a la pesquera de sípia (*Sepia officinalis*, Linnaeus, 1758)». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>3</sup> MOREY, G. *et al.* (2018). «Les reserves marines de l'illa del Toro i les Illes Malgrats: Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>4</sup> MOREY, G. *et al.* (2020). «Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós». Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>5</sup> MOREY, G. *et al.* (2018). «La reserva marina del Llevant de Mallorca: Seguiment de les poblacions de peixos vulnerables de substrat rocós en el període 2008-2018». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>6</sup> COLL, J.; MOREY, G.; NAVARRO, O. (2011). «Avaluació dels recursos íctics litorals de la Reserva Marina del Nord de Menorca. Resultats del període 2000-2011». Tragsatec; Govern de les Illes Balears. Direcció General de Medi Rural i Marí. [Informe tècnic].
- <sup>7</sup> COLL, J. *et al.* (2017). «La Reserva Marina del Nord de Menorca: Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2017». Govern de les Illes Balears. Servei de Millora Agrària i Pesquera; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>8</sup> MARSINYACH, E. *et al.* (2018). «Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en aguas costeras de Menorca». Observatori Socioambiental de Menorca; Centre Oceanogràfic de Balears (IEO); Menorca Preservation Fundation; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears. [Informe tècnic].
- <sup>9</sup> COLL, J.; MOREY, G.; NAVARRO, O. (2019). «Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2019». Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació, Serveis de Millora Agrària i Pesquera; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>10</sup> COLL, J. *et al.* (2018). «La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera: Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2018». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].

des Grau, l'única regulació sobre aquest tema és l'obligació de demanar una autorització específica per fer-hi pesca submarina.

Per determinar la riquesa específica es fan censos visuals mitjançant escafandre autònom, utilitzant un mostratge estàndard ni destructiu ni invasiu.<sup>6</sup> Aquest mètode de censos visuals es basa en el mostratge de diferents variables al llarg d'un cert nombre de transectes (N) de 50 m de llarg x 5 m d'ample (250 m<sup>2</sup>). Els transectes es distribueixen equitativament entre la reserva integral (no n'hi ha a totes les reserves), la reserva parcial i les zones de control. Les característiques de cada àrea són:

- Reserva integral (o *no-take zone*): zona on totes les activitats pesqueres estan prohibides.
- Reserva parcial: zona general de la reserva marina on es prohibeix la pesca d'arrossegament i es regulen les activitats de pesca artesanal i recreativa.
- Zona de control: àrea amb hàbitats equivalents als de la reserva però fora dels seus límits i que, per tant, permeten la comparació entre ambdues zones.

En general, s'estudien hàbitats idonis per a la presència d'espècies de peixos vulnerables a la pesca. Els hàbitats que presenten una complexitat estructural més gran (rugositat), presència de blocs de roca i amb pendent, són els que influeixen més la biomassa i l'abundància d'espècies vulnerables a la pesca.<sup>7</sup>

Els censos es fan sobre espècies característiques dels fons rocosos que són vulnerables a la pesca professional, submarina i recreativa de la mar Balear. Aquesta condició millora l'exactitud dels censos i redueix l'error en el mostratge, ja que no se censsen totes les espècies de peixos de tota la comunitat íctica. Aquestes espècies també són bones indicadores de l'anomenat *efecte reserva*, un terme utilitzat en biologia que es refereix a l'augment del nombre d'individus i de la seva mida mitjana a causa de la protecció.

A la taula 1 es resumeixen les poblacions íctiques vulnerables a la pesca en AMP de les Balears que s'inclouen per calcular la riquesa i la biomassa de les espècies. Totes se censsen per determinar la riquesa d'espècies. No obstant això, quatre espècies (déntol, llobarro, cirviola i espet) no s'inclouen en el càlcul de la biomassa a causa del seu comportament més erràtic o de desplaçament més gran.

L'hàbitat d'aquestes espècies d'estudi pot ser epipelàgic costaner (aigües superficials) o demersal (aigües profundes a prop del fons oceànic). Entre les espècies demersals n'hi ha de més residents i n'hi ha de més divagants, per això en varia l'espai vital. El seguiment ictiològic es produeix a l'estrat superficial (5-15 m), i en algunes reserves també a l'estrat profund (20-25 m).

L'indicador de biomassa total es calcula a través de la suma dels pesos dels diferents individus que entren en el cens. El pes ( $W$ ) té una relació específica amb la talla ( $L$ ) que respon a la relació  $W=aL^b$ , en què  $a$  i  $b$  són constants fixes de cada espècie extremes de Morey *et al.*<sup>8</sup> i [www.fishbase.com](http://www.fishbase.com).<sup>9</sup>

Amb l'objectiu de disminuir l'error de mostratge de l'indicador de biomassa i d'oferir una descripció realista, el tractament estadístic es fa sobre les espècies de caràcter més resident, i s'obvia del càlcul de biomassa les més mòbils, de caràcter epipelàgic (per exemple, *Seriola dumerili* o *Sphyræna viridensis*), o les de caràcter demersal amb amplis espais vitals (per exemple, *Dentex dentex*). L'error de mostratge es defineix com l'error estàndard ( $s/n^{1/2}$ ) en què  $s$  és la desviació típica no esbiaixada. Un error més gran implica l'existència de variacions o oscil·lacions més grans en la riquesa o la biomassa d'espècies entre els transectes de cada zona.

Les dades de seguiment a les reserves marines d'interès pesquer s'obtenen de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears, a través de l'empresa pública d'estudis tècnics Tragsatec, com a mitjà propi de l'Administració. A la Reserva Marina de l'Illa de l'Aire i el Parc Natural de s'Albufera des Grau, l'organisme que ha fet el seguiment és l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM), juntament amb l'Institut Espanyol d'Oceanografia (COB-IEO) a través de l'Estació de Recerca Jaume Ferrer de la Mola (Direcció General d'Innovació i Investigació del Govern de les Illes Balears). Les dades s'han publicat en informes i en articles científics.<sup>4, 5, 7, 10-25</sup>

## RESULTATS

### Seguiment ictiològic de cinc reserves marines de Mallorca

#### Reserva Marina de la Badia de Palma (1999)

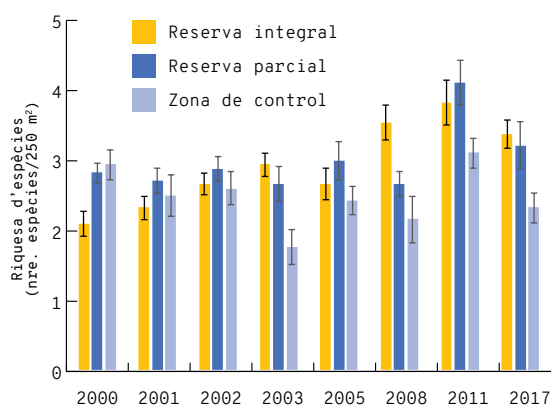
El mostratge s'ha dut a terme en dues zones dins cada nivell de gestió ( $N = 9$  a cada zona) que, amb la finalitat de simplificar, es reuneixen aquí en una única mostra de 18 transectes ( $N = 18$ ).

**RIQUESA ESPECÍFICA.** La zona de reserva integral presenta un augment lent d'1,3 espècies/250 m<sup>2</sup>, que ha passat de 2,1 a 3,4 espècies/250 m<sup>2</sup> en els 18 anys de seguiment (figura 1). La reserva parcial només augmenta en 0,4 espècies/250 m<sup>2</sup>, mentre que la zona de control disminueix en 0,6 espècies/250 m<sup>2</sup>. Els valors més grans de riquesa específica ( $> 3$  espècies/250 m<sup>2</sup>) s'assoleixen l'any 2011 a totes les zones de la reserva (parcial i integral) i a la zona de control. El màxim nombre de 4,1 espècies/250 m<sup>2</sup> s'assoleix el 2011 a la zona de reserva parcial. D'altra banda, la riquesa d'espècies més petita s'obté l'any 2003, amb 1,8 espècies/250 m<sup>2</sup> a la zona de control.

**Taula 1.** Nomenclatura de les espècies de peixos vulnerables a la pesca considerades en els estudis de riquesa i biomassa.

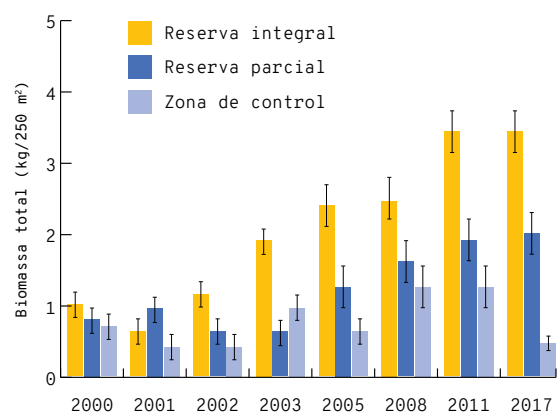
Català	Espanyol	Nom científic	Estudi de riquesa d'espècies	Estudi de biomassa d'espècies
congre	congrío	<i>Conger conger</i>	✓	✓
déntol	dentón	<i>Dentex dentex</i>	✓	
llop	lubina	<i>Dicentrarchus labrax</i>	✓	
morruda	sargo picudo	<i>Diplodus puntazo</i>	✓	✓
sard o sarg	sargo	<i>Diplodus sargus</i>	✓	✓
variada	mojarra	<i>Diplodus vulgaris</i>	✓	✓
anfós llis	falso abadejo	<i>Epinephelus costae</i>	✓	✓
anfós	mero	<i>Epinephelus marginatus</i>	✓	✓
tord massot	tordo negro	<i>Labrus merula</i>	✓	✓
grivi o grívia	tordo verde	<i>Labrus viridis</i>	✓	✓
morena	morena	<i>Muraena helena</i>	✓	✓
anfós bord	gitano	<i>Mycteroperca rubra</i>	✓	✓
paguera o pagre	pargo	<i>Pagrus pagrus</i>	✓	✓
mòllera roquera	brótola de roca	<i>Phycis physis</i>	✓	✓
escorball	corvallo	<i>Sciaena umbra</i>	✓	✓
escórpora, rascassa o rascla	rascacio	<i>Scorpaena porcus</i>	✓	✓
cap-roig	cabracho	<i>Scorpaena scrofa</i>	✓	✓
cerviola, círvia o verderol	pez de limón	<i>Seriola dumerili</i>	✓	
orada	dorada	<i>Sparus aurata</i>	✓	✓
espet	espetón	<i>Sphyrna spp.</i>	✓	
càntera	chopa	<i>Spondylusoma cantharus</i>	✓	✓

La poca variació temporal en riquesa d'espècies es pot deure al fet que l'hàbitat de la badia de Palma és de baixa complexitat (de fons arenós de poca profunditat) i hi sol haver menys diversitat d'espècies.



**Figura 1.** Riquesa d'espècies de la Reserva Marina de la Badia de Palma i de la zona de control els anys 2000-2003, 2005, 2008, 2011 i 2017. NOTA: la barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Morey et al.<sup>24</sup>

**BIOMASSA TOTAL.** Els valors de biomassa que han augmentat més en els 18 anys de seguiment són els de la zona de reserva integral, que han passat de ~ 1 kg/250 m² l'any 2000 a 3,5 kg/250 m² l'any 2017 (figura 2). Van seguits dels valors de la zona de reserva parcial, que han augmentat aproximadament d'1 kg/250 m² a 2 kg/250 m² en 18 anys. En canvi, a la zona de control disminueixen de 0,8 a 0,5 kg/250 m² amb el pas dels anys (figura 2).

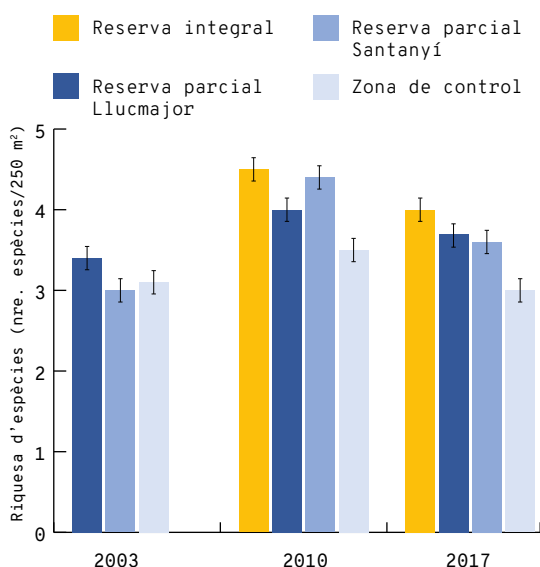


**Figura 2.** Biomassa total a la Reserva Marina de la Badia de Palma i a la zona de control els anys 2000-2003, 2005, 2008, 2011 i 2017. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Morey et al.<sup>24</sup>

## Reserva Marina del Migjorn de Mallorca (2002)

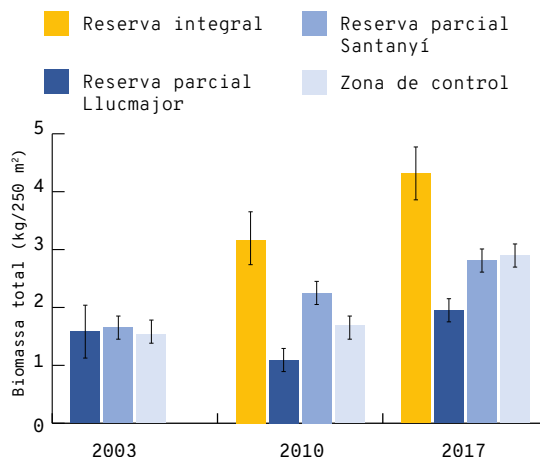
En aquesta reserva es fa un nombre més gran de transsectes que en altres ( $N = 54$ ) a causa de les seves grans dimensions. No hi ha dades de la reserva integral de l'any 2003, ja que encara no s'havia establert. El mostratge és més petit a la zona de reserva integral, amb  $N = 18$  l'any 2010 i  $N = 12$  l'any 2017. Per facilitar la descripció de les dades es divideix la reserva en dues zones: la costa de Lluçmajor (oest de la reserva) i la costa de Santanyi (est de la reserva). Es varen seleccionar zones de control amb hàbitats semblants a Andratx.

**RIQUESA ESPECÍFICA.** La riquesa específica varia entre 3 i 4,5 espècies/250 m<sup>2</sup> a totes les zones mostrejades durant els 17 anys de seguiment (figura 3). No s'observen gaires variacions entre zones, encara que la zona de reserva integral és la que mostra els valors més grans, de 4,5 espècies/250 m<sup>2</sup> l'any 2010, un valor que ha disminuït a 4,1 espècies/250 m<sup>2</sup> l'any 2017 (figura 3).



**Figura 3.** Riquesa d'espècies a la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca i a la zona de control els anys 2003, 2010 i 2017. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>4</sup>

**BIOMASSA TOTAL.** En els vuit anys de seguiment de la reserva integral, s'observa un increment en la biomassa d'1,17 kg/250 m<sup>2</sup> (de 3,15 a 4,32 kg/250 m<sup>2</sup>) (figura 4). L'any 2017, els resultats de la biomassa augmenten a totes les zones mostrejades. Els anys 2010 i 2017, la reserva parcial de la zona de Lluçmajor (oest de la reserva) mostra un valor de biomassa més petit (de ~ 1,1 a 1,9 kg/250 m<sup>2</sup>) que la zona de Santanyi (d'1,6 a 2,8 kg/250 m<sup>2</sup>) (figura 4). Aquesta diferència es podria deure a una pressió pesquera més gran a la zona de Lluçmajor exercida des de la badia de Palma i sa Ràpita, i al fet que està més arrecerada dels vents estiuencs de llevant respecte de la zona més exposada de Santanyi. La zona de control és la que mostra l'increment més gran de totes: 1,4 kg/250 m<sup>2</sup>.



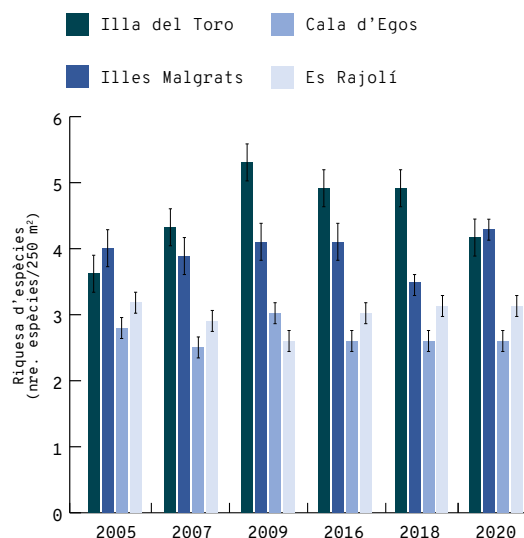
**Figura 4.** Biomassa total a la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca i a la zona de control els anys 2003, 2010 i 2017. NOTA: la barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>4</sup>

## Reserves marines de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats (2004)

Es varen fer 27 transsectes, excepte l'any 2016, amb 9 transsectes a les zones de control (cala d'Egos i es Rajolí). La localització de les dues zones de control d'aigües profundes ha anat variant amb el temps: es Rajolí es va substituir per la Mola l'any 2018, mentre que sa Dragonera es va substituir pel cap Andritxol l'any 2016.

### Aigües superficials (3-15 m)

**RIQUESA ESPECÍFICA.** Aquest indicador mostra, des de l'any 2005 fins al 2020, un lleuger augment a la Reserva Marina de l'Illa del Toro (de 3,6 a 4,3 espècies/250 m<sup>2</sup>) i a la Reserva Marina de les Illes Malgrats (de 4 a 4,4 espècies/250 m<sup>2</sup>) (figura 5). La màxima riquesa s'assoleix a la de l'Illa del Toro l'any 2009, amb 5,3 espècies/250 m<sup>2</sup>. Els anys posteriors, aquest valor s'ha mantingut estable entorn de les 5-4 espècies/250 m<sup>2</sup>. Les zones de control són les que presenten un nombre més petit d'espècies, entre 3,2 i 2,5 espècies/250 m<sup>2</sup>.

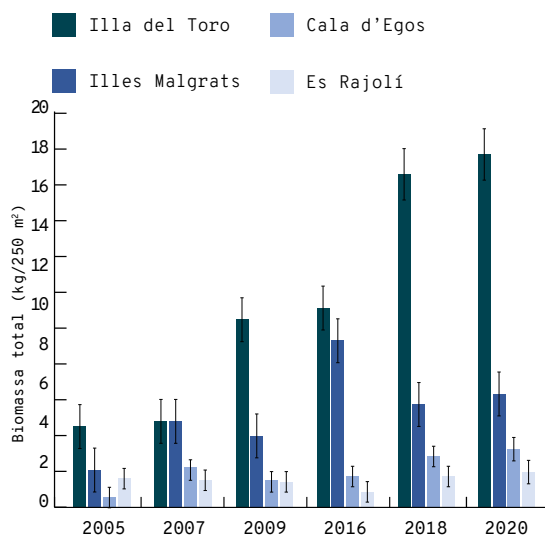


**Figura 5.** Riquesa d'espècies a les aigües superficials de la Reserva Marina de l'Illa del Toro i de les Illes Malgrats els anys 2005, 2010, 2017 i 2020. Les zones de control fora de la reserva són cala d'Egos (aigües interiors) i es Rajolí (aigües exteriors). La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Morey *et al.*<sup>25,17</sup>



**BIOMASSA TOTAL.** La biomassa total mostra una tendència positiva en el temps, tant a la Reserva de l'Illa del Toro com a la de les Illes Malgrats (figura 6). L'increment més gran s'observa a l'Illa del Toro, on es quadruplica el valor de la biomassa i passa de 4 a 16,8 kg/250 m<sup>2</sup> entre 2005 i 2020. A les Illes Malgrats també hi ha una tendència creixent de biomassa que es triplica des de l'any 2005, passant d'1,9 kg/250m<sup>2</sup> a 5,1 kg/250 m<sup>2</sup> (figura 6). Les zones de control, tant interior (cala d'Egos) com exterior (es Rajolí) es mantenen a menys de 3,5 kg/250 m<sup>2</sup> (figura 6).

Les diferències entre les reserves de l'Illa del Toro i la de les Illes Malgrats poden ser degudes a l'hàbitat més favorable per a les poblacions íctiques que presenta la primera (pendents i profunditats més grans) respecte de la segona. Això deriva una presència més gran de grans depredadors de les espècies d'anfòs llis (cat) = *falso abadejo* (es) = *Epinephelus costae*. Addicionalment, la normativa pesquera és més restrictiva a l'Illa del Toro, mentre que a les Illes Malgrats la pesca es permet durant més mesos i amb més aparells.

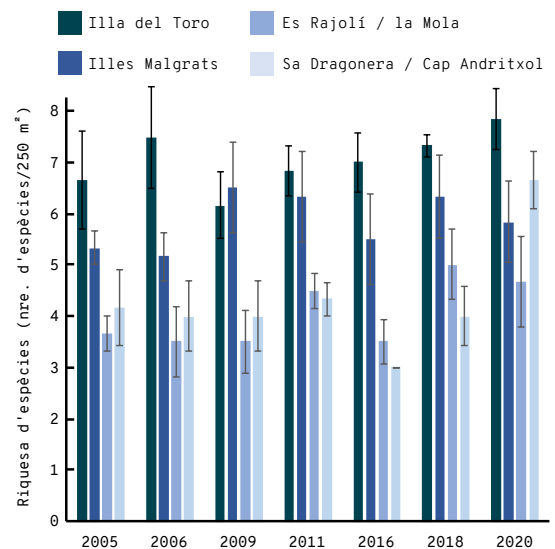


**Figura 6.** Biomassa total a les aigües superficials de la Reserva marina de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats els anys 2003, 2010, 2017 i 2020. Les zones de control, fora de la reserva, són cala d'Egos (aigües interiors) i es Rajolí (aigües exteriors). La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Morey *et al.*<sup>25,17</sup>

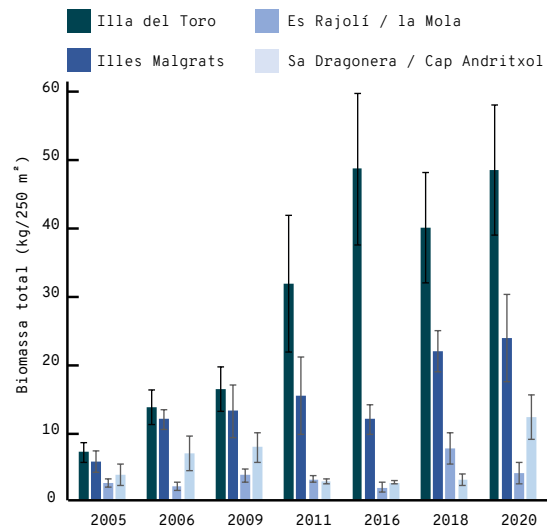
#### Aigües profundes (20-25 m)

**RIQUESA ESPECÍFICA.** En profunditat, la riquesa augmenta ~ 2 espècies/250 m<sup>2</sup>, tot i que es manté més estable que en superfície tant a l'Illa del Toro com a les Illes Malgrats (figura 7). Excepte l'any 2009, l'Illa del Toro mostra una riquesa més gran que les Illes Malgrats, que l'any 2020 és de 7,8 espècies/250 m<sup>2</sup> i de 5,8 espècies/250 m<sup>2</sup>, respectivament. La zona de control del cap Andritxol només l'any 2020 va superar el nombre d'espècies de les Illes Malgrats.

**BIOMASSA TOTAL.** La biomassa en profunditat mostra un increment considerable des del 2005 en ambdues reserves (figura 8). Aquest augment és de ~ 7 vegades a l'Illa del Toro i de ~ 4 vegades a les Illes Malgrats. Les zones de control sempre es mantenen en valors inferiors als de les reserves.



**Figura 7.** Riquesa d'espècies de les aigües profundes de la Reserva Marina de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats entre els anys 2005-2020. La localització de les zones de control va canviar amb els anys: es Rajolí va passar a ser la Mola l'any 2018, mentre que sa Dragonera es va substituir pel cap Andritxol l'any 2016. FONT: Morey *et al.*<sup>7</sup>



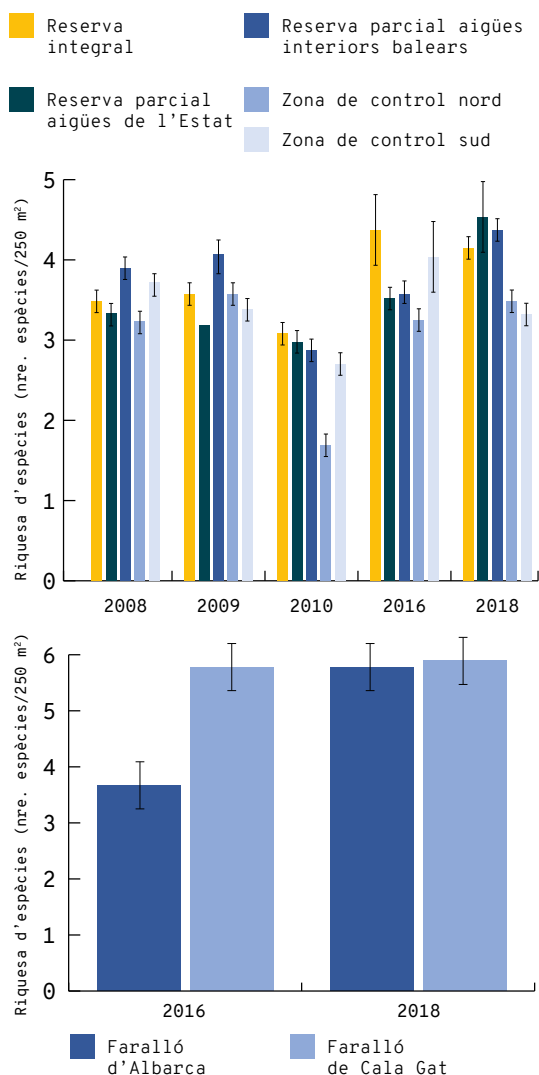
**Figura 8.** Biomassa total de peixos a les aigües profundes de la Reserva Marina de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats entre els anys 2005-2020. La localització de les zones de control va canviar amb els anys: es Rajolí va passar a ser la Mola l'any 2018, mentre que sa Dragonera es va substituir pel cap Andritxol l'any 2016. FONT: Morey *et al.*<sup>17</sup>

#### Reserva Marina del Llevant de Mallorca (2007)

El nombre de transectes mostrejats varia entre 10 i 18. De les zones del faralló d'Albarca (reserva parcial d'àmbit balear) i el faralló de Cala Gat (reserva parcial d'àmbit estatal) únicament hi ha dades dels anys 2016 i 2018.

**RIQUESA ESPECÍFICA.** L'any 2010 s'assoleixen els valors més petits de riquesa a totes les zones de la Reserva de Llevant (~ 3 espècies/250 m<sup>2</sup>) i a la zona de control (1,7-2,7 espècies/250 m<sup>2</sup>) (figura 9). L'any 2018 s'obtenen els valors més grans (entorn de 4,5 i 4 espècies/250 m<sup>2</sup>), i la zona de control oscil·la entre 3,5-3,3 espècies/250 m<sup>2</sup>. El faralló d'Albarca passa de tenir uns valors semblants als de la zona de control l'any 2016, a augmentar en només dos anys a 5,8 espècies/250 m<sup>2</sup>. El faralló de Cala Gat





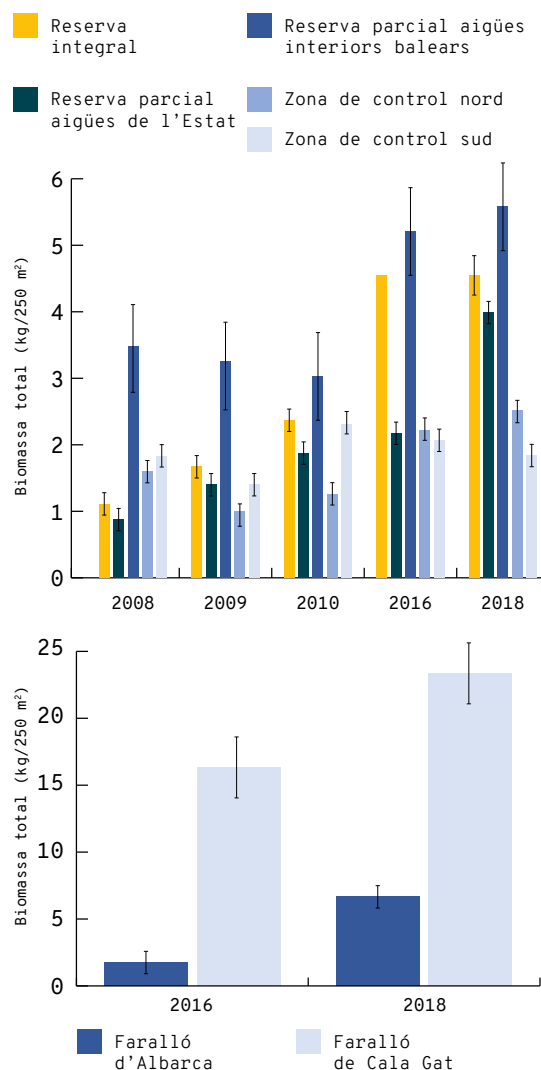
**Figura 9.** Riquesa d'espècies a la Reserva Marina del Llevant de Mallorca durant els anys 2008-2010, 2016 i 2018, i al faralló d'Albarca i el faralló de Cala Gat els anys 2016 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Morey *et al.*<sup>10</sup>

es manté en 5,8 espècies/250 m<sup>2</sup> (2016) i 5,9 espècies/250 m<sup>2</sup> (2018).

**BIOMASSA TOTAL.** Pel que fa a la biomassa, tant a les zones d'estudi dins la reserva parcial d'aigües interiors com a la d'aigües exteriors s'arriben a quadruplicar els valors des de l'any 2008 (figura 10). L'increment és de 0,9 kg/250 m<sup>2</sup> a 4 kg/250 m<sup>2</sup> en aigües interiors; de 3,5 a 5,6 kg/250 m<sup>2</sup> en aigües exteriors o de l'Estat, i d'1,1 a 4,5 kg/250 m<sup>2</sup> a la reserva integral. Cal destacar que la zona del faralló de Cala Gat (dins la Reserva Marina del Llevant) passa de 16,6 a 23,5 kg/250 m<sup>2</sup> en només dos anys. El faralló d'Albarca també augmenta d'1,9 a 6,7 kg/250 m<sup>2</sup> en 2 anys. En canvi, la biomassa de les zones de control es manté estable des de 2008 amb ~ 2 kg/250 m<sup>2</sup>.

#### Reserva Marina de sa Dragonera (2016)

Es fa un seguiment de sis estacions d'aigües superficials: dues zones dins la reserva marina d'aigües interiors (cala Llebeig i cala en Lledó), dues zones en aigües exteriors (na Pòpia i s'Indi) —que suposen les aigües exteriors de la Reserva Marina de sa Dragonera—,



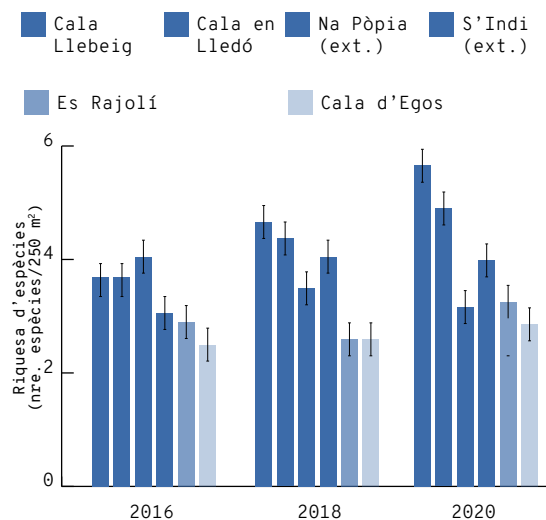
**Figura 10.** Biomassa total a la Reserva Marina del Llevant de Mallorca els anys 2008-2010, 2016 i 2018, i al faralló d'Albarca i el faralló de Cala Gat els anys 2016 i 2018. FONT: Morey *et al.*<sup>10</sup>

ra, acabada de declarar—, i dues zones de control fora de la reserva (es Rajolí i cala d'Egos). El nombre de transectes a cada zona és de N = 9. En aigües profundes, les zones d'estudi són quatre: una zona dins la reserva (cap de Llebeig); una zona en aigües exteriors fora de la reserva (s'Indi) i dues zones de control fora de la reserva (es Rajolí i el cap Andritxol).

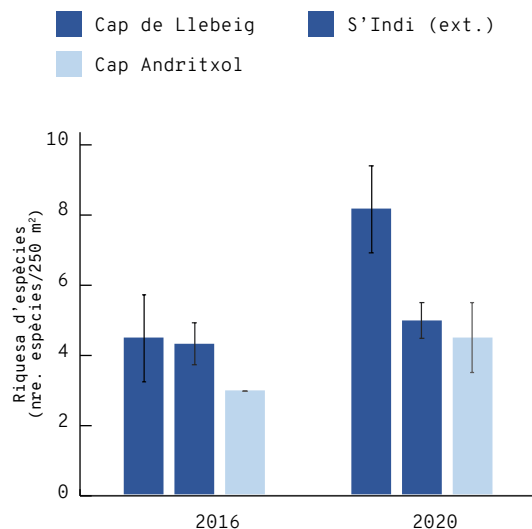
#### Aigües superficials (3-15 m)

**RIQUESA ESPECÍFICA.** Entre els anys 2016 i 2020 s'observa un augment a la zona de reserva parcial de cala Llebeig de + 1,9 espècies/250 m<sup>2</sup> i cala en Lledó de + 1,1 espècies/250 m<sup>2</sup> l'any 2018 (figura 11). En aigües exteriors, na Pòpia i s'Indi es mantenen estables entorn de les 3,5 i 4 espècies, respectivament. La zona de control des Rajolí (amb 3,7 espècies) supera a na Pòpia l'any 2020.

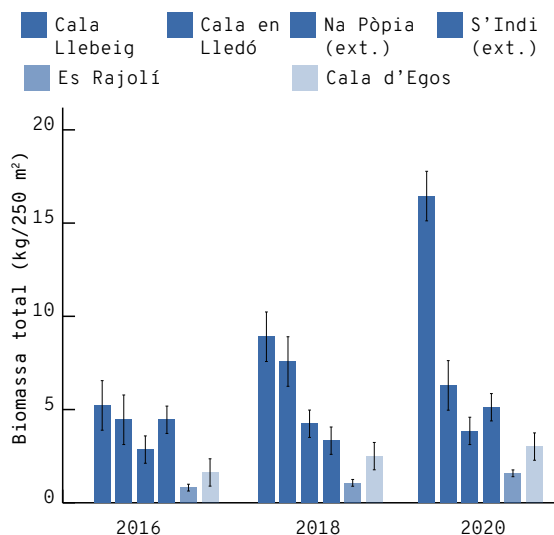
**BIOMASSA TOTAL.** Només en quatre anys de seguiment es triplica la biomassa a la zona de cala Llebeig, que passa de 5,2 a 16,3 kg/250 m<sup>2</sup> (figura 12). La resta de zones amb protecció sempre es mantenen per sota de les zones amb reserva.



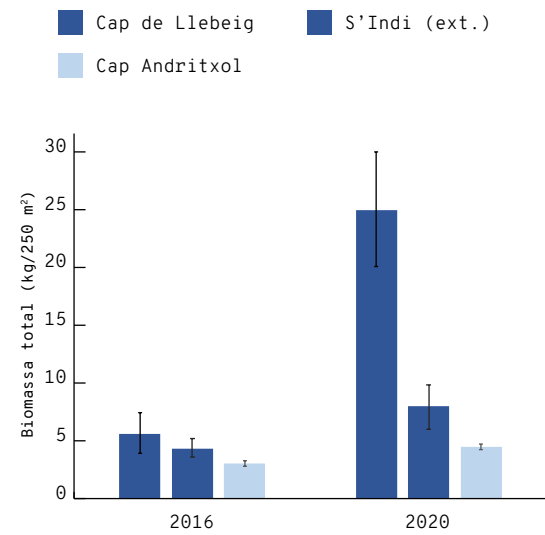
**Figura 11.** Riquesa d'espècies en aigües superficials de la Reserva Marina de sa Dragonera (blau fosc) i a les zones de control (blau clar). Ext.: aigües exteriors dins de la reserva a partir del mes de juliol del 2020. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>14,21</sup>



**Figura 13.** Riquesa d'espècies de les aigües profundes de la Reserva Marina de sa Dragonera. Zones dins de la reserva: blau fosc; zona de control: blau clar. S'Indi es trobava en aigües exteriors fora de la reserva fins al mes de juliol del 2020. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>14,21</sup>



**Figura 12.** Biomassa total en aigües superficials a la Reserva Marina del Freu de sa Dragonera i a les zones de control (es Rajolí i Cala d'Egos) els anys 2016 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>14,21</sup>



**Figura 14.** Biomassa total en aigües profundes de la Reserva Marina de sa Dragonera. Zones dins de la reserva: blau fosc; zona de control: blau clar. S'Indi es trobava en aigües exteriors fora de la reserva fins al mes de juliol del 2020. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>14,21</sup>

## Aigües profundes (20-25 m)

**RIQUESA ESPECÍFICA.** La riquesa augmenta en aigües profundes del cap de Llebeig de 4,5 a 8,2 espècies/250 m<sup>2</sup> entre els anys 2016 i 2020 (figura 13). A S'Indi no s'observen canvis significatius i els valors fluctuen entre 4-5 espècies/250 m<sup>2</sup>.

**BIOMASSA TOTAL.** En quatre anys, la biomassa de profunditat es multiplica per 4,4, passant de 5,7 a 25,3 kg/250 m<sup>2</sup> al cap de Llebeig (figura 14). A S'Indi també es produeix un augment i gairebé es dupliquen els valors, que passen de 4,4 a 8. La biomassa de les zones de control es manté per sota de la de les reserves.

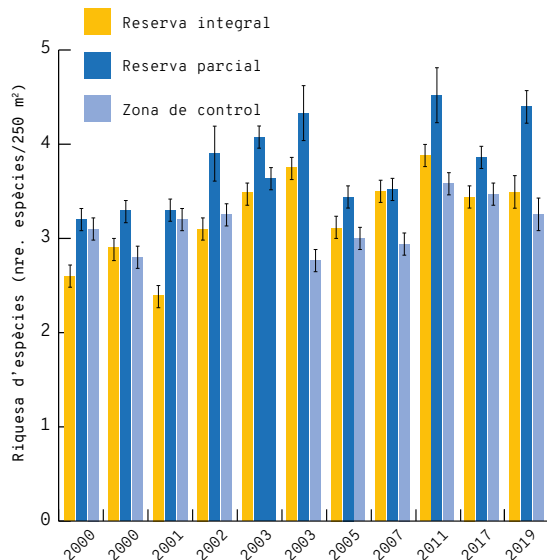
## Seguiment de tres AMP de Menorca

### Reserva Marina del Nord de Menorca (1999)

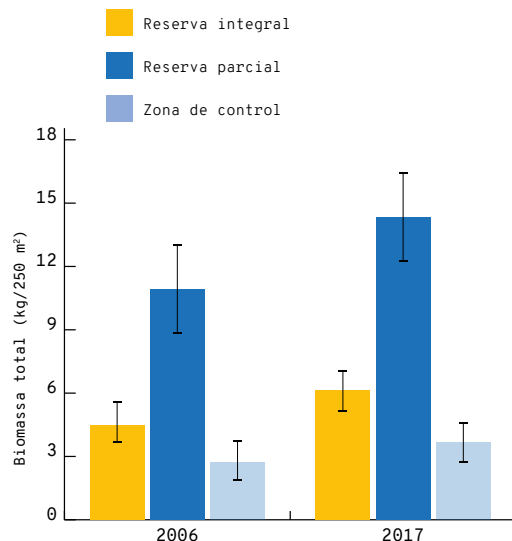
Es tracta del seguiment en aigües superficials (3-15 m) dels anys 2000-2003, 2005, 2007, 2011, 2017 i 2019. En aigües profundes (20-25 m) hi ha seguiment els anys 2006, 2017 i 2019. El nombre de transectes (N) en aigües superficials per any és de 36, excepte el juny de 2000, en què N = 18 per mor de condicions meteorològiques adverses. En aigües profundes, N = 10, 11, 12, 23, 24.

### Aigües superficials (3-15 m)

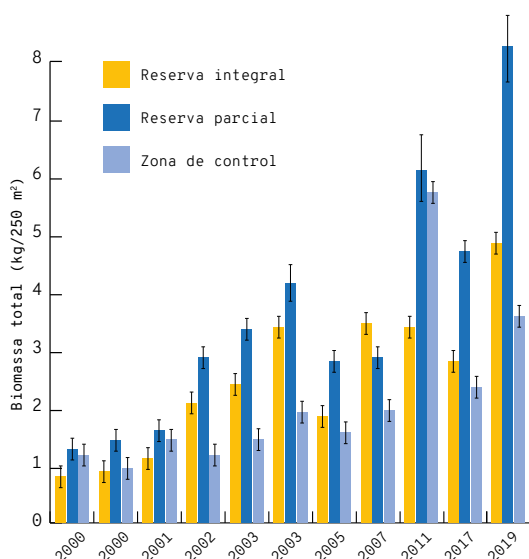
**RIQUESA ESPECÍFICA.** Des de l'any 2000, s'observa un lleuger augment de 0,8 espècies/250 m<sup>2</sup> en les aigües superficials de la reserva integral (que passen de 2,7 a 3,5 espècies) (figura 15). D'altra



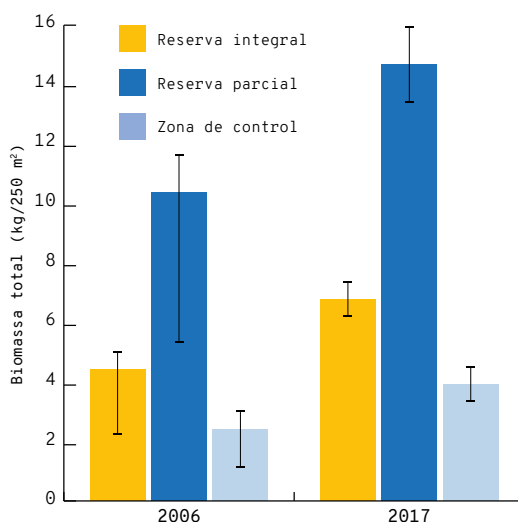
**Figura 15.** Riquesa d'espècies de les aigües superficials de la Reserva Marina del Nord de Menorca i de la zona de control els anys 2000–2003, 2005, 2007, 2011, 2017 i 2019. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>11,16</sup>



**Figura 17.** Riquesa d'espècies de les aigües profundes de la Reserva Marina del Nord de Menorca els anys 2006 i 2017. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>11</sup>



**Figura 16.** Biomassa total de les aigües superficials de la Reserva Marina del Nord de Menorca i de la zona de control els anys 2000–2003, 2005, 2007, 2011, 2017 i 2019. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>11,16</sup>



**Figura 18.** Biomassa total de les aigües profundes de la Reserva Marina del Nord de Menorca i la zona de control els anys 2006 i 2017. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>11</sup>

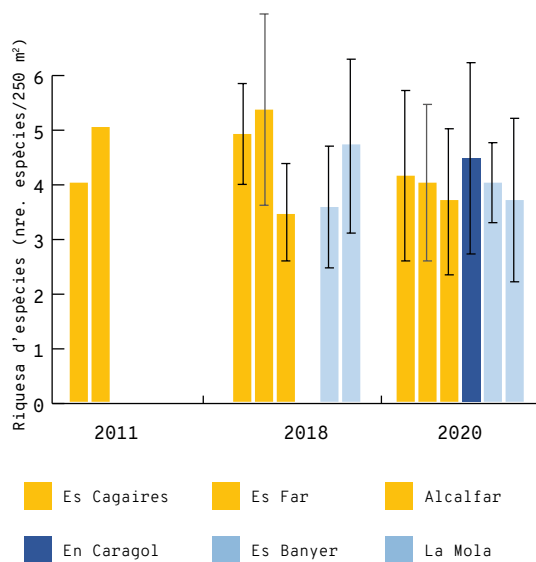
banda, la reserva parcial ha augmentat amb 1,1 espècies/250 m<sup>2</sup>. Excepte el 2007, la resta d'anys d'estudi la reserva parcial supera la riquesa específica de la reserva integral. La zona de control mostra oscil·lacions entre 2,5–3,5 espècies/250 m<sup>2</sup> i generalment és inferior a les zones amb reserva.

**BIOMASSA TOTAL.** Si es comparen els anys 2000 i 2019, la biomassa ha augmentat 4,2 kg/250 m<sup>2</sup> a la reserva integral i 7 kg/250 m<sup>2</sup> a la reserva parcial (figura 16). La biomassa de la reserva parcial sol ser més gran que la de la reserva integral, excepte l'any 2007. Especialment del 2017 al 2019 s'ha experimentat un salt en la biomassa superficial de la reserva parcial de + 3,5 kg/250 m<sup>2</sup>, i de + 2,1 a la reserva integral. Les zones de control també incrementen, tot i que es mantenen per sota de les zones amb reserva.

#### Aigües profundes (20–25 m)

**RIQUESA ESPECÍFICA.** El seguiment de les aigües profundes de 2006 a 2017 mostra un petit canvi en riquesa d'espècies, de 0,6 a la reserva parcial i d'1,1 a la reserva integral (figura 17). La zona de control és la que experimenta una millora més gran del nombre d'espècies, amb un augment d'1,6 espècies/250 m<sup>2</sup>. Comparant les dades de riquesa d'espècies d'aigües superficials i profundes, ambdues mostren uns valors semblants, amb fluctuacions de 4–3 espècies/250 m<sup>2</sup>. L'any 2017, a les aigües profundes s'observen 0,6 espècies/250 m<sup>2</sup> més que a les aigües superficials (figures 15 i 17).

**BIOMASSA TOTAL.** Els valors de biomassa en aigües profundes del nord de Menorca indiquen un augment lent a la reserva, d'1,1 a 1,4 kg/250 m<sup>2</sup> a la



**Figura 19.** Riquesa d'espècies de la Reserva Marina de l'Illa de l'Aire (reserva integral: groc; reserva parcial: blau fosc; zona de control: blau clar). La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Marsinyach *et al.*,<sup>7</sup> Cefalì *et al.*<sup>13</sup>

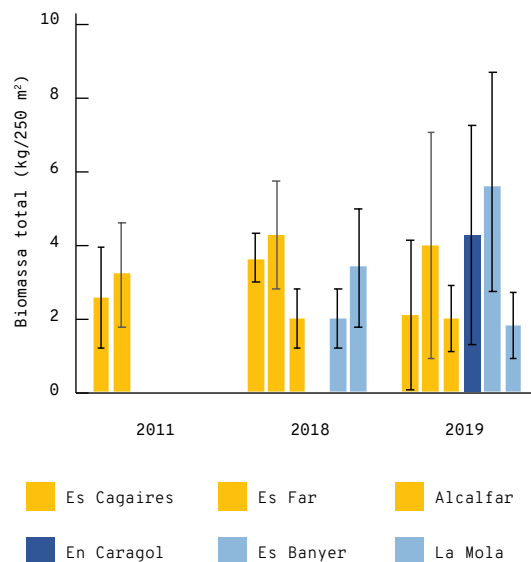
reserva parcial i de 4,5 a 6,2 kg/250 m<sup>2</sup> a la reserva integral durant 11 anys (figura 18). En aquest període, la zona de control augmenta amb 0,9 kg/250 m<sup>2</sup>. L'any 2017, la biomassa d'aigües profundes és més gran que la d'aigües superficials a totes les zones, especialment a la reserva parcial, i passa de 4,8 a 14,3 kg/250 m<sup>2</sup> (figures 16 i 18).

#### Reserva Natural de l'Illa de l'Aire (2019)

Es presenten resultats de tres estacions en aigües de la reserva integral: es Cagaires, es Far i Alcalfar, i una estació en aigües de reserva parcial: en Caragol. Els resultats són dels anys 2011, 2018 i 2019. Les dades anteriors al 2019 daten d'abans de l'establiment de la reserva.

**RIQUESA ESPECÍFICA.** La riquesa d'espècies presenta fluctuacions a totes les zones de la reserva al voltant de les 4-5 espècies/250 m<sup>2</sup> (figura 19). L'any 2020, un estudi fet en aigües de la reserva integral va mostrar una riquesa de  $4,9 \pm 0,4$  espècies/250 m<sup>2</sup>, de  $4,3 \pm 0,4$  a la reserva parcial i de  $3,4 \pm 0,3$  a la zona de control (per tant, amb un lleuger augment a la reserva integral respecte de l'any 2019).<sup>15</sup>

**BIOMASSA TOTAL.** Les zones de reserva integral de l'Illa de l'Aire mostren variacions de 2-4,3 kg/250 m<sup>2</sup>, mentre que la zona de reserva parcial mostra variacions de 4,3 kg/250 m<sup>2</sup> (figura 20). No es poden inferir canvis des del seu establiment com a reserva, que va ser l'any 2019. L'any 2020 es va fer un estudi que va detectar una biomassa total de  $3,9 \pm 0,5$  kg/250 m<sup>2</sup> en aigües de la reserva integral,  $3,9 \pm 0,9$  en la reserva parcial i  $1,5 \pm 0,2$  en la zona de control (per tant, similars a les del 2019).<sup>15</sup>

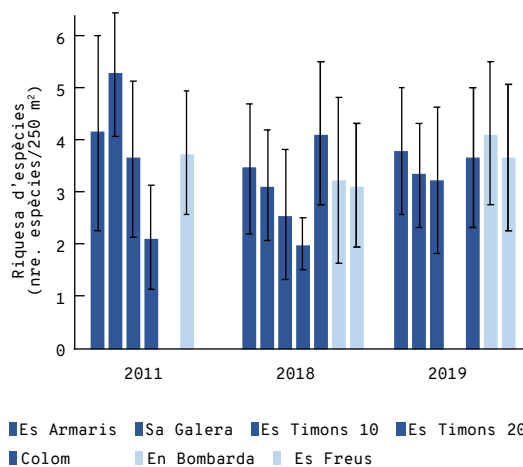


**Figura 20.** Biomassa de l'Illa de l'Aire. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Marsinyach *et al.*,<sup>7</sup> Cefalì *et al.*<sup>13</sup>

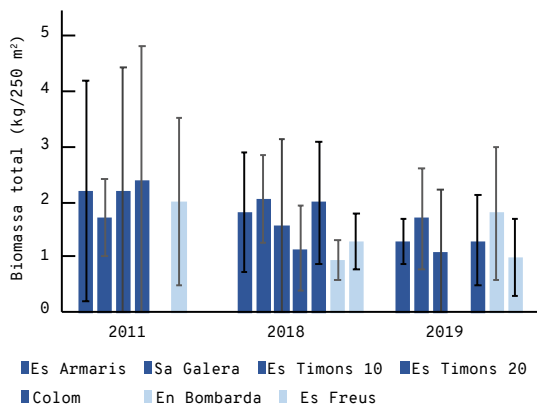
#### Parc Natural de s'Albufera des Grau

Al Parc Natural de s'Albufera des Grau es fan seguiments els anys 2011, 2018 i 2019 en quatre estacions de mostratge en aigües superficials del parc (5-15 m): es Armaris, sa Galera, es Timons 10 i Colom; una en aigües profundes (~ 20 m): es Timons 20; i dues zones de control en aigües superficials, en Bombarda i es Freus.

**RIQUESA ESPECÍFICA.** A les zones de reserva els valors de riquesa específica no mostren augments des de l'any 2011, i el 2019 no superen les 4 espècies/250 m<sup>2</sup> (figura 21). La zona de reserva amb menys riquesa és l'estació profunda es Timons 20 l'any 2018 (2 espècies/250 m<sup>2</sup>). De vegades les zones de control presenten valors superiors a les zones amb reserva.

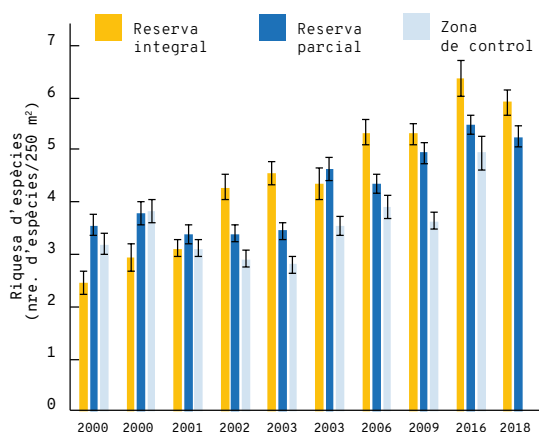


**Figura 21.** Riquesa d'espècies al Parc Natural de s'Albufera des Grau (blau fosc: àrees dins de la reserva; blau clar: zones de control). L'any 2019 no hi ha dades des Timons 20. FONT: Marsinyach *et al.*,<sup>7</sup> Cefalì *et al.*<sup>13</sup>



**Figura 22.** Biomassa total a la zona de reserva (blau fosc) i la zona de control (blau clar) del Parc Natural de s'Albufera des Grau. Sense dades de Colom l'any 2011 i des Timons 20 l'any 2019. FONT: Marsinyach *et al.*,<sup>7</sup> Cefali *et al.*<sup>13</sup>

**BIOMASSA TOTAL.** L'any 2019, les zones amb reserva mostren una lleugera disminució de la biomassa respecte de l'any 2011 (figura 22). Les zones de reserva de menys biomassa són l'estació d'aigües profundes es Timons 20 l'any 2018 (1,2 kg/250 m²) i la zona de control en Bombarda el 2018 (0,9 kg/250 m²). Les zones de control mostren valors similars als de la reserva.



**Figura 23.** Riquesa d'espècies de les aigües superficials de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera dels anys 2000-2003, 2006, 2009, 2016 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>19</sup>

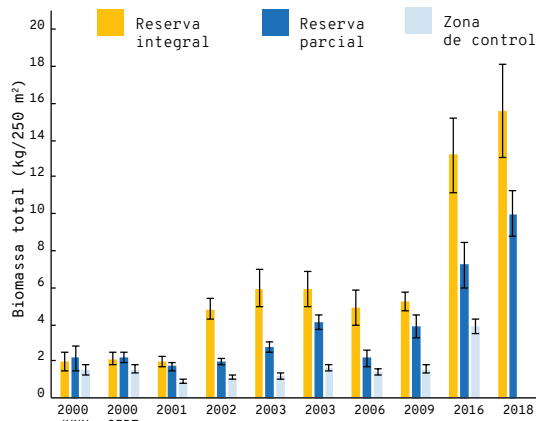
## Seguiment d'una reserva marina d'Eivissa i Formentera

### Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera (1999)

Els anys de seguiment en aigües superficials són 2000 - 2003, 2006, 2009, 2016 i 2018. Per a l'any 2018 no hi ha dades de la zona de control, ja que llavors es va incloure dins la zona de protecció de la reserva. En aigües profundes s'ha efectuat un seguiment els anys 2007 i 2018. En aigües superficials la replicació és N = 36, i en aigües profundes, és N = 8-12.

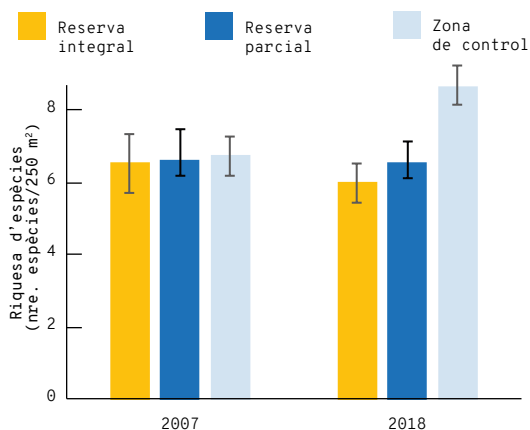
### Aigües superficials (3-15 m)

**RIQUESA ESPECÍFICA.** De l'any 2000 al 2018 la riquesa específica de l'any 2000 al 2018 ha augmentat a les tres zones d'estudi (parcial, integral i zona de control) (figura 23). L'increment més gran de riquesa s'observa a la reserva integral, la zona que mostrava menys espècies l'any 2000, que passa de 2,5 a 5,9 espècies/250 m². La reserva parcial i la zona de control s'incrementen en 1,5 (de 3,6 a 5,2 espècies/250 m², i de 3,2 a 4,9 espècies/250 m², respectivament).



**Figura 24.** Biomassa total de les aigües superficials de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera dels anys 2000-2003, 2006, 2009, 2016 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>19</sup>

**BIOMASSA TOTAL.** La biomassa total mostra pocs canvis entre els anys 2000-2001 (< 2,2 kg/250 m²). L'any 2002 s'observa un augment a la zona de reserva integral, que arriba als 4,8 kg/250 m². L'increment més gran es mostra l'any 2016 i el 2018 a totes les zones, però sobretot a la reserva parcial i la reserva integral, on assoleix 10 i 15,6 kg/250 m² respectivament (figura 24). La zona de control és la de menys increment, fins a 3,9 kg/250 m² l'any 2016. No hi ha dades del 2018 perquè s'ha inclòs com a zona dins la reserva.



**Figura 25.** Riquesa d'espècies de les aigües profundes de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera els anys 2007 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>19</sup>

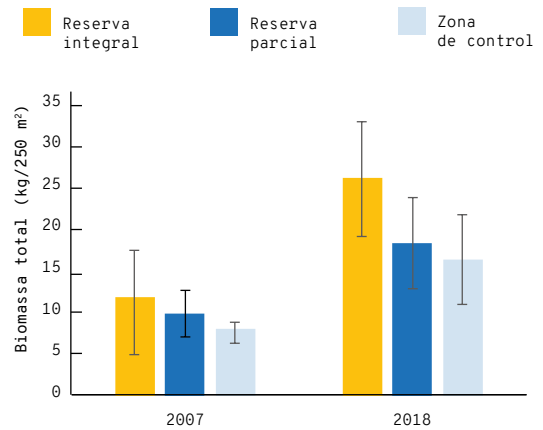
## Aigües profundes (20-25 m)

**RIQUESA ESPECÍFICA.** La riquesa d'espècies entre 2007-2018 es mostra estable amb ~ 6,6 espècies/250 m<sup>2</sup> a la reserva parcial, mentre que disminueix de 6,5 a 6 espècies/250 m<sup>2</sup> a la reserva integral i augmenta 1,9 kg/250 m<sup>2</sup> a la zona de control (figura 25). En general, els valors de riquesa específica són més alts en aigües profundes que en aigües superficials ( $\geq 6$  espècies/250 m<sup>2</sup>) (figures 23 i 25).

**BIOMASSA TOTAL.** A la reserva parcial augmenta la biomassa des de l'any 2007, de 9,8 a 18,4 kg/250 m<sup>2</sup> (figura 26). La zona de reserva integral és la que augmenta més, i passa de 12,1 a 26,5 kg/250 m<sup>2</sup>. La zona de control duplica els valors, de 8,2 a 16,7 kg/250 m<sup>2</sup>. Les aigües profundes mostren valors més alts que la zona superficial ( $> 16$  kg/250 m<sup>2</sup>) (figures 24 i 26).

## CONCLUSIONS

- La Badia de Palma és l'AMP que presenta menys riquesa d'espècies ( $< 3,5$  espècies/250 m<sup>2</sup>) de totes les estudiades. La biomassa de la reserva integral s'ha incrementat 3,5 kg/250 m<sup>2</sup> en 18 anys de seguiment. Hi ha poca variació temporal en la diversitat d'espècies, que pot ser causada per les característiques del seu hàbitat, de fons arenosos de baixa profunditat.
- A la reserva de Migjorn s'observa un lleuger increment de biomassa, especialment a la reserva integral (que passa de 3,1 a 4,3 kg/250 m<sup>2</sup>). A la zona de reserva parcial hi ha diferències entre les zones de Lluçmajor i Santanyí; en aquesta última la biomassa és lleugerament superior, possiblement a causa d'un intensitat pesquera inferior i perquè està més exposada als vents estivals. La riquesa d'espècies mostra variacions temporals entorn de les 4 espècies/250 m<sup>2</sup>.
- L'Illa del Toro multiplica per quatre la seva biomassa en aigües superficials (fins als 16,8 kg/250 m<sup>2</sup>). La biomassa de les aigües profundes de l'Illa del Toro és la més gran de totes les zones d'estudi, amb 48 kg/250 m<sup>2</sup>. El nombre d'espècies mostra un lleu augment de 3,6 a 4,3 espècies/250 m<sup>2</sup> en aigües superficials i de 6,7 a 7,8 espècies/250 m<sup>2</sup> en aigües profundes.
- Les Illes Malgrats multipliquen la seva biomassa per tres en aigües superficials (assolint els 6,1 kg/250 m<sup>2</sup>), mentre que en aigües profundes la multipliquen per quatre (24 kg/250 m<sup>2</sup>). El nombre d'espècies no augmenta tant, i l'any 2020 és de 4,5 espècies/250 m<sup>2</sup> en aigües superficials i de 6 espècies/250 m<sup>2</sup> en aigües profundes.
- A la Reserva Marina de Llevant, les zones del faralló de Cala Gat i el faralló d'Albarca mostren l'any 2018 el nombre d'espècies més gran (~ 5,8 espècies/250 m<sup>2</sup>) i biomassa total (23,5 kg/250 m<sup>2</sup>) de tota la reserva. A les altres zones també s'observen



**Figura 26.** Biomassa total de les aigües profundes de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera els anys 2007 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*<sup>19</sup>

- augmentos en la riquesa, de ~ 1 espècie/250 m<sup>2</sup>, i sobretot en la biomassa de la reserva integral, que passa d'1,1 a 4,5 kg/250 m<sup>2</sup>. Malgrat això, la reserva integral té una unitat de biomassa més petita que altres zones de la reserva parcial.
- Entre els anys 2016-2020, sa Dragonera millora la seva riquesa i biomassa, especialment a la zona de reserva d'aigües superficials de cala Llebeig (5,7 espècies/250 m<sup>2</sup> i 16,3 kg/250 m<sup>2</sup>) i d'aigües profundes del cap de Llebeig (8,2 espècies/250 m<sup>2</sup> i 25,3 kg/250 m<sup>2</sup>). Això apunta a un possible *hotspot* de biomassa i diversitat en aquesta zona els propers anys.<sup>17</sup>
- En aigües superficials del Nord de Menorca, la biomassa i la riquesa són superiors a la reserva parcial (7 kg/250 m<sup>2</sup> i 4,3 espècies/250 m<sup>2</sup>) que a la reserva integral (4,2 kg/250 m<sup>2</sup> i 3,5 espècies/250 m<sup>2</sup>). En aigües profundes passa el mateix, i els indicadors són molt més baixos que a la resta d'AMP amb seguiment en profunditat (amb màxims a la reserva parcial de 14 kg/250 m<sup>2</sup> i 4,5 espècies/250 m<sup>2</sup>).
- L'Illa de l'Aire mostra al voltant de 4 espècies/250 m<sup>2</sup> i 4 kg/250 m<sup>2</sup>, mentre que al Parc Natural de s'Albufera des Grau la riquesa no arriba a les 4 espècies/250 m<sup>2</sup> ni als 2 kg de biomassa, tot i haver gaudit de més anys de protecció. El Parc Natural de s'Albufera des Grau mostra els valors més petits de biomassa de totes les AMP estudiades. Aquestes diferències poden derivar-se de les diferents característiques del fons marí i pressió pesquera que experimenten, i podria ser que aquesta fos més gran a s'Albufera des Grau.
- Als Freus d'Eivissa i Formentera s'observen increments de riquesa i biomassa amb el pas dels anys com a reserva. A la reserva integral s'assoleixen 5,9 espècies/250 m<sup>2</sup> en aigües superficials, la qual cosa suposa la màxima riquesa específica d'aigües superficials de totes les AMP estudiades. La bio-

massa d'aigües profundes és la segona en nombre (26,5 kg/250 m<sup>2</sup>) després de l'Illa del Toro.

Per a les zones amb més seguiment temporal —i per tant, amb una base de dades més àmplia— es podrien extreure conclusions sobre l'efecte reserva. No obstant això, la manca d'informació sobre la intensitat pesquera i els arts de pesca que s'hi practiquen impedeix treure conclusions més robustes. A més, s'han de considerar els condicionants naturals intrínsecs de cada zona d'estudi on es fa el seguiment de peixos,

ja que la capacitat de càrrega de les diferents zones no és la mateixa, i no es podran obtenir els mateixos resultats sota un mateix nivell de protecció.<sup>19</sup> No se sap quin és el potencial real de riquesa o biomassa de la mar Balear per poder determinar els valors de referència, ja que s'han de saber quins són els diferents factors ambientals per poder-los corregir i comparar entre zones.<sup>26</sup> Aquesta informació permetria implementar la gestió i planificació de les AMP de les Balears per obtenir millors resultats.

## REFERÈNCIES

- <sup>1</sup> BORRÀS, R. *et al.* (2009). «Monitoreig de la biodiversitat marina, de l'ús i de la freqüentació antròpica a les aigües interiors de l'illa de l'Aire». Institut Menorquí d'Estudis. [Informe tècnic].
- <sup>2</sup> GARCIA-RUBIES, A. (1997). *Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània Occidental: efecte de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció*. Barcelona: Universitat de Barcelona. [Tesi doctoral].
- <sup>3</sup> NICHOLSON, M. D.; JENNINGS, S. (2004). «Testing candidate indicators to support ecosystem-based management: the power of monitoring surveys to detect temporal trends in fish community metrics». *ICES Journal of Marine Science*, 61, 35-42. DOI:10.1016/j.icesjms.2003.09.004.
- <sup>4</sup> COLL, J.; MOREY, G.; NAVARRO, O. (2017). «Avaluació dels efectes de la protecció a la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca sobre els peixos costaners de roca i sobre la captura associada a la pesquera de sípia (*Sepia officinalis*, Linnaeus, 1758)». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>5</sup> COLL, J. *et al.* (2011). «The carrying capacity and the effects of protection level in three marine protected areas in the Balearic Islands (NW Mediterranean)». *Scientia Marina*, 76. DOI: 10.3989/scimar.03531.02H.
- <sup>6</sup> HARMELIN-VIVIEN, M. L. *et al.* (1985). «Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: méthodes et problèmes». *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 40, 467-539.
- <sup>7</sup> MARSINYACH, E. *et al.* (2018). «Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en aguas costeras de Menorca». Observatori Socioambiental de Menorca; Centro Oceanográfico de Baleares (IEO); Menorca Preservation Fundation; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears. [Informe tècnic].
- <sup>8</sup> MOREY, G. *et al.* (2003). «Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the Western Mediterranean». *Fisheries Research*, 62, 89-96.
- <sup>9</sup> FishBase: A Global Information System on Fishes. [en línia]. <www.fishbase.org>.
- <sup>10</sup> MOREY, G. *et al.* (2018). «La reserva marina del Llevant de Mallorca: Seguiment de les poblacions de peixos vulnerables de substrat rocós en el període 2008-2018». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>11</sup> COLL, J. *et al.* (2017). «La Reserva Marina del Nord de Menorca: Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2017». Govern de les Illes Balears. Servei de Millora Agrària i Pesquera; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>12</sup> COLL, J. *et al.* (2018). «La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera: Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2018». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>13</sup> CEFALÌ, M. E. *et al.* (2019). «Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en aguas costeras de Menorca». Centre Oceanogràfic de Balears de l'Institut Espanyol d'oceanografia (IEO); Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM); Menorca Preservation Fund; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears.



- <sup>14</sup> COLL, J. *et al.* (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.
- <sup>15</sup> CEFALÍ, M. E. *et al.* (2020). «Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en aguas costeras de Menorca». Centre Oceanogràfic de Balears de l'Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO); Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM); Menorca Preservation Fund; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears.
- <sup>16</sup> COLL, J.; MOREY, G.; NAVARRO, O. (2019). «Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2019». Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació, Serveis de Millora Agrària i Pesquera; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>17</sup> MOREY, G. *et al.* (2020). «Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós». Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears; Tragsatec. 134 pàgines. [Informe tècnic].
- <sup>18</sup> COLL, J. *et al.* (2012). «The carrying capacity and the effects of protection level in three marine protected areas in the Balearic Islands (NW Mediterranean)». *Scientia Marina*, 76, 809-826.
- <sup>19</sup> COLL, J. *et al.* (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, 578-590.
- <sup>20</sup> COLL, J.; MOREY, G.; NAVARRO, O. (2011). «Avaluació dels recursos íctics litorals de la Reserva Marina del Nord de Menorca. Resultats del període 2000-2011». Tragsatec; Govern de les Illes Balears. Direcció General de Medi Rural i Marí. [Informe tècnic].
- <sup>21</sup> COLL, J. *et al.* (2018). «La Reserva Marina del Freu de Sa Dragonera. Seguimiento de los peces de fondos rocosos vulnerables a la pesca». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>22</sup> MARSINYACH, E.; QUINTANA, R. (2011). «Seguiment biològic de l'illa de l'Aire, 2011: Censos d'espècies vulnerables a la pesca». Consell Insular de Menorca. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca. Agència Reserva de Biosfera. [Informe tècnic].
- <sup>23</sup> QUINTANA, R.; MARSINYACH, E.; PONS, C. (2010). «Campanya de seguiment del medi marí de Menorca: seguiment biològic dels herbassars de *Posidonia oceanica*; Avaluació i seguiment de les espècies vulnerables a la pesca en fons de roca». [en línia]. Consell Insular de Menorca. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca. [Informe tècnic]. <<http://www.obsam.cat/documents/index.php>>.
- <sup>24</sup> MOREY, G.; COLL, J.; NAVARRO, O. (2017). «La Reserva Marina de la Badia de Palma: Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>25</sup> MOREY, G. *et al.* (2018). «Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats: Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós». Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- <sup>26</sup> GARCÍA-CHARTON, J. A. *et al.* (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.

---

#### CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; MARSINYACH, E. (2021) «Seguiment de poblacions de peixos vulnerables a la pesca en AMP». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informe-marbalear.org/ca/amp/imb-amp-riquesa-biomassa-cat.pdf>>.