

LA RESERVA MARINA DEL LLEVANT DE MALLORCA. SEGUIMIENTO DE LAS ESPECIES ÍCTICAS VULNERABLES SOBRE SUBSTRATO ROCOSO. Noviembre de 2020.

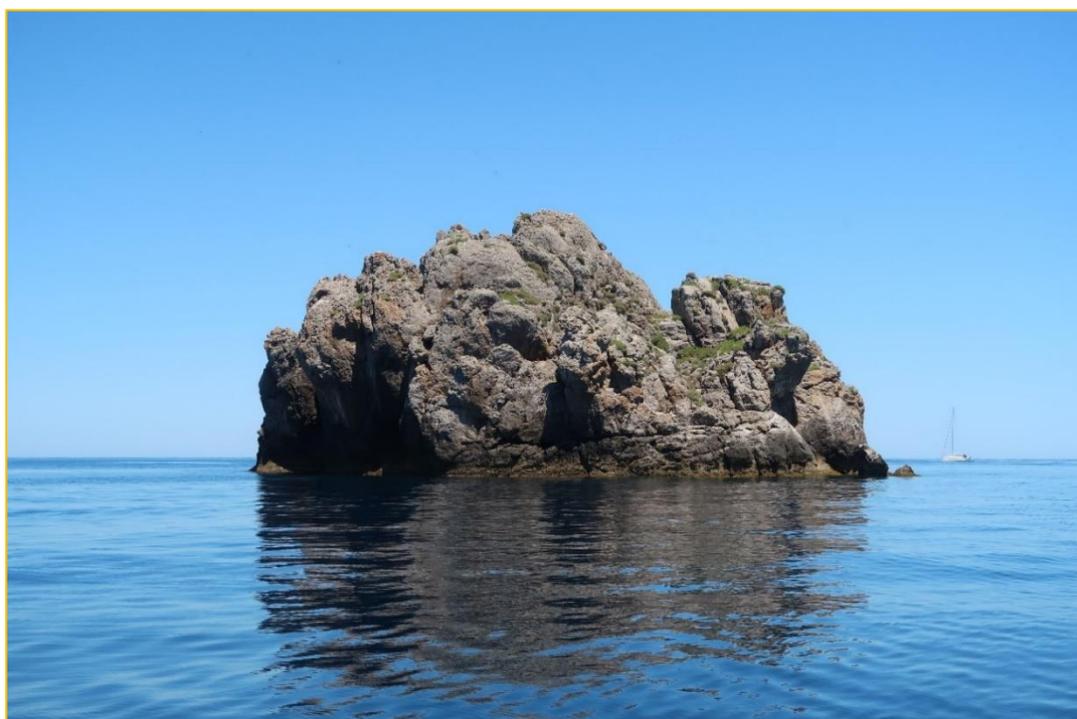


G CONSELLERIA
O AGRICULTURA,
I PESCA I ALIMENTACIÓ
B SERVEIS MILLORA
/ AGRÀRIA I PESQUERA



UNIÓN EUROPEA

FONDO EUROPEO MARÍTIMO
Y DE PESCA (FEMP)



Autores:

Gabriel Morey, Josep Coll (Tragsatec)

Miguel Pozo

Oliver Navarro (Govern de les Illes Balears)

Citar como:

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

Fotografía de portada: el Faralló d'Albarca, lugar de muestreo situado en la reserva parcial de ámbito autonómico.

INDICE

Resumen ejecutivo.....	7
1. Introducción y antecedentes	11
2. Material y métodos.....	13
2.1. Diseño de muestreo.....	13
2.2. Toma de datos.....	15
2.3. Tratamiento estadístico de los datos.....	17
3. Resultados.....	19
3.1. Evolución temporal de los indicadores en los 5 niveles de protección durante el periodo 2008-2020.....	19
3.1.1. Riqueza de especies vulnerables.....	19
3.1.2. Densidad total de especies vulnerables (Dt).....	27
3.1.3. Densidad de especies demersales de mayor nivel trófico (NT>3,5).....	30
3.1.4. Biomasa total de especies vulnerables (Bt).....	32
3.1.5. Biomasa de especies demersales de mayor nivel trófico (NT>3,5).....	51
3.2. El Faralló d'Albarca y el Faralló de Cala Gat.....	54
3.2.1. Riqueza de especies vulnerables.....	54
3.2.2. La densitat total de especies vulnerables.....	56
3.2.3. La densidad de especies demersales de mayor nivel trófico (NT>3,5).....	57
3.2.4. La biomasa total de especies vulnerables (Bt).....	58
3.2.5. La biomasa de especies demersales de mayor nivel trófico (NT>3,5).....	60
4. Discusión y conclusiones.....	63
5. Referencias bibliográficas.....	68

RESUMEN EJECUTIVO

La Reserva Marina del Llevant de Mallorca-Cala Rajada (RMLL) fue establecida en 2007, y al año siguiente se inició el seguimiento científico de las poblaciones de peces vulnerables. Desde entonces, se han llevado a cabo 6 campañas de seguimiento, en los años 2008, 2009, 2010, 2016, 2018 y 2020, contando pues con una serie histórica que abarca 13 años. Este seguimiento tiene por objetivo describir los cambios producidos a lo largo del tiempo en zonas sometidas a distinto grado de protección, comparando para ello las zonas de reserva integral, de reserva parcial, y zonas no protegidas tomadas como control. Todas estas campañas se han llevado a cabo mediante censos visuales en inmersión con escafandra autónoma a profundidades situadas entre 3 y 15 m, sobre transectos de 50x5 m (250 m²), que suponen un método no destructivo, estandarizado, y por ello especialmente adecuado para el seguimiento de áreas marinas protegidas. El número de transectos efectuados en cada campaña varió entre 50 y 90, totalizando 430 transectos equivalentes a un área de 107.500 m². Además, en 2016, 2018 y 2020 también se realizaron 54 transectos en el Faralló d'Albarca (situado en la reserva parcial de ámbito autonómico) y en el Faralló de Cala Gat (en la reserva parcial de ámbito estatal), que supusieron un área de 13.500 m². Así, el total de transectos llevados a cabo entre 2008 y 2020 fue de 484, equivalentes a 121.000 m², y que supusieron alrededor de 300 horas de inmersión.

La campaña de 2020 se llevó a cabo entre los días 15 y 23 de septiembre. En este informe se presentan los resultados de la evolución de una serie de indicadores (riqueza específica, densidad y biomasa de la comunidad formada por las especies ícticas de fondos rocosos litorales y vulnerables a la pesca) en dos escenarios: por una parte, comparando cinco zonas (la reserva integral, la reserva parcial de ámbito autonómico -o de aguas interiores-, la reserva parcial de ámbito estatal -o de aguas exteriores- y dos zonas control situadas fuera de la RMLL). Por otra, se ha analizado la evolución de esos indicadores en el Faralló d'Albarca y en el Faralló de Cala Gat, pero sin compararlos entre sí debido al distinto tiempo de protección de cada uno frente a diversas modalidades de pesca.

Los resultados obtenidos en la campaña de 2020 continúan evidenciando una respuesta positiva de los indicadores analizados en todas las zonas muestreadas dentro de cada nivel de protección. No obstante, el hecho de que los valores de esos indicadores también hayan aumentado en las zonas control provoca que no se detecten diferencias estadísticamente significativas debidas a la protección. Este fenómeno se ha observado también en el seguimiento de otras reservas marinas de las Illes Balears, y responde, esencialmente, a una recuperación de las poblaciones de sargo *Diplodus sargus* y mojarra *Diplodus vulgaris* a causa de una menor mortalidad general por pesca.

La biomasa total de peces vulnerables, tomada como el principal indicador del efecto reserva, muestra un incremento en la reserva integral respecto a años anteriores

(promedio de x7 entre las dos zonas estudiadas), lo que no permite afirmar que se haya alcanzado la capacidad de carga del sistema.

La biomasa de peces de interés pesquero muestra una clara respuesta a la prohibición de la pesca submarina en la reserva parcial de ámbito autonómico (RPBal), donde estaba permitida hasta 2016. Los dos sitios de muestreo de la RPBal incrementaron su biomasa x6,5 entre 2008 y 2020, aunque la tasa de incremento no resultó homogénea: se mantuvo relativamente constante desde 2008 en Es Bufador hasta alcanzar los 5,1 kg/250 m² (x1,8 desde 2016), pero Cala Matzoc respondió más claramente a la prohibición de la pesca submarina, llegando a los 5,8 kg/250 m² (x3,7 desde 2016). Este hecho se observó también en el Faralló d'Albarca, que alcanzó los 11 kg/250 m² (x5,6 desde 2016). Además, en los tres sitios de muestreo citados se produjeron cambios en la composición de la comunidad, en la que ganaron importancia especies de nivel trófico elevado y longevas como los meros y el corvallo, indicando el tránsito hacia una comunidad más madura en respuesta a la protección. Como se ha demostrado en el resto de reservas marinas de las Illes Balears, al efecto de la protección se le ha de añadir el efecto del hábitat, cuyas características influyen en las diferencias entre localidades de muestreo. Así, los valores de biomasa total presentan variaciones notables entre localidades sometidas al mismo grado de protección. Del mismo modo, es habitual que zonas de reserva parcial presenten valores superiores a los de reserva integral, respondiendo a unas mejores condiciones de hábitat.

Estas diferencias a nivel local fueron especialmente marcadas en la reserva parcial de ámbito estatal (RPEsp), donde se obtuvo el valor más elevado de biomasa (11,8 kg/250 m² en N'Alegre) y el más bajo (3,7 kg/250 m² en s'Escull d'en Patilla). Aunque la biomasa se incrementó en ambas localidades entre 2008 y 2020, dicho aumento (x2,5 y 1,6, respectivamente) fue menos acusado que en el resto de localidades de la RMLL.

El Faralló d'Albarca mostró diferencias significativas entre 2016 y 2020 en la evolución de la mayoría de indicadores analizados. Aumentó su riqueza específica hasta las 6 especies por transecto, y también la densidad de peces con nivel trófico superior a 3,5. Tanto la biomasa total (11 kg/250 m² en 2020) como la de peces de mayor nivel trófico (4,5 kg/250 m²) también aumentaron de manera significativa. Estos tres últimos indicadores estuvieron influenciados por el aumento en la abundancia de diferentes especies de meros (*E. marginatus*, *E. costae* y *M. rubra*) y el corvallo (*S. umbra*). Las diferencias temporales halladas por los análisis estadísticos señalaron un incremento a partir de 2016, tras la prohibición de la pesca submarina en la RPBal, donde se encuentra el Faralló d'Albarca.

En el Faralló de Cala Gat, situado en la RPEsp, los indicadores también mostraron una progresión. Aunque esta no fuera estadísticamente significativa, el aumento paulatino de los valores pone de manifiesto la respuesta a la protección. La riqueza específica fue la mayor de todas las zonas estudiadas en la RMLL, situándose en 6,8 especies/250 m² en 2020. Igualmente, la densidad total (86 individuos/250 m²) y la densidad de peces de mayor nivel trófico (12 individuos/250 m²) fueron las más elevadas. Lo mismo sucedió con la biomasa total (25,2 kg/250 m²) y la de peces de mayor

nivel trófico (12,3 kg/250 m²), lo que convierte al Faralló de Cala Gat en el segundo punto con mayor biomasa de entre los muestreados en el conjunto de las reservas marinas de las Illes Balears, solo superado por la isla de El Toro. No obstante, cabe señalar que el Faralló de Cala Gat no puede tomarse como representativo del conjunto de la RMLL, ya que las condiciones de hábitat no son extrapolables al resto de la reserva.

En definitiva, la RMLL viene ofreciendo una buena respuesta a las medidas de gestión, especialmente evidentes tras la prohibición de la pesca submarina. En 2020, tras 13 años desde la creación de la reserva, no se observan indicios de que se haya alcanzado la capacidad de carga, por lo cual es probable que los indicadores analizados sigan en progresión en los enclaves con mayor calidad de hábitat.

Los resultados del presente informe deben circunscribirse a la franja rocosa litoral, teniendo en cuenta que representa un hábitat minoritario en el conjunto de la reserva, y que para una mejor caracterización de los efectos de la reserva sobre la comunidad íctica es aconsejable combinar el seguimiento actual con otros métodos (e.g. seguimiento pesquero, pescas experimentales, ampliar los censos visuales a una selección de localidades, etc.).

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

A partir de la solicitud cursada en 2001 por parte del sector pesquero de la cofradía de Cala Rajada, en 2007 se creó la Reserva Marina del Levante de Mallorca-Cala Rajada (RMLL) con el objetivo de proteger los recursos pesqueros locales. En 2003 la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears llevó a cabo un estudio previo para obtener una descripción lo más precisa posible de las poblaciones de peces de roca con interés pesquero presentes en la RMLL. Los resultados de este trabajo (Morey et al., 2005) permitieron determinar el estado cero o punto de partida, base indispensable para evaluar la evolución temporal de las poblaciones de peces en función de las eventuales medidas de gestión que se puedan establecer en una zona. También con anterioridad a la creación de la RMLL, el Centre Oceanogràfic de Balears (Instituto Español de Oceanografía) realizó un estudio (proyecto PESCALA I) de las pesquerías artesanales en el ámbito de la futura reserva para establecer el punto cero. Las limitaciones de usos y actividades establecidas en la reserva una vez creada fueron fruto de acuerdos entre las administraciones responsables del desarrollo normativo relativo a la pesca en este entorno y otros sectores involucrados, como cofradías de pescadores, asociaciones de pesca deportiva y representantes de asociaciones empresariales relacionadas con el turismo.

La zonificación de la RMLL resultante es compleja, con diferentes regulaciones relativas a las características de los artes y el esfuerzo de pesca permitidos, así como la limitación de otros usos y actividades. Esta estructuración espacial y su reglamentación, con un área central de máxima protección (reserva integral, en la zona del Cap Ferrutx), rodeada por un área de amortiguación, donde ciertas modalidades de pesca y otros usos están regulados, atiende a la capacidad de recuperación de los ecosistemas marinos litorales sujetos a protección y su capacidad de aportar recursos pesqueros a las zonas adyacentes (Goñi et al., 2006, 2008; Stobart et al., 2008). En la Figura 1.1 se muestra la zonificación tenida en cuenta en el presente estudio, donde se han considerado 3 niveles de protección en el interior de la RMLL: 1) Reserva integral, donde se prohíbe cualquier actividad extractiva; 2) Reserva parcial de ámbito autonómico, situada en la zona de aguas interiores y gestionada por el Govern de les Illes Balears, donde se permite la pesca artesanal y la recreativa con regulaciones de artes, aparejos y esfuerzo pesquero; y 3) Reserva parcial de ámbito estatal, situada en la zona de aguas exteriores y gestionada por el Gobierno de España, donde se permite la pesca artesanal y la recreativa con regulaciones de artes, aparejos y esfuerzo pesquero.

La eficacia de una reserva marina para la recuperación de las especies objetivo de la pesca en los ecosistemas litorales depende de multitud de factores de diversa naturaleza. El seguimiento de las poblaciones después del inicio de la protección permite evaluar la evolución de los recursos pesqueros de forma empírica y certificar la

idoneidad de las medidas de gestión o, de lo contrario, ofrecer la información necesaria para establecer medidas correctoras.

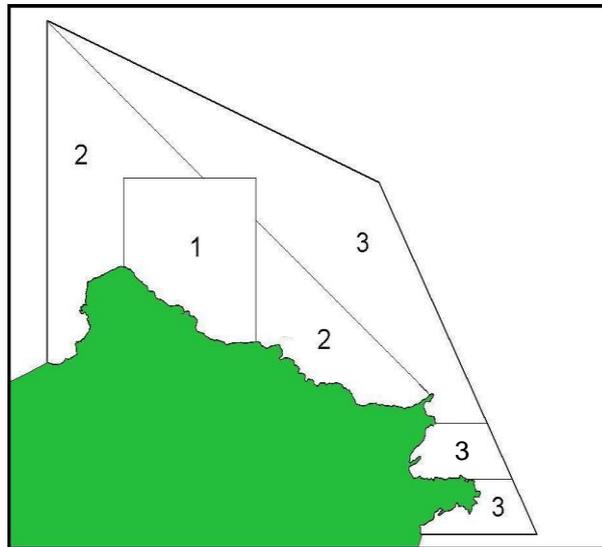


Figura 1.1. Zonificación establecida en la RMLL. 1: Reserva integral; 2: Reserva parcial de ámbito balear; 3) Reserva parcial de ámbito estatal. No se han diferenciado las áreas etiquetadas como 3 que, a pesar de estar identificadas en la normativa, no disponen de medidas diferenciadas de gestión tal como ocurre también con el Faralló d'Albarca.

Entre 2008 y 2010 la Direcció General de Pesca i Medi Marí y el Centre Oceanogràfic de Balears realizaron conjuntamente el seguimiento científico de las poblaciones de peces litorales de la RMLL, que quedó interrumpido hasta que en 2016 se reanudó. El presente informe técnico se corresponde con los resultados del seguimiento que la Direcció General de Pesca i Medi Marí ha realizado en 2020. En el informe se incluye el análisis de la serie temporal obtenida (años 2008, 2009, 2010, 2016, 2018 y 2020). Se dispone, por tanto, de datos correspondientes a un período de 13 años (2008 hasta 2020), lo que nos permite extraer conclusiones importantes sobre el funcionamiento de la reserva marina, de la normativa y gestión aplicadas y del propio funcionamiento del ecosistema en este lugar del archipiélago balear.

El grueso del informe se basa en la comparación de indicadores sobre el estado de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca entre cinco niveles de gestión diferentes y a lo largo del tiempo. La evolución de estos indicadores en la reserva integral (en la zona del Cap Ferrutx), en la zona de reserva parcial autonómica (entre s'Arenalet d'Albarca y el Cap des Freu), y en la zona de reserva parcial estatal (entre el Cap des Freu y Cala Rajada), además de las zonas control abiertas a la pesca (control norte: área del Cap Pinar; control sur: entre Cala Rajada y Canyamel) debe permitir determinar la efectividad de las medidas de protección. Es importante señalar que, hasta 2016, la normativa reguladora de las actividades extractivas en la reserva marina no había

cambiado sustancialmente en ninguno de los tres niveles de protección mencionados. A finales de 2016, sin embargo, se publicó el Decret 71/2016, de 16 de diciembre, por el que se regulan las actividades de extracción de flora o fauna marinas y las actividades subacuáticas en la Reserva Marina del Levante de Mallorca. Con este decreto, además de modificar los períodos de uso de los diferentes aparejos permitidos para la pesca profesional, se prohibió la práctica de la pesca submarina en la zona de reserva parcial de ámbito autonómico.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Diseño de muestreo

El muestreo se ha basado en poder contrastar 5 niveles de protección diferentes:

- a) RI: reserva integral o protección máxima.
- b) RPBal: reserva parcial en la zona de aguas interiores (o de ámbito autonómico), gestionadas por el Govern de les Illes Balears, donde se permite la pesca artesanal y la pesca recreativa. Como hecho diferenciador de la RPEsp, la pesca submarina estuvo permitida en la RPBal hasta diciembre de 2016.
- c) RPEsp: reserva parcial en la zona de aguas exteriores (o de ámbito estatal), gestionadas por el Gobierno de España, donde se permite la pesca artesanal y la pesca recreativa.
- d) Control Norte: zona fuera de la RMLL, situada en la península del Cap Pinar, y abierta a la pesca.
- e) Control Sur: zona fuera de la RMLL, situada al sur de la RMLL, y abierta a la pesca.

Las dos zonas control se han considerado como niveles de protección diferentes por dos motivos. Por una parte, debido a la distancia y características específicas de una y otra. Por otra, para mantener equilibrado el diseño de muestreo, con el mismo número de réplicas o transectos en cada nivel de protección.

Para tener en cuenta fuentes de variación de mediana escala espacial de cientos a miles de metros (García-Charton et al., 2004) y para evitar pseudoreplicación, dentro de cada nivel de protección y siempre para fondos rocosos se han elegido 2 sitios de muestreo (Figura 2.1). Estos sitios (o *sites*) fueron los siguientes:

NIVEL DE PROTECCIÓN	SITE	CÓDIGO
Reserva Integral	Cala Fosca	R1
Reserva Integral	N'Alitx	R2
Reserva Parcial de ámbito balear	Altina de Cala Matzoc	RPBal1
Reserva Parcial de ámbito balear	Es Bufador	RPBal2
Reserva Parcial de ámbito balear *	Faralló d'Aubarca*	RPBal3
Reserva Parcial de ámbito estatal	N'Alegre	RPEsp1
Reserva Parcial de ámbito estatal	Escull d'en Patilla	RPEsp2
Reserva Parcial de ámbito estatal **	Faralló de Cala Gat **	RPEsp3
Control norte	Caletes des Cap Pinar	CN1
Control norte	La Solana	CN2
Control sur	Es Carregador	CS1
Control sur	Es Morràs	CS2

Dentro de estos sitios de muestreo se realizó un número distinto de transectos según el año. Así, en cada sitio llevaron a cabo 6 transectos en 2008, 5 en 2009 y 2010, y 9 en 2016, 2018 y 2020. El número total de transectos en el período de estudio ha sido de 430: T1: 2008 (N= 60), T2: 2009 (N= 50), T3: 2010 (N= 50), T4: 2016 (N= 90), T5: 2018 (N=90), T6: 2020 (N=90).

El Faralló d'Albarca (*) y el Faralló de Cala Gat (**) solamente fueron muestreados en 2016, 2018 y 2020, por lo cual han sido objeto de un análisis separado. Este análisis tiene un carácter preliminar; al tratarse de una serie temporal corta (5 años), no se han llevado a cabo comparaciones espaciales con las zonas control, y únicamente se ha analizado cómo ha variado la riqueza específica, la densidad y la biomasa de especies vulnerables dentro de cada una de estas zonas. El número de transectos en estas dos zonas ha sido de 9 por sitio y año (N=54).

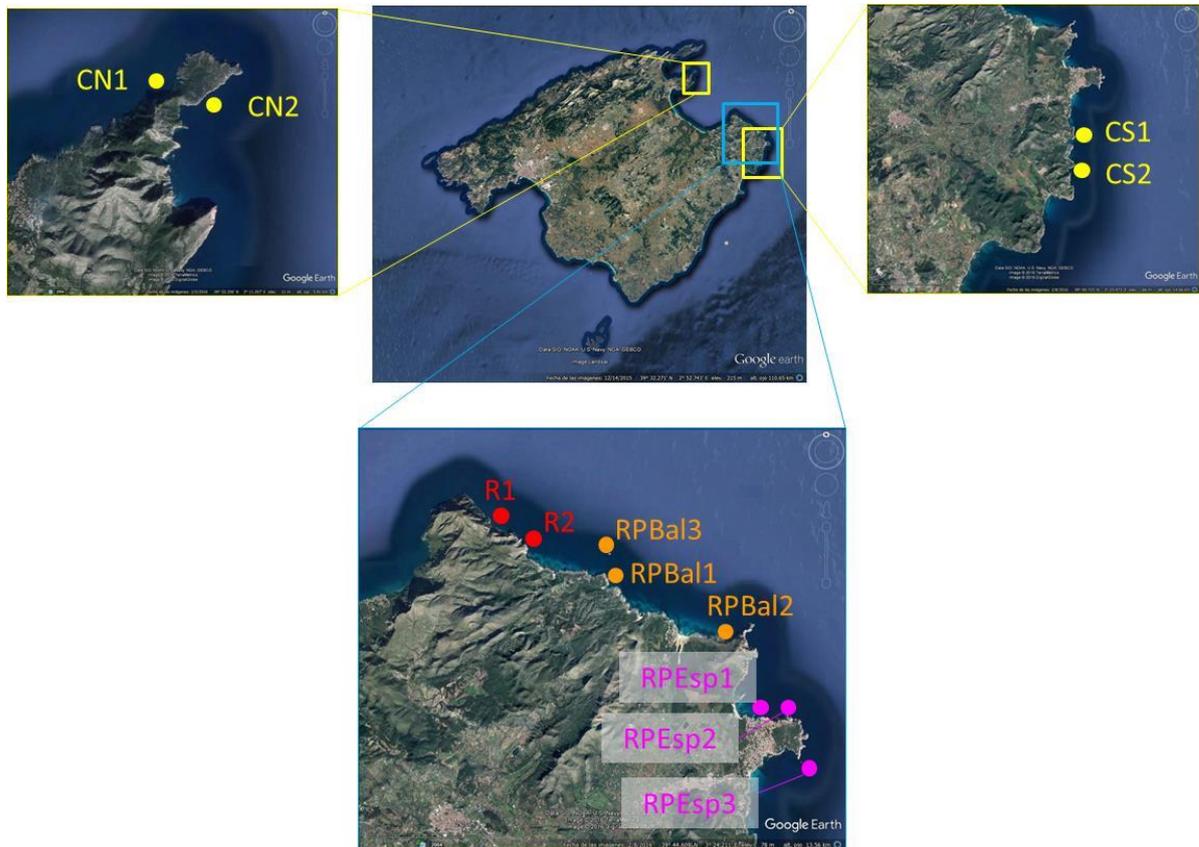


Figura 2.1. Mapa de la zona de estudio con la localización de los sitios muestreados.

2.2. Toma de datos

La unidad de muestra fue el transecto de 50x5 m que se extendía sobre el perfil del fondo con una cinta métrica mientras el buceador avanzaba. Cada transecto fue muestreado por un solo buceador sobre un conjunto de especies que por sus características lo hacía casi cerrado: especies de sustrato rocoso, objetivo de la pesca profesional, submarina y recreativa y con *home ranges* reducidos. Son especies que en su mayoría se agrupan en las categorías espaciales 3, 5 y 6 de Harmelin (1987). Este grupo reducido de especies mejora considerablemente la precisión del censo, tal como Greene y Alevizon (1989) demostraron con el llamado *Discret Group Censusing*; consume menos tiempo y permite un mayor número de réplicas que cuando se tiene en cuenta toda la comunidad de peces. Asimismo, al tratarse de un método de toma de datos no destructivo, su aplicación es especialmente adecuada en estudios relacionados con las áreas marinas protegidas. Cada buceador estaba familiarizado en el reconocimiento de las especies, el censo y la estima de las tallas tras seguir protocolos de entrenamiento con distribuciones de peces artificiales y contrastar el agrupamiento por clase de talla que menos diferencia proporciona entre la distribución observada y la real mediante un test de Kolmogorov-Smirnov (Bell et al., 1985). Todos los transectos se distribuyeron al azar siempre sobre sustrato rocoso entre 3 y 15 m de profundidad y con

una distancia entre transectos contiguos superior a 20 m para evitar casos de autocorrelación (Ordines et al., 2005).

Sobre cada uno de los transectos se identificaron las especies objetivo y se estimó el número de individuos y su talla. Se procuró, en todo caso, que la estima del número de ejemplares fuera lo más precisa posible. Si los peces formaban grupos densos, se atribuyó el número de individuos estimado a clases de abundancia preestablecidas que seguían, aproximadamente, una progresión geométrica de clase 2 (1; 2; 3-5; 6-10; 11-30; 31-50; 51-100; etc.). Las tallas se estimaron en clases de 2cm. El error en la estimación visual de las tallas ha demostrado ser mínimo en ejemplares de hasta 30 cm de longitud total, pero se incrementa, tendiendo a una cierta subestima, en clases de talla superiores. En cualquier caso, y a pesar del error inherente al observador, ha sido demostrado que a partir de inventarios visuales, incrementando si es necesario el intervalo establecido en la precisión (de 2 a 4 o 5 cm), en peces con tamaños variables de hasta 60 cm de longitud total, se podía obtener una distribución de tallas que no difería significativamente de la real.

Las especies vulnerables observadas en los transectos se pudieron agrupar dentro de las categorías espaciales 1, 3, 5 y 6 de las seis que fueron definidas por Harmelin (1987) y que, brevemente descritas, son las siguientes:

Categoría 1: peces que se mueven en aguas libres, generalmente muy móviles y de carácter errático. Pueden formar bancos y son de actividad generalmente diurna. Entre ellas encontramos el dentón (*Dentex dentex*), la serviola o pez de limón (*Seriola dumerili*) y las barracudas (*Sphyraena* spp).

Categoría 3: peces característicamente necto-bentónicos, en general mesófagos, que efectúan desplazamientos verticales moderados y horizontales importantes, pero con una marcada fidelidad por zonas determinadas. Todos pertenecen a la familia de los espáridos y presentan una actividad básicamente diurna. Los sargos picudos, los sargos y las mojarras (*D. puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris*), la chopo (*Spondylisoma cantharus*) la dorada (*Sparus aurata*) son los representantes típicos. Esta categoría está integrada por especies que eran muy apreciadas por los pescadores profesionales, deportivos y submarinos; por lo cual son *a priori* buenas indicadores del grado de explotación o de protección de una zona determinada (García-Rubies, 1997; 1999).

Categoría 5: Peces necto-bentónicos meso y macrocarnívoros, marcadamente sedentarios, con desplazamientos verticales y horizontales poco importantes. Los grandes lábridos (*Labrus* spp.) y los serránidos (*Epinephelus* spp. y *Mycteroperca rubra*) son los representantes más típicos.

Categoría 6: Peces necto-bentónicos muy sedentarios con desplazamientos verticales y horizontales poco importantes, que dependen de guaridas que ofrecen un refugio momentáneo o un reposo cíclico. Pueden presentar una actividad diurna o nocturna; en esta categoría se incluyen especies como el congrio (*Conger conger*), la morena (*Muraena helena*), el corvallo (*Sciaena umbra*), los escorpénidos o la brótola de roca (*Phycis phycis*).

Además de los datos referentes al poblamiento de peces, sobre cada transecto se realizó una caracterización del hábitat en base a los rasgos más relevantes del fondo. Así, se registró siempre la profundidad mínima, máxima y media, y se tipificó la naturaleza física del sustrato en base al tipo de cobertura. Esta se diferenció en: roca homogénea; grandes bloques ($\varnothing > 2\text{m}$), bloques medios ($1\text{m} < \varnothing < 2\text{m}$) y bloques pequeños ($\varnothing < 1\text{m}$); la cobertura de arena o grava, y la de *Posidonia oceanica*. Las coberturas de cada tipo de sustrato se estimaron en base a los porcentajes ocupados sobre la longitud total del transecto, señalada por la cinta métrica de 50m que sirve de cuerda guía. El relieve del fondo, o "rugosidad" (sensu Lukhurst y Lukhurst, 1978), se estimó de visu, estableciéndose una escala de 4 grados: 1: relación entre la longitud real y la longitud lineal, igual o ligeramente superior a 1, sin grietas ni anfractuosidades aparentes, ni importantes variaciones verticales; 2: relación entre ambas longitudes claramente superior a 1, con variaciones verticales poco importantes (menores de 2m) y pocas grietas y anfractuosidades; 3: relación entre longitud real y lineal claramente superior a 1,5, con grietas y anfractuosidades de una cierta entidad, ocupando, al menos un 25% de la longitud total del transecto y/o variaciones verticales de más de 2m; 4: presencia de grietas importantes, ocupando más del 25% de la longitud del transecto y/o profundas variaciones verticales con una relación entre la longitud real y la lineal cercana o superando el 2. Finalmente, en cada transecto se estimó la pendiente del sustrato en base a una escala establecida del 1 al 4, siendo: 1, una pendiente de entre 0 y 30°; 2 de 30 a 60; 3 de 60 a 90°; y 4, si la pendiente superaba los 90°, formando superficies extraplomadas.

2.3. Tratamiento estadístico de los datos

En cuanto a los peces, se calcularon los siguientes indicadores a partir de la información de cada transecto:

- La riqueza de especies (número de especies/250 m²), considerando todas las especies vulnerables (categorías 1, 3, 5 y 6).
- La abundancia, medida como densidad de peces (número de individuos/250 m²), considerando solamente las especies demersales (categorías 3, 5 y 6).
- La biomasa total (kg/250 m²), considerando solamente las especies demersales (categorías 3, 5 y 6).
- La abundancia y la biomasa de las especies demersales con nivel trófico superior a 3,5 (según Froese y Pauly, 2020). Estas especies son indicadoras de madurez del ecosistema, en el sentido de la sucesión ecológica (Margalef, 1993; Sandin y Sala, 2012) y acotan el análisis a un grupo de especies con alto grado de residencia o fidelidad espacial. Las especies pertenecientes a este grupo y censadas durante el estudio fueron: el congrio (*Conger conger*), la morena (*Muraena helena*), la dorada (*Sparus aurata*), el merlo (*Labrus merula*), el gallano (*Labrus mixtus*), el bodión verde (*Labrus viridis*), el falso

abadejo (*Epinephelus costae*), el mero (*Epinephelus marginatus*), el mero dentón (*Epinephelus caninus*), el gitano (*Mycteroperca rubra*), el corvallo (*Sciaena umbra*), el rascacio (*Scorpaena porcus*), el cabracho (*Scorpaena scrofa*), la cabriela (*Scorpaena notata*) y el roncadador (*Pomadasys incisus*).

El efecto del tiempo de protección en cada uno de los 5 niveles considerados fue comprobado mediante un análisis de la varianza (ANOVA) con un factor fijo, llamado "Protección" (Ph), que recoge las diferencias entre los niveles de protección y se replica espacialmente en "sites" (Zi), aleatorios y encajados dentro del nivel de protección. Para estos factores espaciales se analizó el efecto de la interacción con el tiempo Tj . Así, cada réplica o transecto ($Xhijk$) se puede definir como la suma de la media global (μ) de todas las réplicas efectuadas, más la variación creada por el efecto protección (Ph), más la variación debida al site i en el nivel de protección h $Zi(h)$, más el efecto del tiempo (años 2008, 2009, 2010 y 2016; Tj), más la interacción del tiempo con cada site $Tj \times Zi(h)$, más la interacción del tiempo con la protección $Tj \times Ph$, más el término de error debido a la variación entre réplicas ($ehijk$). El modelo lineal queda, pues: $Xhijk = \mu + Ph + Zi(h) + Tj + Tj \times Zi(h) + Tj \times Ph + ehijk$. Previamente al análisis se comprobó la homogeneidad de las varianzas (mediante el test de Cochran (Zar, 1984)), la ausencia de correlación entre medias y desviaciones típicas, y la normalidad de los datos. En el caso, frecuente, que no cumplieran estos requerimientos, los datos fueron transformados logarítmicamente ($x' = \log(x + 1)$). En cualquier caso, los datos fueron analizados a pesar de que no se cumplieran todas estas condiciones, tomando la precaución de elevar el nivel de significación hasta 0,01 (en lugar del habitual $p < 0,05$) con el fin de evitar el riesgo de cometer un error de tipo I, es decir, de afirmar que hay diferencias cuando realmente no las hay (Underwood, 1997).

En los casos en que se detectó interacción $Tj \times Ph$, se analizaron las diferencias entre los diferentes años o entre los niveles de protección en el primer y el último año de estudio mediante los tests a posteriori de Newman-Keuls.

En los análisis de la interacción entre tiempo y el nivel de protección se procedió a realizar un *pooling* de los términos de error y del efecto zona cuando las diferencias detectadas para este efecto anidado presentasen una probabilidad de aceptación de la hipótesis nula, cuando ésta es verdadera, mayor a 0,25 (Underwood, 1997). De esta manera se incrementa el poder de detectar diferencias debidas a la interacción entre los diferentes niveles de protección.

Para el Faralló d'Albarca y el Faralló de Cala Gat, que cuentan con una serie histórica de datos más corta (2016-2020) y con distinto tipo de protección en partes de dicho periodo, solamente se analizó el factor tiempo en cada una de las dos zonas.

Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico Statistica 6.0.

3. RESULTADOS

3.1. EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES EN LOS 5 NIVELES DE PROTECCIÓN DURANTE EL PERIODO 2008-2020.

3.1.1. Riqueza de especies vulnerables

Durante el periodo de estudio, y en el conjunto de los cinco niveles de protección considerados, se han registrado 27 especies (Tabla 3.1). El mayor número de especies se observó en la reserva integral (21), seguida de la reserva parcial autonómica (19) y la estatal (18), y por último las zonas control norte (17) y sur (16). La familia que presentó más especies fue la de los espáridos (6 especies; de entre las cuales destacan, por su abundancia, *Diplodus sargus* y *Diplodus vulgaris*), seguida de los serránidos (4 especies), y de los lábridos y los escorpénidos (3 en cada caso).

La riqueza específica aumentó en todos los niveles de protección (Figura 3.1 y Tabla 3.2). En la reserva integral se incrementó desde 3,5 especies/250 m² en 2008 hasta las 4,5 en 2020. La reserva parcial de ámbito autonómico fue la que experimentó un incremento más acusado, pasando de 3,3 a 4,8, mientras que en la reserva parcial estatal ese incremento fue más modesto (de 3,9 a 4,3). La zona control norte también observó un aumento en la riqueza media similar a la de la reserva autonómica (de 3,3 a 4,9). Dentro de cada nivel de protección no existieron diferencias entre las dos zonas muestreadas (Tabla 3.3), por lo que se analizó el efecto entre el tiempo y el nivel de protección. De esta manera, se detectaron diferencias entre años, con valores de 2010 inferiores a los del resto de la serie, y con los de 2020 superiores al resto (Tabla 3.4). El análisis de la varianza también detectó diferencias entre niveles de protección, pero el test *a posteriori* no pudo identificarlos (Tabla 3.5).

Tabla 3.1. Abundancia de las especies registradas en cada nivel de protección durante las campañas llevadas a cabo en el periodo 2008-2020. RI: reserva integral; RPBAL: reserva parcial autonómica; RPESP: reserva parcial estatal; CN: control norte; CS: control sur.

	RI						RPBAL						RPESP					
	2008	2009	2010	2016	2018	2020	2008	2009	2010	2016	2018	2020	2008	2009	2010	2016	2018	2020
Categoría 1																		
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	22	14	0	8	0	2	2	0	1	0	1	1	5	3	0	1	0	2
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	75	0	0	0	0	37	13	0	1	0	10	52	2	4	0	2	53	151
<i>Sphyraena viridensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Categoría 3																		
<i>Diplodus puntazzo</i>	6	4	6	6	9	7	0	5	2	6	16	14	6	7	4	15	11	11
<i>Diplodus sargus</i>	63	53	56	236	127	215	69	65	12	145	112	110	144	73	80	154	179	219
<i>Diplodus vulgaris</i>	140	94	138	322	420	530	137	157	129	177	318	306	190	253	174	403	316	472
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	2	0	1
<i>Spondylisoma cantharus</i>	2	0	3	8	9	6	4	0	2	7	2	8	1	4	51	9	5	3
Categoría 5																		
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	1	1	2	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	1	3	0	9	14	31	4	0	1	2	18	24	5	5	0	6	23	27
<i>Labrus merula</i>	4	2	4	6	5	10	4	3	1	9	3	12	1	3	1	7	2	4
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	2	0	0	3	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	1	2	2	1	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	1	8	1	16	11	12	1	2	0	6	17	37	10	2	3	14	19	27
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.1. (cont.).

	RI						RPBAL						RPESP					
	2008	2009	2010	2016	2018	2020	2008	2009	2010	2016	2018	2020	2008	2009	2010	2016	2018	2020
Categoría 6																		
<i>Conger conger</i>	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	1	0	0	1	2	0	1
Nombre total d'espècies	11	10	9	16	13	11	9	7	11	9	16	14	12	10	9	12	11	13

Tabla 3.1. (cont.).

	CN						CS					
	2008	2009	2010	2016	2018	2020	2008	2009	2010	2016	2018	2020
Categoría 1												
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	1	0	1	2	0	5	5	0	0	0	3	0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	52	23	5	0	0	22	65	19
<i>Sphyaena viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Categoría 3												
<i>Diplodus puntazzo</i>	15	5	3	10	14	11	5	2	0	9	11	12
<i>Diplodus sargus</i>	37	64	27	106	59	88	103	70	51	121	123	143
<i>Diplodus vulgaris</i>	260	100	85	396	481	392	156	84	159	203	194	264
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Spondylisoma cantharus</i>	2	2	0	0	2	2	4	0	22	22	6	19
Categoría 5												
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	1	3	0	4	6	9	4	4	0	0	12	24
<i>Labrus merula</i>	0	1	0	2	1	4	1	2	3	5	0	6
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	4	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	6	1	0	2	10	26	1	2	0	2	0	21
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.1. (cont.).

	CN						CS					
	2008	2009	2010	2016	2018	2020	2008	2009	2010	2016	2018	2020
Categoría 6												
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	1	1	2	4	3	0	0	0	5	1	2
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	1	0	0	0	3	0	1	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	1	0	3	0	1	0	0	0	0
Nombre total d'espècies	8	9	6	10	10	15	10	8	6	10	9	9

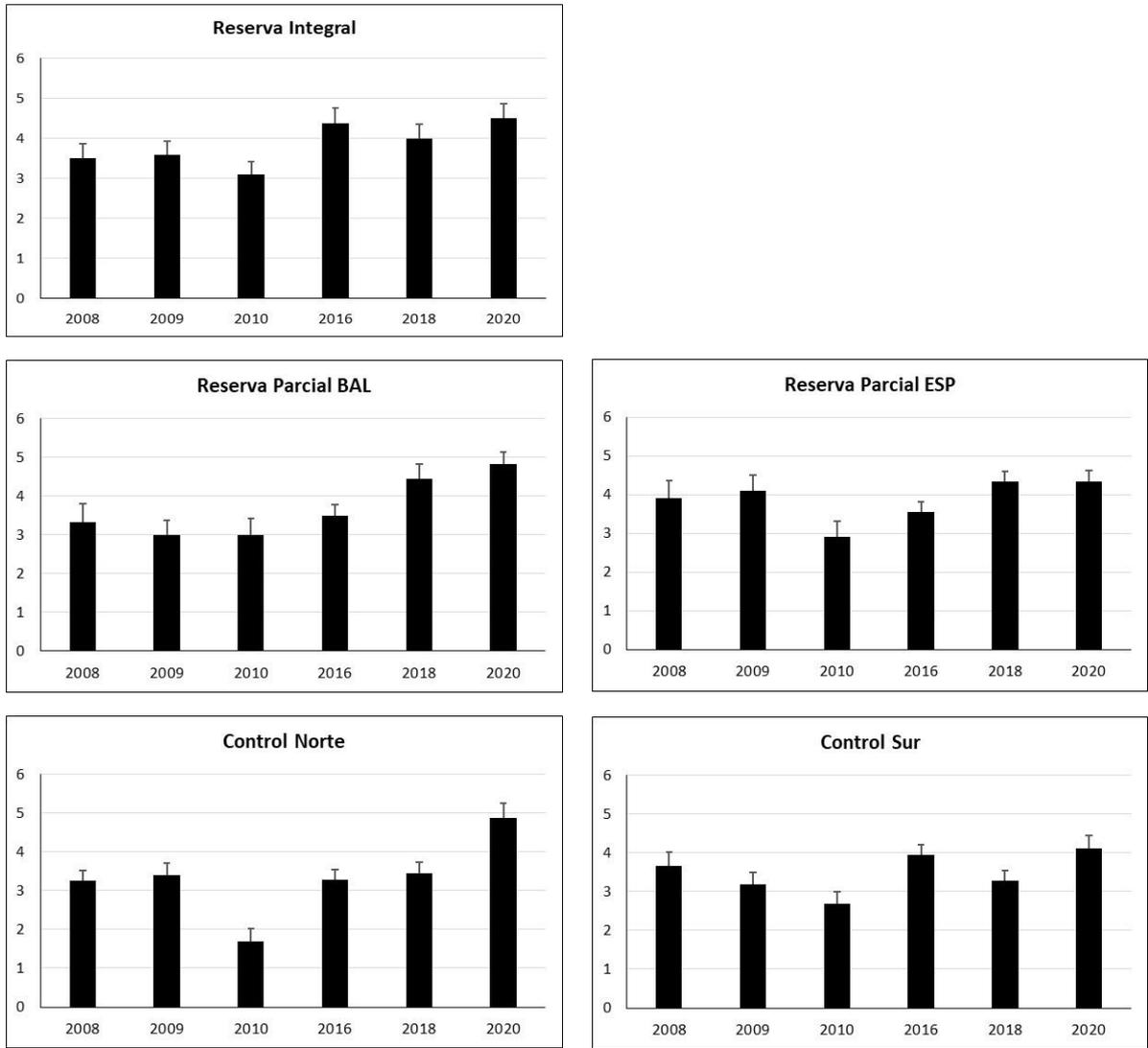


Figura 3.1. Riqueza de especies (número de especies/250 m²; media ± EE) obtenida en cada nivel de protección en el periodo 2008-2020.

Tabla 3.2. Número de especies vulnerables (total, media i error estándar) registrado en cada nivel de protección (NP) durante las campañas desarrolladas en el periodo 2008-2020. RI: reserva integral; RPBAL: reserva parcial autonómica; RPESP: reserva parcial estatal; CN: control norte; CS: control sur.

NP	Año	Total	Media	EE
RI	2008	9	3,5	0,4
	2009	9	3,6	0,3
	2010	9	3,1	0,3
	2016	13	4,4	0,4
	2018	11	4,0	0,4
	2020	8	4,5	0,4
RPBAL	2008	7	3,3	0,5
	2009	7	3,0	0,4
	2010	9	3,0	0,4
	2016	9	3,5	0,3
	2018	12	4,4	0,4
	2020	12	4,8	0,3
RPESP	2008	10	3,9	0,5
	2009	8	4,1	0,4
	2010	9	2,9	0,4
	2016	10	3,6	0,3
	2018	10	4,3	0,3
	2020	9	4,3	0,3
CN	2008	7	3,3	0,3
	2009	9	3,4	0,3
	2010	5	1,7	0,3
	2016	9	3,3	0,3
	2018	9	3,4	0,3
	2020	13	4,9	0,4
CS	2008	8	3,7	0,4
	2009	8	3,2	0,3
	2010	6	2,7	0,3
	2016	9	3,9	0,3
	2018	6	3,3	0,3
	2020	8	4,1	0,3

Tabla 3.3. Análisis de la varianza para la riqueza de especies con los factores tiempo (Año), nivel de protección (Prot) y las zonas encajadas en el nivel de protección. Análisis mediante integración (*pooling*) de las sumas de cuadrados del efecto Zona y del error. SC: suma de cuadrados; GL: grados de libertad; MC: media de cuadrados; F: F test; p: nivel de significancia (en rojo para valores <0,05). N= 430 transectos de 250 m².

	SC	GL	MC	F	p
Intercept	5282,578	1	5282,578	1910,518	0,000000
Año	125,018	5	25,004	10,580	0,000023
Prot	16,368	4	4,092	1,482	0,337617
Año * Prot	47,194	20	2,360	0,996	0,500359
Zona(Prot)	13,641	5	2,728	1,188	0,342164
Año * Zona(Prot)	56,149	24	2,340	1,465	0,075068
Error	592,600	371	1,597		
<i>Pooling (Zona + Error)</i>					
	SC	GL	MC	F	p
Intercept	5299,840	1	5299,840	3175,300	0,000000
Año	121,536	5	24,307	14,563	0,000000
Prot	17,187	4	4,297	2,574	0,037310
Año * Prot	48,412	20	2,421	1,450	0,095409
Error	667,633	400	1,669		

Tabla 3.4. Test *a posteriori* (Newman-Keuls) para las diferencias en el número de especies entre los seis años de estudio. Se indican en rojo las diferencias significativas.

	2008	2009	2010	2016	2018	2020
2008		0,743135	0,000417	0,371452	0,229424	0,000053
2009	0,743135		0,000497	0,440406	0,200825	0,000032
2010	0,000417	0,000497		0,000022	0,000018	0,000020
2016	0,371452	0,440406	0,000022		0,456390	0,001032
2018	0,229424	0,200825	0,000018	0,456390		0,004668
2020	0,000053	0,000032	0,000020	0,001032	0,004668	

Tabla 3.5. Test *a posteriori* (Newman-Keuls) para las diferencias en el número de especies entre los cinco niveles de protección.

	RI	RPBAL	RPESP	CN	CS
RI		0,792815	0,813390	0,095420	0,185430
RPBAL	0,792815		0,679508	0,159931	0,174644
RPESP	0,813390	0,679508		0,111869	0,179536
CN	0,095420	0,159931	0,111869		0,636818
CS	0,185430	0,174644	0,179536	0,636818	

3.1.2. Densidad total de especies vulnerables (Dt)

La densidad media de peces vulnerables aumentó en todos los niveles de protección estudiados (Figura 3.2), siendo los valores de 2020 superiores a los del resto de años en todos los casos excepto en el control norte. La densidad se incrementó de forma más considerable en la reserva integral, pasando de 18,3 a 45,3 individuos/250 m². Además, este incremento se produjo de manera prácticamente continua en los dos sitios de muestreo (Figura 3.3), alcanzándose en 2020 los 38,2 individuos/250 m² en Cala Fosca y los 52,3 individuos/250 m² en N'Àlitx. Únicamente la reserva parcial estatal alcanzó un valor similar (42,5 individuos/250 m² en 2020, con una contribución superior en N'Alegre -60,2 individuos/250 m²-, zona que muestra oscilaciones notables en la densidad de peces). Las dos zonas de muestreo de la reserva parcial autonómica presentaron valores más discretos, casi siempre por debajo de los 30 individuos/250 m². En este nivel de protección es interesante señalar el aumento en la densidad de peces desde 2016 en Cala Matzoc, que puede asociarse a la prohibición de la pesca submarina. En cambio, en Es Bufador, donde existe una alta rugosidad y disponibilidad de hábitat para especies sedentarias, la densidad se ha mantenido estable. En las zonas control se produjeron incrementos moderados en tres de ellas (Caletes des Cap Pinar, Es Carregador i Es Morràs, sin llegar a alcanzar los 30 individuos/250 m² en 2020), y un ligero descenso en una (La Solana), que no obstante fue la zona control con mayor densidad en 2020 (32,9 individuos/250 m²).

El análisis de la varianza solamente indicó diferencias entre años (Tabla 3.6), siendo los valores medios de 2020 superiores a los de los tres primeros años de estudio (Tabla 3.7). En conjunto, es de destacar la evolución de la densidad en la reserva integral, que pasó de presentar el valor más bajo de todas las zonas estudiadas en 2009 al valor superior en 2020.

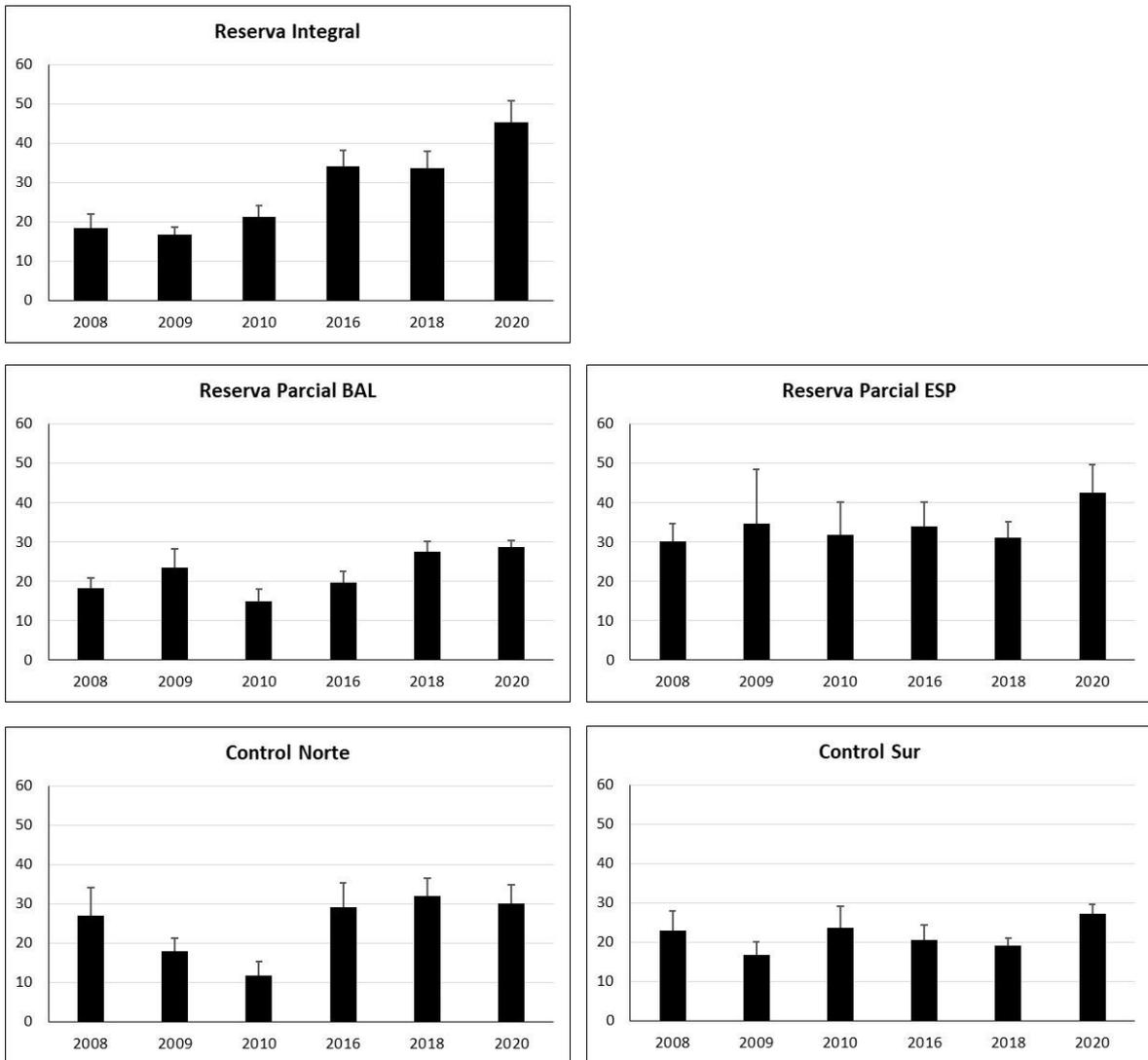


Figura 3.2. Densidad total de especies vulnerables (número de individuos/250 m²; media ± EE) obtenida en cada nivel de protección en el periodo 2008-2020.

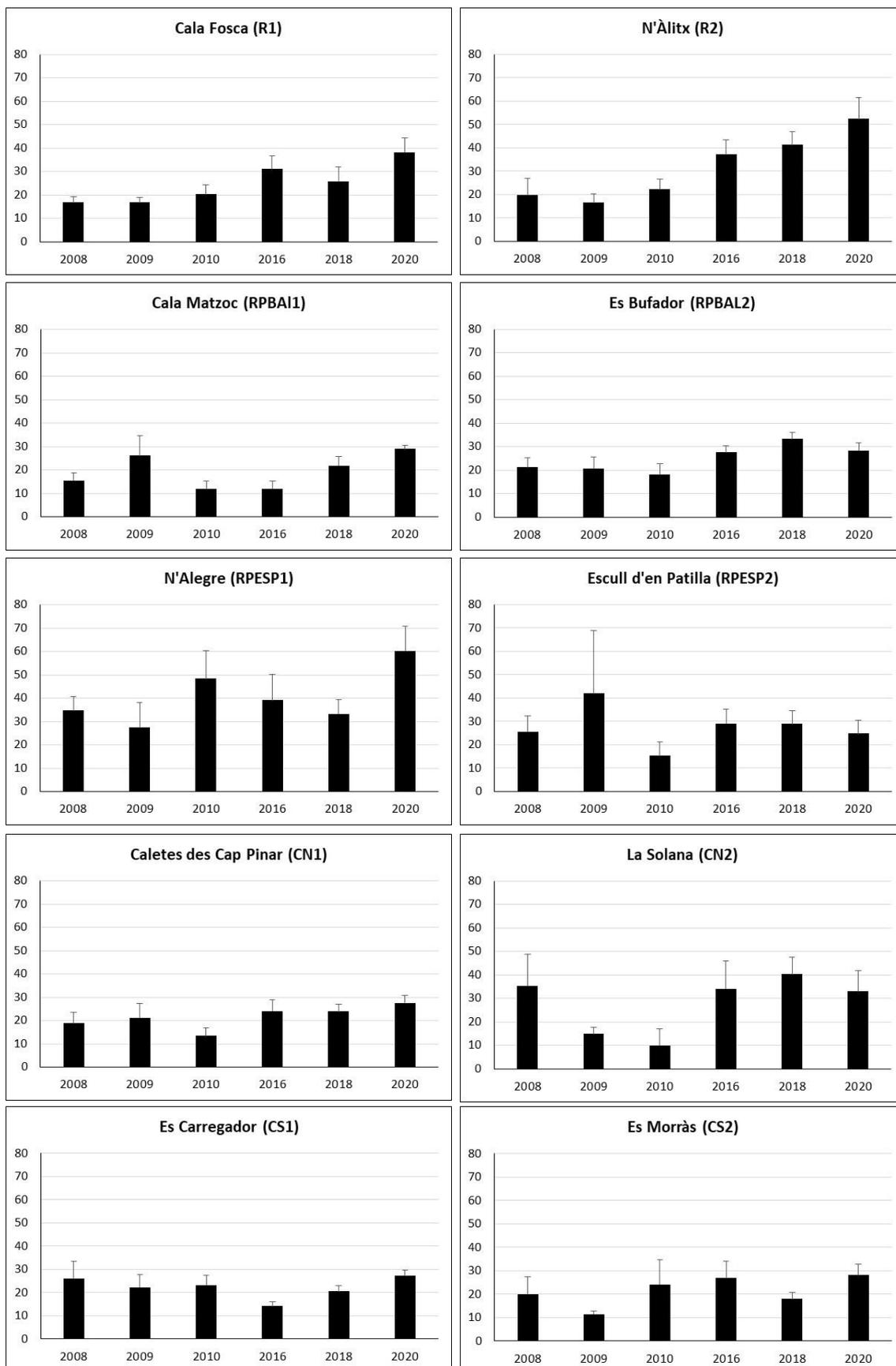


Figura 3.3. Densidad total de especies vulnerables (número de individuos/250 m²; media ± EE) obtenida en cada zona de muestreo en el periodo 2008-2020.

Tabla 3.6. Análisis de la varianza para la densidad total. Prot: nivel de protección. SC: suma de cuadrados; GL: grados de libertad; MC: media de cuadrados; F: F test; p: nivel de significancia (en rojo para valores <0,05). N= 430 transectos de 250 m².

	SC	GL	MC	F	p
Intercept	272610,3	1	272610,3	232,7998	0,000026
Año	9669,0	5	1933,8	4,6124	0,004684
Prot	8205,1	4	2051,3	1,7567	0,276321
Año * Prot	7690,7	20	384,5	0,9153	0,576254
Zona(Prot)	5706,0	5	1141,2	2,7748	0,038453
Año * Zona(Prot)	9993,9	24	416,4	1,2725	0,178005
Error	121410,6	371	327,3		

Tabla 3.7. Test *a posteriori* (Newman-Keuls) para las diferencias en la densidad total entre los seis años de estudio. Se indican en rojo las diferencias significativas.

	2008	2009	2010	2016	2018	2020
2008		0,649645	0,663817	0,186529	0,203679	0,001568
2009	0,649645		0,682898	0,177947	0,135092	0,000419
2010	0,663817	0,682898		0,127730	0,076621	0,000114
2016	0,186529	0,177947	0,127730		0,701747	0,053191
2018	0,203679	0,135092	0,076621	0,701747		0,052848
2020	0,001568	0,000419	0,000114	0,053191	0,052848	

3.1.3. Densidad de especies demersales de mayor nivel trófico (NT>3,5)

De las 27 especies registradas en total durante el periodo de estudio, 20 de ellas pertenecen al grupo de las demersales (aquellas incluidas en las categorías 3, 5 y 6 establecidas por Harmelin (1987)). Y de estas 20, 15 presentan un nivel trófico superior a 3,5 según Froese y Pauly (2020). La densidad de estas especies se ha incrementado en todos los niveles de protección (Figura 3.4), alcanzando su valor máximo en la reserva parcial autónoma (4,3 individuos/250 m²). En la reserva integral y en la reserva parcial estatal se obtuvieron valores por encima de los 3 individuos/250 m², que no se alcanzaron en los dos controles.

El análisis de los factores estudiados no señaló diferencias debidas a la protección, y tan solo se detectaron diferencias entre los años estudiados (Tabla 3.8), con densidades del año 2020 superiores a las del resto, y valores del 2010 inferiores a los de 2018 (Tabla 3.9).

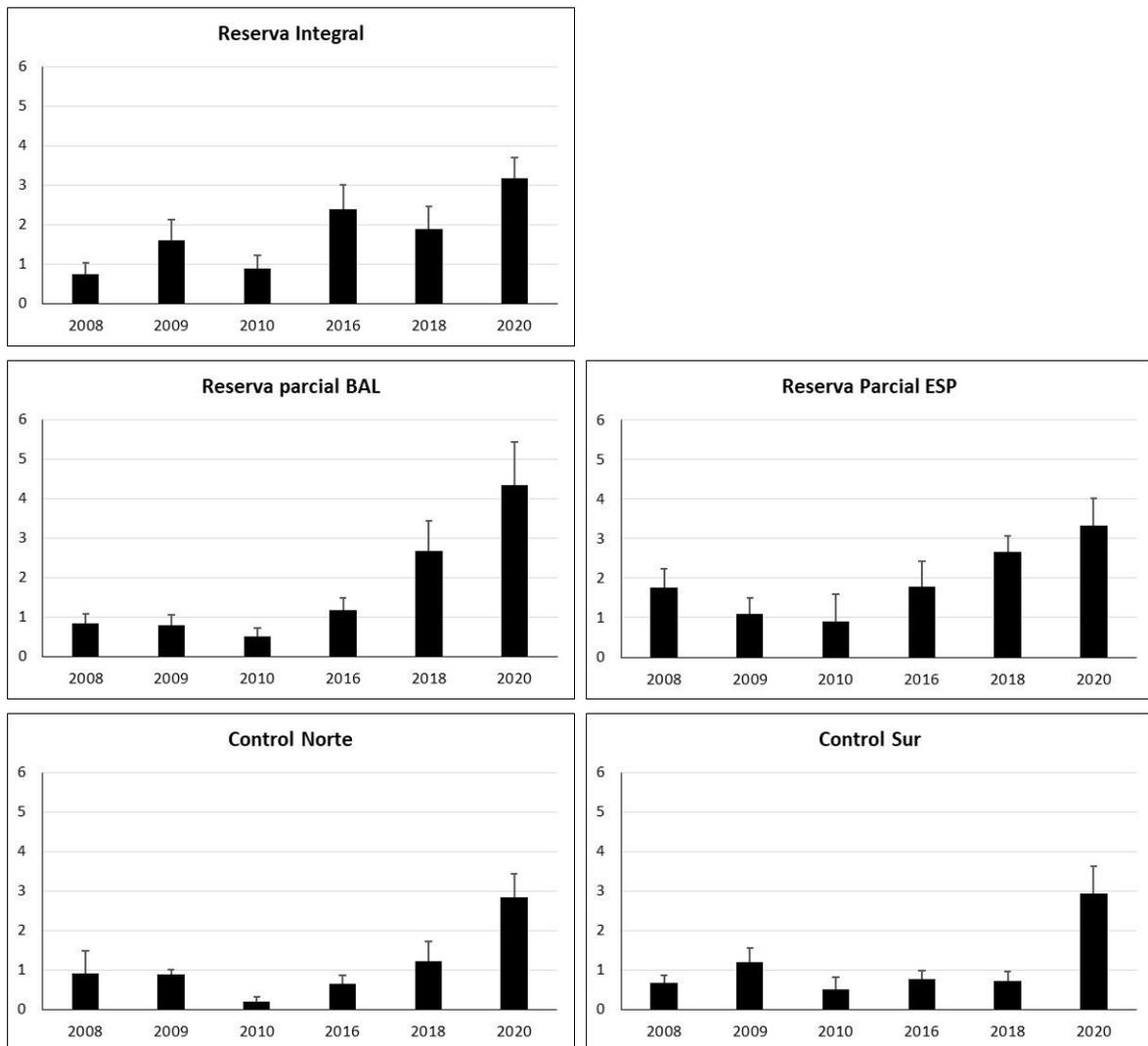


Figura 3.4. Densidad total de especies demersales de nivel trófico >3,5 (número de individuos/250 m²; media ± EE) obtenida en cada nivel de protección en el periodo 2008-2020.

Tabla 3.8. Análisis de la varianza para la densidad de especies demersales de nivel trófico >3,5. Prot: nivel de protección. SC: suma de cuadrados; GL: grados de libertad; MC: media de cuadrados; F: F test; p: nivel de significancia (en rojo para valores <0,05). N= 430 transectos de 250 m².

	SC	GL	MC	F	p
Intercept	938,237	1	938,2372	124,2229	0,000132
Año	353,879	5	70,7759	17,1266	0,000001
Prot	44,038	4	11,0094	1,4600	0,342808
Año * Prot	71,116	20	3,5558	0,8611	0,629504
Zona(Prot)	37,201	5	7,4402	1,7864	0,149048
Año * Zona(Prot)	99,457	24	4,1441	0,9197	0,575084
Error	1671,689	371	4,5059		

Tabla 3.9. Test *a posteriori* (Newman-Keuls) para las diferencias en la densidad de especies demersales de nivel trófico >3,5 entre los seis años de estudio. Se indican en rojo las diferencias significativas.

	2008	2009	2010	2016	2018	2020
2008		0,710118	0,297128	0,569012	0,095291	0,000017
2009	0,710118		0,333447	0,521735	0,127510	0,000008
2010	0,297128	0,333447		0,168102	0,007127	0,000020
2016	0,569012	0,521735	0,168102		0,193780	0,000022
2018	0,095291	0,127510	0,007127	0,193780		0,000059
2020	0,000017	0,000008	0,000020	0,000022	0,000059	

3.1.4. Biomasa total de especies vulnerables (Bt)

La biomasa de especies vulnerables aumentó, durante el periodo estudiado, en todas y cada una de las zonas muestreadas en el interior de la reserva (Figura 3.5). Los valores obtenidos en 2020 fueron los más elevados de toda la serie, excepto en el caso de s'Escull d'en Patilla, en la reserva parcial estatal. No obstante, también se produjo un incremento de la biomasa en las cuatro zonas control, de manera que el análisis estadístico no indicó un efecto de la protección (Tabla 3.10). Las únicas diferencias detectadas fueron entre años (la biomasa registrada en 2020 fue superior a la del resto de años; y la de 2016 y 2018 también resultó superior a la de los años precedentes; Tabla 3.11), y entre zonas (N'Alegre y N'Àlitx presentaron una biomasa mayor a la del resto de zonas).

Las dos zonas de la reserva integral mostraron diferencias en su evolución. Cala Fosca incrementó su biomasa media por un factor x3,4, alcanzando los 4,7 kg/250 m² en 2020. Por su parte, N'Àlitx, partiendo de un valor inferior (0,8 kg/250 m²), la multiplicó por un factor x10,4, hasta los 8,3 kg/250 m². En la reserva parcial autonómica, la evolución de las dos zonas fue semejante (ambas aumentaron x6,4), registrándose valores de 5,8 y 5,1 kg/250 m² en 2020. Por su parte, la reserva parcial estatal observó diferencias entre las dos zonas estudiadas. N'Alegre aumentó por un factor x2,5 entre 2008 y 2020, alcanzando el valor máximo registrado durante todo el estudio (11,8 kg/250 m²), mientras que en s'Escull d'en Patilla se registraron 3,7 kg/250 m² en 2020, suponiendo el segundo valor más bajo (incluso entre las zonas control) de todos los obtenidos en 2020. Las zonas control también vieron incrementada su biomasa con respecto a 2008, aunque los valores finales fueron discretos (intervalo: 3,3 – 4,6 kg/250 m²).

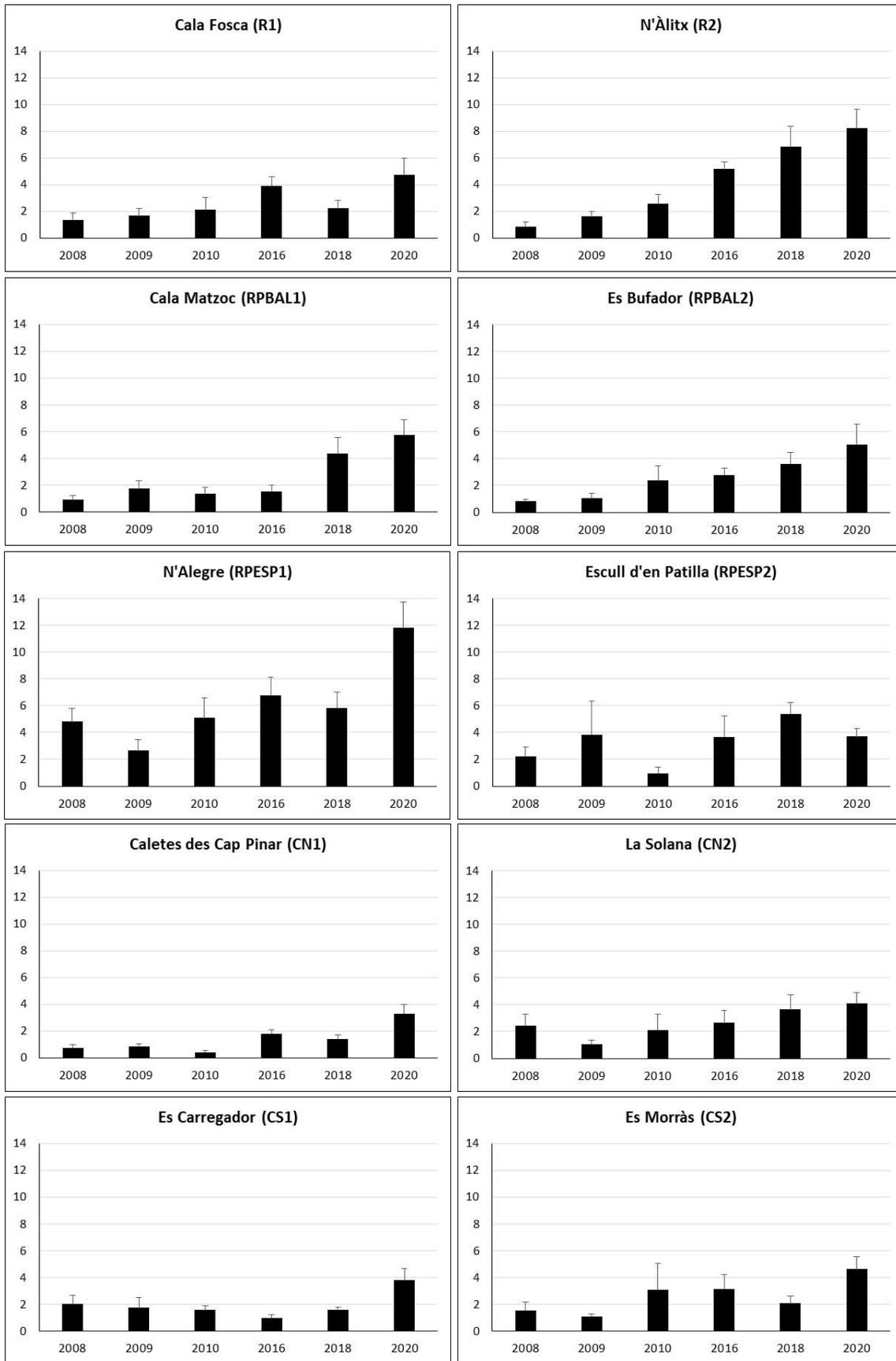


Figura 3.5. Biomasa total (kg/250 m²; media ± EE) obtenida en cada zona de muestreo en el periodo 2008-2020.

Tabla 3.10. Análisis de la varianza para la biomasa total. Prot: nivel de protección. SC: suma de cuadrados; GL: grados de libertad; MC: media de cuadrados; F: F test; p: nivel de significancia (en rojo para valores <0,05). N= 430 transectos de 250 m².

	SC	GL	MC	F	p
Intercept	3,673049E+09	1	3,673049E+09	73,25993	0,000359
Año	7,802533E+08	5	1,560507E+08	12,21643	0,000005
Prot	3,784537E+08	4	9,461342E+07	1,88709	0,250938
Año * Prot	1,399683E+08	20	6,998415E+06	0,54787	0,913338
Zona(Prot)	2,506860E+08	5	5,013721E+07	4,02388	0,007480
Año * Zona(Prot)	3,193458E+08	25	1,277383E+07	1,75751	0,014760
Error	2,689211E+09	370	7,268138E+06		

Tabla 3.11. Test *a posteriori* (Newman-Keuls) para las diferencias en la biomasa total entre los seis años de estudio. Se indican en rojo las diferencias significativas.

	2008	2009	2010	2016	2018	2020
2008		0,916217	0,399264	0,004959	0,000243	0,000017
2009	0,916217		0,609749	0,006647	0,000261	0,000020
2010	0,399264	0,609749		0,022126	0,003202	0,000008
2016	0,004959	0,006647	0,022126		0,331131	0,000025
2018	0,000243	0,000261	0,003202	0,331131		0,000107
2020	0,000017	0,000020	0,000008	0,000025	0,000107	

En la tabla 3.12 se detalla la biomasa media de todas las especies censadas en cada una de las campañas llevadas a cabo. Exceptuando las especies de la categoría 1, que no se consideran en los análisis de biomasa, las más importantes durante la mayor parte de la serie estudiada fueron el sargo *Diplodus sargus* y la mojarra *Diplodus vulgaris*. Por su parte, tres especies sedentarias y vulnerables, y por tanto buenas indicadoras de los efectos de la protección, como son *E. marginatus*, *Labrus merula* y *S. umbra*, incrementaron su biomasa de forma generalizada no solamente en las zonas protegidas sino también en las zonas control, en línea con lo observado para la biomasa total. En relación a la tendencia experimentada por la biomasa de las distintas especies, es interesante analizar la contribución de cada una de ellas a la biomasa total a lo largo de la serie analizada (Figuras 3.6 a 3.10). En la reserva integral se observó una relativa estabilidad de la biomasa aportada por *D. sargus* y *D. vulgaris*, cuya contribución solamente descendió 3 puntos porcentuales en 2020 (77%) en comparación a 2008. En cambio, el mero *E. marginatus* elevó su contribución del 3,5% al 13%, mientras que el corvallo, tras su ausencia en 2008, presentó oscilaciones más acusadas hasta el 5% correspondiente a 2020. El caso de la reserva parcial de ámbito autonómico resulta interesante porque allí se prohibió la pesca submarina a finales de 2016, tras la campaña de ese mismo año. Hasta entonces, la contribución del sargo y la mojarra se había

mantenido en torno al 80%, mientras que el mero y el corvallo no sobrepasaban el 5% (con la excepción de *E. marginatus* en 2008: 15%). Tras la prohibición de la pesca submarina, los dos espáridos citados aumentaron su biomasa pero redujeron su importancia relativa conjunta al 47%, mientras que tanto el mero como el corvallo vieron incrementada su contribución hasta el 13% y 28%, respectivamente. En cambio, en la reserva parcial de ámbito estatal, donde la pesca submarina está prohibida desde 2007, la importancia de *D. sargus* y *D. vulgaris* se ha mantenido más estable, pasando del 81% en 2008 al 74% en 2020. El mero experimentó un moderado incremento en años intermedios (desde un 5% en 2008 a un máximo del 14% en 2018), situándose en el 8% en 2020. Por su parte, el corvallo también mostró un aumento que podemos calificar de moderado, pasando del 6% al 13% entre 2008 y 2020. En cuanto a las zonas control, es curioso observar que la contribución de *D. sargus* y *D. vulgaris* a la biomasa total sea menor que en la reserva integral y la reserva parcial estatal. Así, supusieron el 65% en el control norte y el 69% en el control sur.

Tabla 3.12. Biomasa total y por especie (g ± EE) obtenida en el periodo de estudio en cada una de las zonas muestreadas.

	Cala Fosca											
	2008		2009		2010		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	1365,0	497,0	1665,9	555,3	2142,2	886,5	3896,5	719,8	2239,9	564,7	4717,1	1251,8
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	49,2	49,2	73,4	73,4	0	0	161,6	130,5	0	0	0	0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	65,2	65,2	174,6	174,6
<i>Diplodus puntazzo</i>	95,1	63,2	91,1	91,1	135,6	87,3	91,5	53,7	65,7	40,6	73,0	52,7
<i>Diplodus sargus</i>	415,2	101,5	472,0	199,8	945,5	310,7	1844,0	376,6	457,7	91,3	2060,4	590,6
<i>Diplodus vulgaris</i>	621,7	240,1	339,2	195,8	728,9	290,5	1355,6	497,0	1296,9	528,0	1930,5	666,1
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0	0	0	0	0	0	213,8	188,9	201,5	124,6	300,9	165,5
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	45,6	27,8	0	0	148,0	68,8	170,4	89,9	183,1	152,7	136,1	81,0
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	50,0	50,0	0	0	0	0	110,3	110,3	1,9	1,9	0	0
<i>Muraena helena</i>	137,5	137,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	183,3	183,3	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2417,6	2417,6	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	763,7	482,0	0	0	68,3	68,3	0	0	112,8	112,8
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	1,0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	3190,0	2503,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1137,6	1065,8
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	28,7	28,7	0	0	0	0
<i>Sphyræna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	61,6	61,6	0	0	0	0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0	0	0	0	0	0	13,9	13,9	32,1	16,8	103,2	103,2
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.12. (cont.).

	N'Alitx											
	2008		2009		2010		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE								
Biomassa total	849,4	372,2	1634,3	365,3	2593,7	708,6	5190,1	511,0	6841,6	1573,6	8251,3	1430,1
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	754,9	754,9	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	56,8	37,5	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	842,2	632,9	831,2	384,3	0	0	309,3	297,0	0	0	0	0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	22,3	15,3	75,3	75,3	74,8	74,8	22,5	17,6	69,7	59,3	94,6	57,8
<i>Diplodus sargus</i>	194,1	74,5	546,3	124,1	320,6	104,9	1873,1	424,7	1507,6	407,0	1096,1	288,3
<i>Diplodus vulgaris</i>	542,6	266,5	476,4	232,1	1816,1	542,2	1512,5	354,1	2878,5	714,6	4969,9	1184,9
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	209,5	139,0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	36,3	36,3	99,5	99,5	147,9	113,3	0	0	76,7	38,9
<i>Epinephelus marginatus</i>	78,5	78,5	265,2	122,3	0	0	601,5	289,4	763,8	243,8	1371,4	417,0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	98,6	98,6	0	0	0	0	38,6	38,6	66,2	35,7
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	79,5	79,5	0	0	115,9	91,8	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	56,7	56,7	137,2	137,2	122,3	96,0	118,6	118,6	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	10,7	10,7	0	0	123,0	123,0	691,1	428,6	925,8	501,7	547,8	246,8
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7,9	5,7	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondylisoma cantharus</i>	1,1	1,1	0	0	22,5	22,5	46,4	16,7	60,7	32,3	28,6	28,6
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	261,0	178,2	0	0

Tabla 3.12. (cont.).

	Cala Matzoc											
	2008		2009		2010		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	928,3	294,9	1768,3	589,2	1390,5	446,8	1553,8	456,3	4369,0	1210,2	5784,9	1087,7
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	175,7	175,7	0	0	5,7	5,7	8,1	8,1
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0	0	67,8	54,6	8,8	8,8	56,2	29,5	203,6	87,3	26,4	22,3
<i>Diplodus sargus</i>	64,9	17,2	346,2	241,7	78,2	23,9	249,6	56,5	376,7	128,3	440,2	102,3
<i>Diplodus vulgaris</i>	702,3	167,3	1116,1	458,7	951,5	440,8	841,4	429,2	1110,0	557,0	2560,6	364,3
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	143,1	75,8	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	125,6	125,6	0	0	0	0	0	0	716,1	333,1	1079,5	363,0
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	17,7	17,7	59,2	38,6	38,0	38,0	141,4	88,6	90,0	61,6	208,7	105,0
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	79,2	79,2	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	326,7	241,3	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	303,4	303,4	0	0	151,8	100,8	145,2	145,2
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	15,1	15,1	60,8	60,8	0	0	206,8	86,7	1094,5	825,4	1071,8	756,1
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	3,6	3,6	0	0	0	0	0	0		
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	12,1	12,1	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	114,5	70,9	0	0	8,5	8,5	65,5	65,5	78,3	78,3
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	250,5	250,5	0	0	0	0	1688,1	932,8
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	99,8	99,8	0	0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	2,7	2,7	0	0	10,5	10,5	37,8	26,1	11,9	8,0	174,3	90,8
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.12. (cont.).

	Es Bufador											
	2008		2009		2010		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	844,0	105,9	1048,0	356,2	2400,1	1086,6	2801,0	507,2	3642,5	847,9	5063,4	1510,9
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	17,7	11,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	46,7	46,7	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0	0	40,5	30,6	50,6	50,6	11,4	9,9	167,4	59,6	221,9	70,9
<i>Diplodus sargus</i>	190,9	67,8	397,8	184,5	248,9	144,8	1421,3	526,5	1440,9	472,8	882,1	227,5
<i>Diplodus vulgaris</i>	435,5	93,8	538,2	165,1	1793,3	737,8	1030,7	197,7	934,9	187,4	1193,0	278,7
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	99,5	99,5	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	147,7	77,7	0	0	164,2	164,2	121,1	87,0	500,2	319,8	336,9	166,5
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	23,1	10,7	6,8	6,8	0	0	182,9	121,2	0	0	218,9	109,3
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	0	0	0	0	5,7	5,7	0	0	0	0	29,6	29,6
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	44,1	44,1	166,5	166,5
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	15,8	15,8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	42,6	42,6	0	0	0	0	547,5	405,8	2010,9	1090,6
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	6,2	6,2	0	0	3,4	3,4	7,4	4,9		
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	2,1	2,1	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	18,9	18,9	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7	3,7
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	260,0	171,1	0	0	0	0	0	0	271,6	123,5	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondylisoma cantharus</i>	27,9	20,6	0	0	37,9	37,9	28,0	11,8	0	0	0	0
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.12. (cont.).

	N'Alegre											
	2008		2009		2010		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	4815,4	984,2	2644,3	842,4	5100,2	1462,2	6782,4	1380,8	5805,4	1231,4	11807,8	1916,6
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	65,0	65,0	0	0	253,8	253,8	0	0	282,3	282,3
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131,9	131,9
<i>Diplodus puntazzo</i>	83,8	62,8	31,6	31,6	153,0	94,4	284,5	120,6	127,5	70,2	289,4	107,4
<i>Diplodus sargus</i>	2874,7	831,7	1210,3	464,4	1353,2	678,3	2590,9	476,7	2309,7	372,4	4261,6	883,3
<i>Diplodus vulgaris</i>	1177,2	635,6	740,7	581,8	2673,8	823,4	2805,4	1166,5	1755,0	685,9	4604,1	1612,1
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	35,9	35,9	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	144,0	88,9	360,5	360,5	0	0	478,8	260,3	876,0	312,4	580,9	298,9
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	164,2	164,2	62,1	62,1	234,6	195,0	144,0	99,5	190,9	119,4
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	0	0	53,3	53,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	49,3	49,3	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	258,5	179,9	83,8	83,8	308,2	308,2	98,5	98,5	426,6	300,9	1695,3	828,1
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	13,2	13,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	88,2	88,2	144,1	144,1	0	0	92,6	92,6
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	36,3	36,3	0	0	0	0	481,6	383,9	3587,0	3541,2
<i>Sparus aurata</i>	264,1	264,1	0	0	384,7	384,7	64,8	64,8	0	0	64,8	64,8
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39,9	39,9
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0	0	0	0	77,2	31,1	80,9	80,9	81,3	72,2	28,2	21,4
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.12. (cont.).

	Escull d'en Patilla											
	2008		2009		2010		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	2242,0	670,2	3841,5	2500,7	963,6	443,1	3673,5	1587,5	5400,4	850,4	3706,5	600,4
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	280,5	229,0	28,2	28,2	0	0	0	0	0	0	179,9	179,9
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	37,1	26,4	166,5	138,3	62,4	62,4	12,5	7,4	187,3	80,9	0	0
<i>Diplodus sargus</i>	670,5	169,6	742,3	256,6	116,8	69,5	823,5	199,0	1425,7	569,6	1245,9	333,1
<i>Diplodus vulgaris</i>	1146,5	432,4	2498,3	2307,4	773,8	448,5	1656,8	877,8	1890,8	726,6	1402,7	605,5
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	72,5	72,5	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	212,3	137,6	325,2	176,2	0	0	231,9	231,9	722,0	218,4	604,9	267,4
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	24,0	24,0	39,2	28,1	0	0	160,0	125,9	0	0	52,8	52,8
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	4,8	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	113,2	113,2	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	137,4	100,9	18,2	18,2	0	0	698,0	625,3	981,0	485,3	395,4	199,8
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	0	0	0	0	6,9	6,9	0,7	0,7		
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	8,82746	8,82746	0	0	10,6	10,6	5,9	5,9	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	85,1	85,1	86,9	86,9	0	0	56,7	56,7	1049,1	842,6	3758,4	3758,4
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	77,2	77,2	0	0	0	0
<i>Sphyraena viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0,6	0,6	51,7	21,0	0	0	0,9	0,9	7,1	7,1	4,8	4,8
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.12. (cont.).

	Caletes des Cap Pinar											
	2008		2009		2010		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	771,7	229,7	865,1	212,1	438,6	104,7	1819,9	303,5	1422,3	293,0	3323,2	701,5
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	0	0	0	0	2,5	2,5	0	0	0	0	108,0	56,8
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	76,7	32,6	5,7	5,7	0	0	50,4	22,5	75,6	38,9	182,3	130,4
<i>Diplodus sargus</i>	84,7	38,5	393,0	103,5	128,0	84,1	467,1	142,1	368,2	96,1	706,3	348,6
<i>Diplodus vulgaris</i>	591,8	198,7	245,8	52,0	310,6	64,5	943,0	333,9	747,8	152,6	1687,5	328,3
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0	0	104,1	104,1	0	0	269,1	178,0	67,6	49,0	228,7	153,2
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	24,0	24,0	0	0
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	7,3	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	37,0	37,0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	66,5	66,5	24,3	24,3	24,3	24,3
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	54,3	54,3	0	0	23,7	23,7	109,9	109,9	344,0	150,8
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	62,2	38,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	664,1	664,1	817,5	704,8
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113,0	80,9
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondylisoma cantharus</i>	11,2	10,6	0	0	0	0	0	0	4,8	4,8	0	0
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.12. (cont.).

	La Solana											
	2008		2009		2010		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	2466,4	852,7	1095,9	263,4	2131,4	1174,9	2643,8	942,4	3652,2	1090,6	4100,3	800,7
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	23,5	23,5	0	0	0	0	27,5	20,1	0	0	22,0	22,0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	240,4	94,6	71,8	33,6	166,9	166,9	109,3	43,3	42,3	23,0	57,1	23,9
<i>Diplodus sargus</i>	431,8	119,7	344,2	118,7	631,8	351,4	457,9	159,0	496,5	159,6	514,2	227,8
<i>Diplodus vulgaris</i>	1428,8	615,9	397,3	148,9	726,4	726,4	1805,5	835,7	2342,4	643,5	1916,6	481,6
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	183,3	183,3	0	0	0	0	7,9	7,9
<i>Epinephelus marginatus</i>	125,6	125,6	136,9	83,9	0	0	104,7	69,7	250,9	150,2	482,6	259,4
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	38,0	38,0	0	0	61,7	41,2	0	0	183,7	79,0
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	72,7	37,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	79,5	79,5	423,0	423,0	57,4	57,4	283,7	171,2	129,3	88,7
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32,4	32,4
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	167,1	167,1	0	0	0	0	18,3	18,3	213,2	213,2	635,4	278,2
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	15,9	10,2	0	0	0	0	1,0	1,0		
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	1,0	1,0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	6,7	6,7	0	0	0	0	3,7	3,7	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	28,1	28,1	0	0	123,9	62,4
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	358,0	358,0	174,8	116,4
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondylisoma cantharus</i>	0	0	5,6	5,4	0	0	0	0	18,4	18,4	17,2	11,6
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.12. (cont.).

	Es Carregador											
	2008		2009		2010		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	2029,2	653,8	1759,5	753,2	1570,3	348,4	986,5	275,4	1589,4	221,3	3803,2	896,2
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	9,6	6,3	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>Diplodus puntazzo</i>	95,1	45,7	84,7	74,1	0	0	81,3	35,5	77,9	43,4	69,3	24,4
<i>Diplodus sargus</i>	1154,9	555,7	439,0	94,4	586,2	148,1	334,6	123,1	467,5	120,1	771,2	207,5
<i>Diplodus vulgaris</i>	550,4	115,5	603,0	278,2	933,8	216,0	254,3	50,7	803,4	198,3	1082,5	218,7
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	150,2	105,6	604,0	604,0	0	0	0	0	215,2	114,5	777,3	260,7
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	0	0	28,8	28,8	0	0	87,4	65,3	0	0	24,0	24,0
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	10,7	10,7	0	0	0	0	23,3	23,3	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	150,5	117,8	24,3	24,3	104,4	75,8
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	45,2	45,2	0	0	0	0	23,7	23,7	0	0	915,1	717,2
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	0	0	0	0	9,4	6,3	1,0	1,0		
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	1,0	1,0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2364,1	2244,0	225,3	225,3
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondylisoma cantharus</i>	22,7	21,1	0	0	50,3	39,7	21,0	14,8	0	0	59,4	43,5
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.12. (cont.).

	Es Morràs											
	2008		2009		2010		2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomassa total	1567,2	642,0	1095,9	207,3	3082,6	1959,5	3171,0	1078,6	2093,1	535,1	4648,0	918,1
<i>Auxis rochei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conger conger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentex dentex</i>	27,5	13,4	0	0	0	0	0	0	14,2	9,5	0	0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodus puntazzo</i>	33,7	33,7	0	0	0	0	48,1	28,7	28,0	24,6	205,6	121,8
<i>Diplodus sargus</i>	226,1	108,6	531,6	125,8	261,0	207,9	730,3	214,5	876,4	212,7	1433,1	267,1
<i>Diplodus vulgaris</i>	1069,2	676,9	212,3	46,2	2716,7	1993,7	2049,4	986,3	821,8	223,4	2541,1	745,6
<i>Epinephelus caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i>	212,5	149,7	167,8	147,4	0	0	0	0	276,6	160,3	116,5	48,6
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus merula</i>	8,7	8,7	38,0	38,0	46,9	31,5	104,0	78,2	0	0	167,1	126,3
<i>Labrus mixtus</i>	0	0	0	0	9,5	9,5	0	0	0	0	0	0
<i>Labrus viridis</i>	15,0	15,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	50,4	35,4	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomadasys incisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	45,8	32,2	0	0	46,6	46,6	0	0	153,5	104,1
<i>Scorpaena maderensis</i>	1,5	1,5	7,1	4,4	0	0	0	0	0	0		
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	13,8	9,8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	19,0	19,0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	79,6	79,6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	109,7	109,7	0	0	0	0	659,5	382,5	0	0	681,7	681,7
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyrna viridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	104,8	104,8	0	0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	0,6	0,6	0	0	29,6	11,8	142,2	38,9	90,3	53,2	31,1	22,1
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

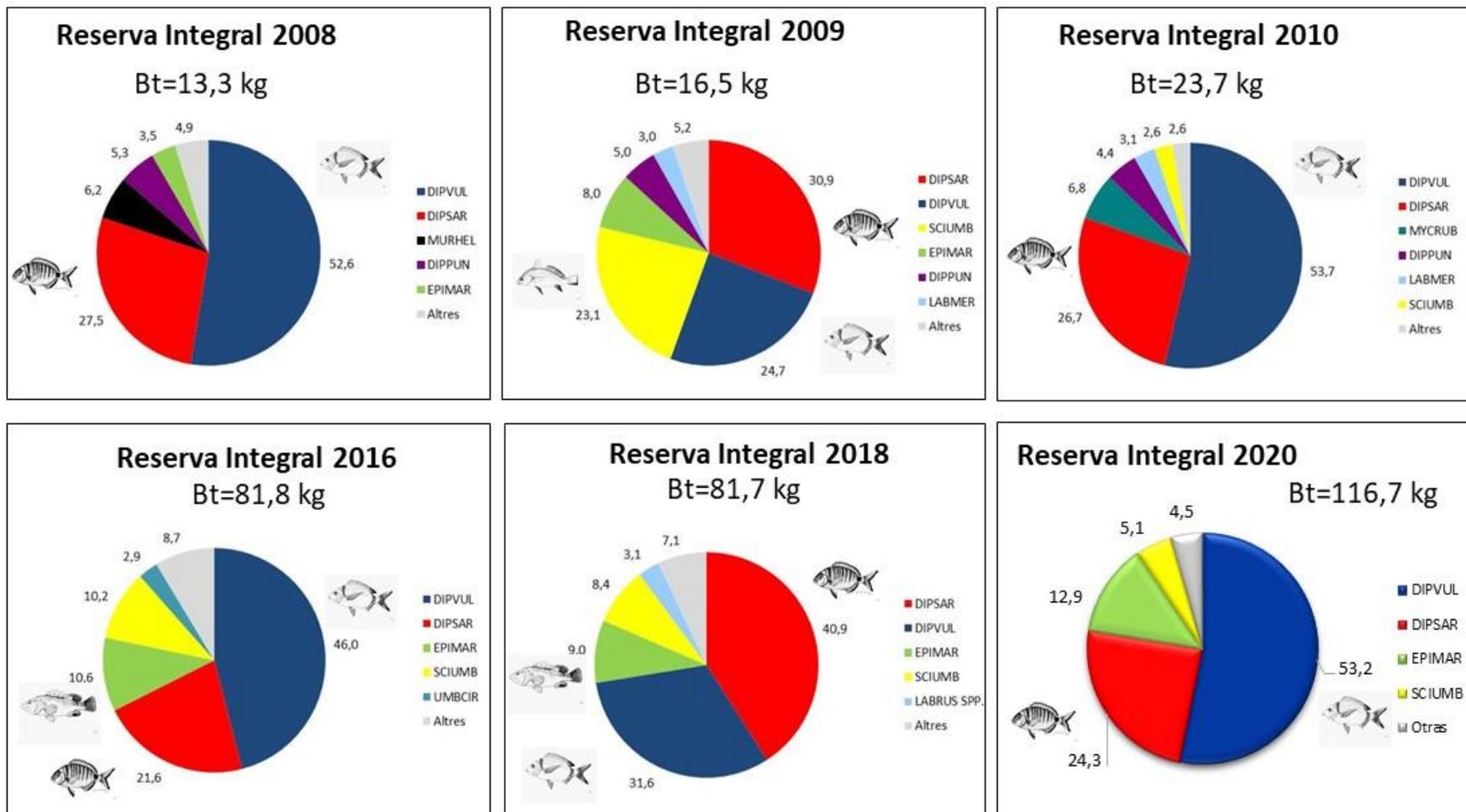


Figura 3.6. Contribución relativa a la biomasa total (%) de las especies observadas en la reserva integral en el periodo 2008-2020. La categoría “Altres/Otras” incluye aquellas especies cuya contribución no supone, individualmente, el 2,5%.

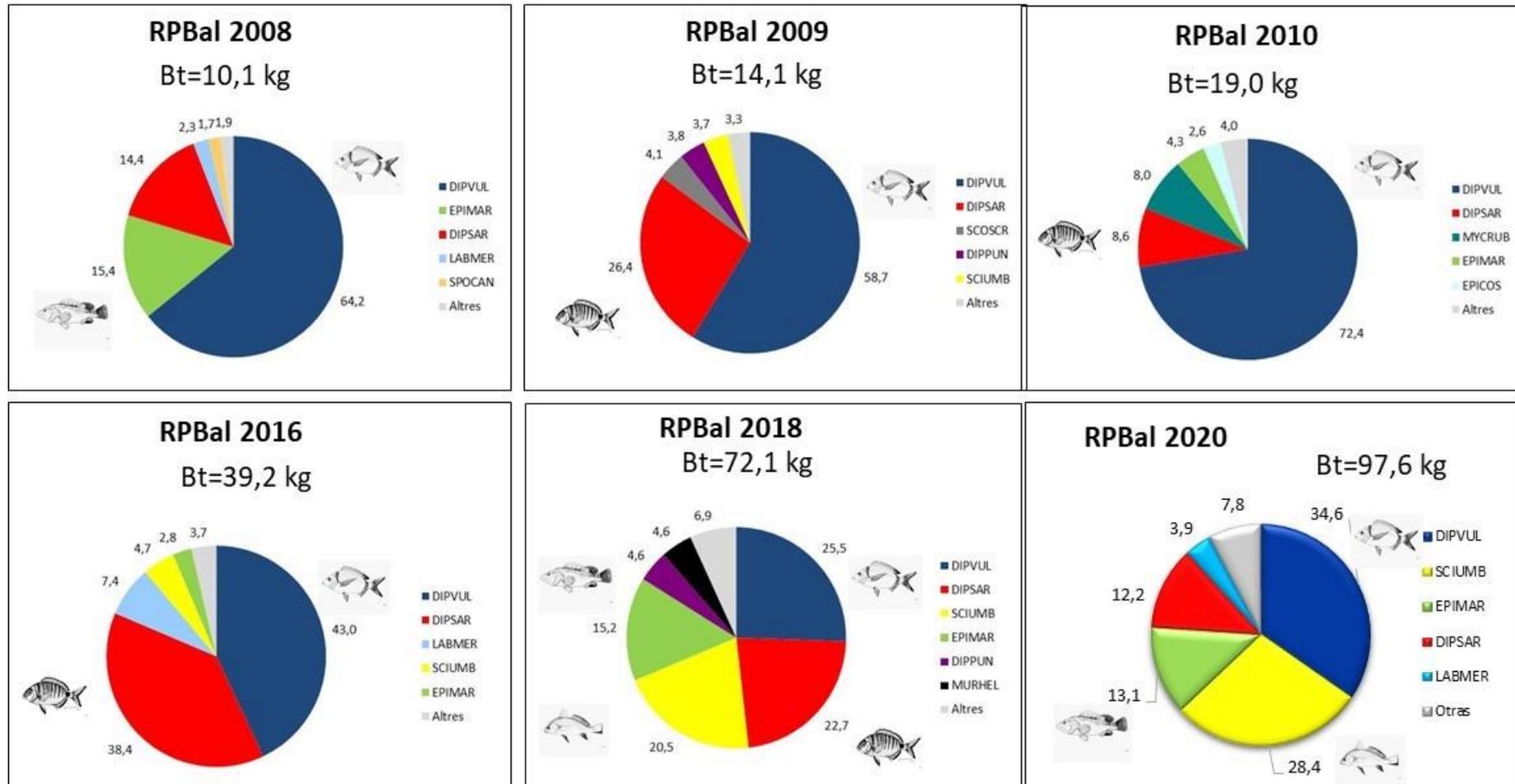


Figura 3.7. Contribución relativa a la biomasa total (%) de las especies observadas en la reserva parcial de ámbito autonómico en el periodo 2008-2020. La categoría “Altres/Otras” incluye aquellas especies cuya contribución no supone, individualmente, el 2,5%.

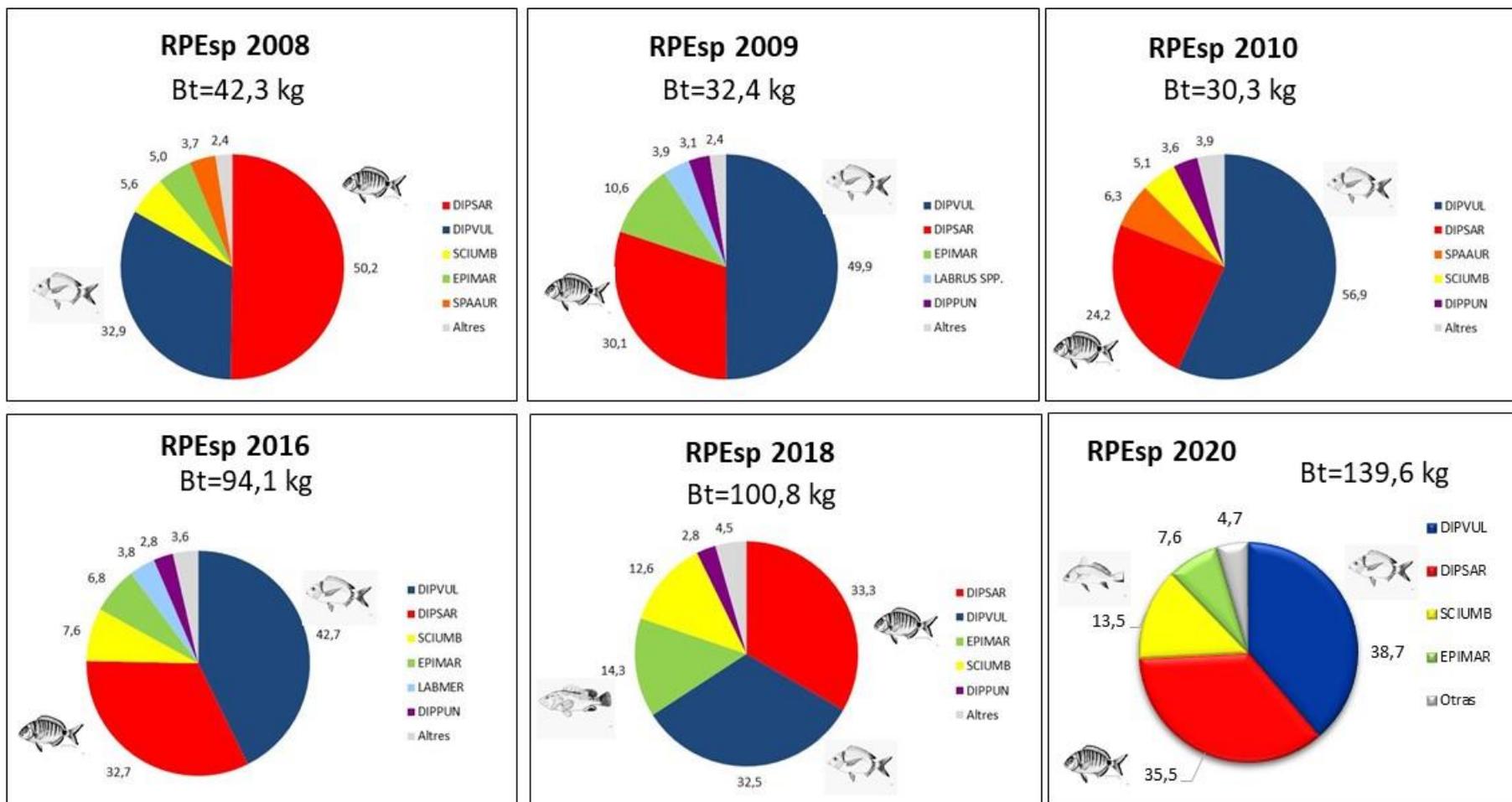


Figura 3.8. Contribución relativa a la biomasa total (%) de las especies observadas en la reserva parcial de ámbito estatal en el periodo 2008-2020. La categoría “Altres/Otras” incluye aquellas especies cuya contribución no supone, individualmente, el 2,5%.

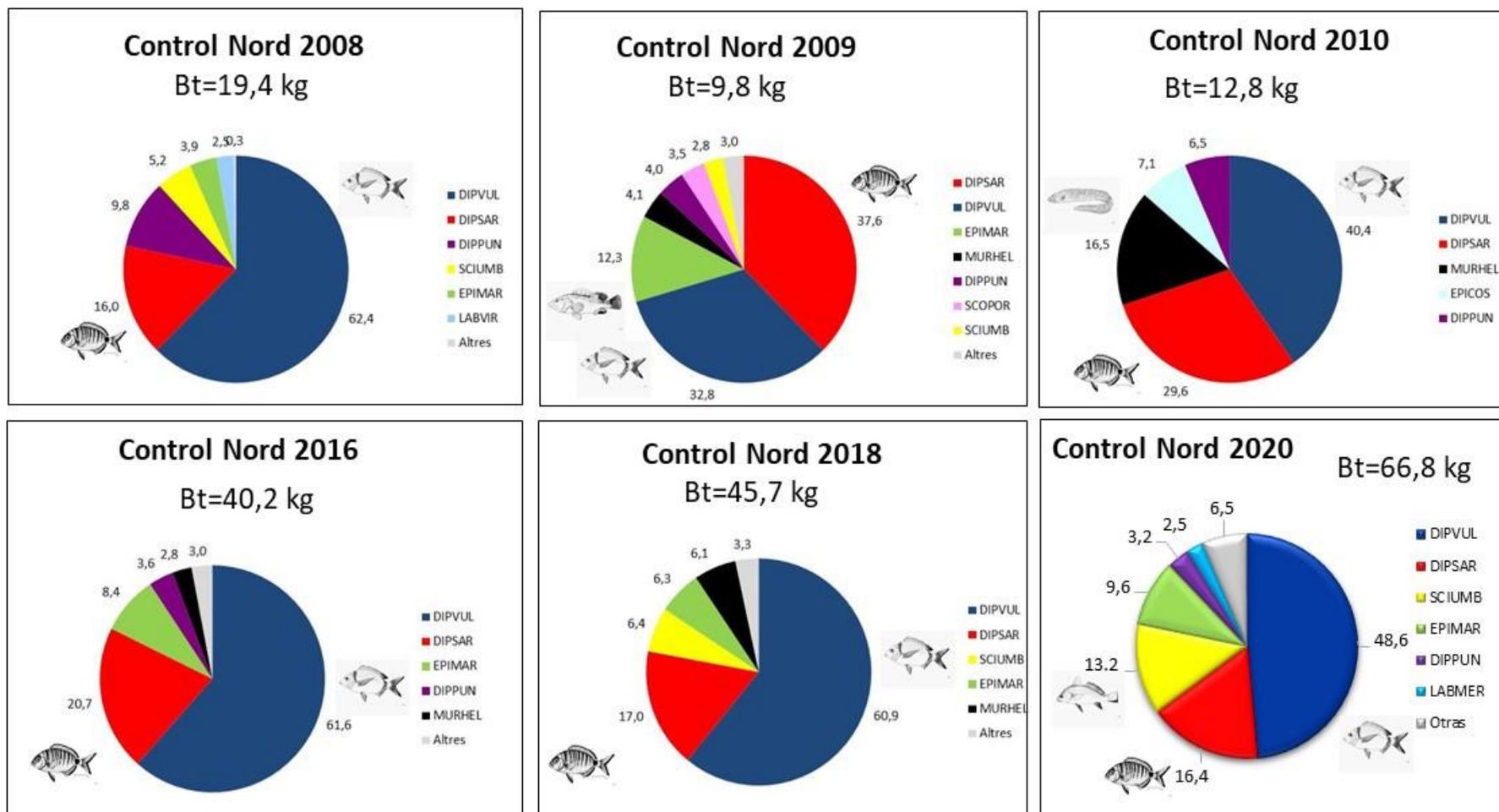


Figura 3.9. Contribución relativa a la biomasa total (%) de las especies observadas en la zona control norte en el periodo 2008-2020. La categoría “Altres/Otras” incluye aquellas especies cuya contribución no supone, individualmente, el 2,5%.

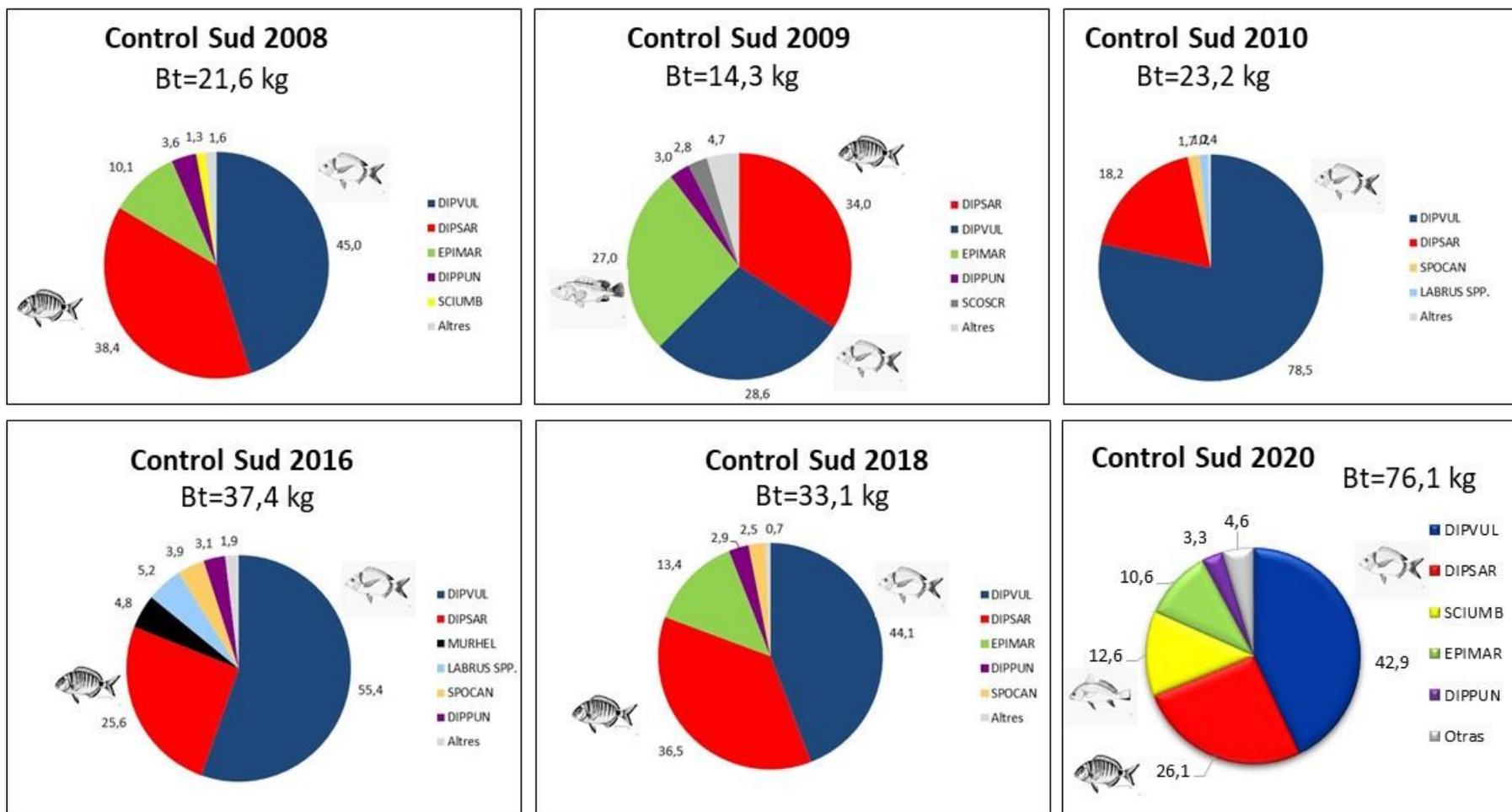


Figura 3.10. Contribución relativa a la biomasa total (%) de las especies observadas en la zona control sur en el periodo 2008-2020. La categoría "Altres/Otras" incluye aquellas especies cuya contribución no supone, individualmente, el 2,5%.

3.1.5. Biomasa de especies demersales de mayor nivel trófico (NT>3,5)

La biomasa de este grupo de especies aumentó en todas las zonas muestreadas (Figura 3.11), aunque la evolución fue desigual en algunas de ellas. Así, partiendo de valores inferiores a 0,5 kg/250 m² en casi todos los casos, dentro de la reserva integral hubo diferencias notables entre Cala Fosca y N'Àlitx, que en 2020 alcanzaron 0,5 y 2,1 kg/250 m², respectivamente. En la reserva parcial de ámbito autonómico, las dos zonas de muestreo mostraron un comportamiento semejante, situándose entre 2,6 y 2,8 kg/250 m² durante el último año. Dentro la reserva parcial de ámbito estatal, la zona de N'Alegre alcanzó un mayor valor (2,6 kg/250 m²) que l'Escull d'en Patilla (1,1 kg/250 m²). En cuanto a las zonas control, se situaron en el intervalo 0,4-1,8 kg/250 m², lo que significó que en algunos casos se superasen los valores obtenidos en zonas protegidas.

Como resultado de este aumento en todas las zonas no se detectó un efecto de la protección (Tabla 3.13), y únicamente se señalaron diferencias entre los años de muestreo. Así, la biomasa registrada en 2020 fue superior a la de los cuatro primeros años analizados, mientras que la biomasa de 2018 lo fue respecto de los tres primeros (Tabla 3.14).

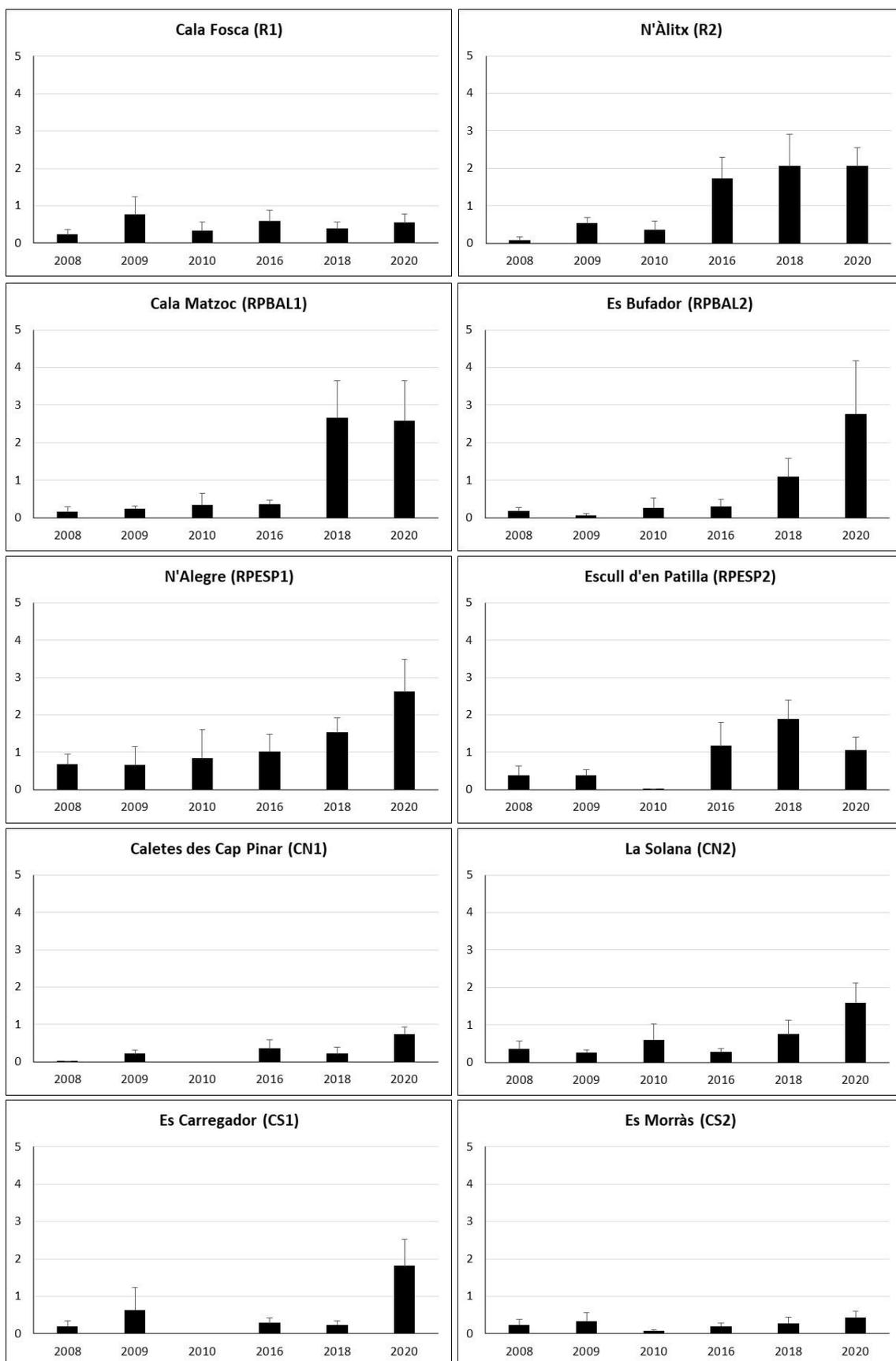


Figura 3.11. Biomasa total de espècies demersals de nivell tròfic >3,5 (kg/250 m²; mitjana ± EE) obtinguda en cada nivell de protecció en el període 2008-2020.

Tabla 3.13. Análisis de la varianza para la biomasa de especies demersales de nivel trófico >3,5. Prot: nivel de protección. SC: suma de cuadrados; GL: grados de libertad; MC: media de cuadrados; F: F test; p: nivel de significancia (en rojo para valores <0,05). N= 430 transectos de 250 m².

	SC	GL	MC	F	p
Intercept	206996415	1	206996415	57,21046	0,000641
Año	110924342	5	22184868	13,24924	0,000002
Prot	25266975	4	6316744	1,74585	0,276288
Año * Prot	48039926	20	2401996	1,43452	0,194835
Zona(Prot)	18090783	5	3618157	2,14859	0,088327
Año * Zona(Prot)	41860634	25	1674425	0,90913	0,593002
Error	681464297	370	1841795		

Tabla 3.14. Test *a posteriori* (Newman-Keuls) para las diferencias en la biomasa de especies demersales de nivel trófico >3,5 entre los seis años de estudio. Se indican en rojo las diferencias significativas.

	2008	2009	2010	2016	2018	2020
2008		0,786782	0,903309	0,378650	0,002524	0,000020
2009	0,786782		0,590357	0,347196	0,008038	0,000009
2010	0,903309	0,590357		0,301339	0,002436	0,000017
2016	0,378650	0,347196	0,301339		0,041060	0,000090
2018	0,002524	0,008038	0,002436	0,041060		0,029274
2020	0,000020	0,000009	0,000017	0,000090	0,029274	

3.2. El Faralló d'Albarca y el Faralló de Cala Gat

3.2.1. La riqueza de especies

La variación en el número de especies registradas entre 2016 y 2020 fue mayor en el Faralló d'Albarca, oscilando entre 10 y 15 especies, mientras que en el Faralló de Cala Gat fue mucho más estable, variando entre 13 y 14 (Tabla 3.15). En el Faralló d'Albarca se observó un incremento en la media de especies entre los años 2016 y 2020, pasando de 3,7 a 5,8 especies por transecto (Figura 3.12). Esta diferencia de 2016 respecto a 2018 y 2020 se vio corroborada por el análisis de la varianza (Tabla 3.16). En el Faralló de Cala Gat, los valores fueron más estables, incrementándose de las 5,8 especies/250 m² registradas en 2016 y 2018 a las 6,8 especies/250 m² obtenidas en 2020, no existiendo diferencias significativas entre los años de muestreo.

Tabla 3.15. Abundancia de las especies registradas en las campañas de 2016, 2018 y 2020 en el Faralló d'Albarca y en el Faralló de Cala Gat.

	Faralló d'Albarca			Faralló de Cala Gat		
	2016	2018	2020	2016	2018	2020
Categoría 1						
<i>Dentex dentex</i>	1	1	7	5	0	2
<i>Euthynnus alletteratus</i>	7	0	0	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	0	11	41	1	1	3
<i>Sphyaena viridensis</i>	0	130	61	0	24	1
Categoría 3						
<i>Diplodus puntazzo</i>	7	5	12	20	12	11
<i>Diplodus sargus</i>	58	46	63	152	162	131
<i>Diplodus vulgaris</i>	96	162	250	434	558	516
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	2	6	3
<i>Spondylisoma cantharus</i>	3	7	4	5	0	4
Categoría 5						
<i>Epinephelus costae</i>	0	15	11	0	3	2
<i>Epinephelus marginatus</i>	1	5	12	3	12	22
<i>Labrus merula</i>	2	1	2	2	3	4
<i>Labrus viridis</i>	0	1	0	2	1	3
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	13	3	2	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	1	4	9	40	66	73
Categoría 6						
<i>Muraena helena</i>	0	0	2	9	4	3
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Scorpaena notata</i>	1	2	0	2	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	1	0	0	0	0
Nombre total d'espècies	10	15	13	14	13	14

Las especies más frecuentes y abundantes fueron, a lo largo de la serie estudiada, el sargo *Diplodus sargus* y la mojarra *Diplodus vulgaris* (exceptuando la presencia ocasional de bancos de espetones *Sphyaena viridensis*). Tal como se apuntó en el informe anterior (Morey et al. 2018), es interesante destacar que en el Faralló d'Albarca aumentó la abundancia de tres especies de la subfamilia Epinephelinae. Así, el mero común *Epinephelus marginatus* incrementó su presencia, con 1, 5 y 12 individuos censados en 2016, 2018 y 2020, respectivamente. También lo hizo el falso abadejo *Epinephelus costae*, con 0, 15 y 11 individuos. Por su parte, el gitano *Mycteroperca rubra*, también ausente en 2016, presentó una abundancia máxima en 2018 (13 individuos), mientras que en 2020 se censaron solamente 3 ejemplares. Estas tres especies, siendo muy vulnerables a la pesca submarina, son indicadoras del efecto de la prohibición de esta modalidad en la reserva marina de ámbito autonómico desde diciembre de 2016. Además, el tipo de hábitat presente en el Faralló de Cala Gat permite el establecimiento, en especial, de *E. costae* y *M. rubra*, por lo que es de esperar que en el futuro próximo se vea confirmado el asentamiento de una población residente de estas dos especies.

Tabla 3.16. Número de especies vulnerables (total, media y error estándar -EE-) registrado en el Faralló d'Albarca y en el Faralló de Cala Gat en 2016, 2018 y 2020. Todos los valores de esta tabla incluyen a las especies de la categoría 1.

NP	Lloc	Any	TOTAL	Mitjana	EE
RPPal	Faralló d'Albarca	2016	10	3,67	0,33
		2018	15	5,78	0,49
		2020	13	5,78	0,36
RPEsp	Faralló de Cala Gat	2016	14	5,78	0,72
		2018	13	5,78	0,43
		2020	14	6,78	0,46

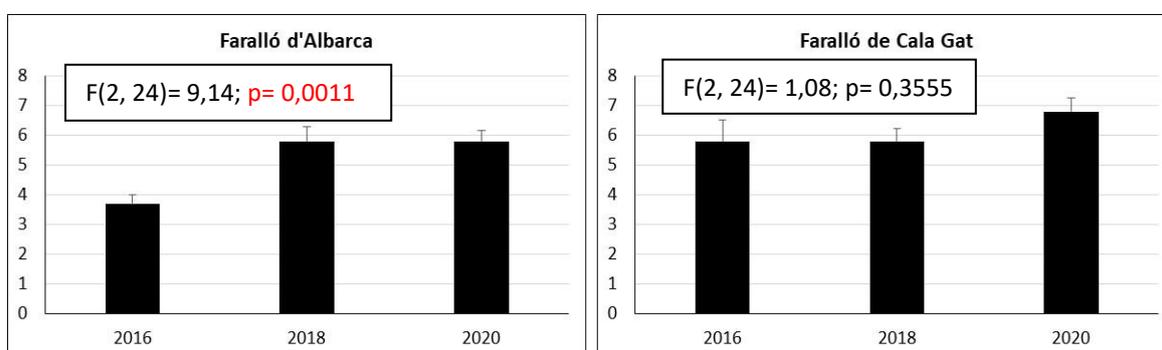


Figura 3.12. Riqueza específica (número de especies/250 m²) registrada en el Faralló d'Albarca y en el Faralló de Cala Gat en 2016, 2018 y 2020. Los valores en los recuadros indican los resultados del análisis de la varianza con el factor tiempo (año), individualizado para cada lugar de muestreo.

3.2.2. La densidad total de especies vulnerables

Para este indicador no se han considerado las especies correspondientes a la categoría 1, dado su carácter divagante. La densidad media de peces demersales (estimada como el número de individuos por transecto de 250 m²) se incrementó en ambas zonas (Figura 3.13). En el Faralló d'Albarca, este aumento fue continuado en el tiempo, pasando de 19 a 41 individuos/250 m². En el caso del Faralló de Cala Gat, se pasó de 75 a 86 individuos/250 m². No obstante, estas diferencias temporales no resultaron significativas en ninguna de las dos zonas. Y aunque no se evaluaron las diferencias entre las dos zonas, resulta evidente que el Faralló de Cala Gat presenta una densidad de peces superior a la del Faralló d'Albarca.

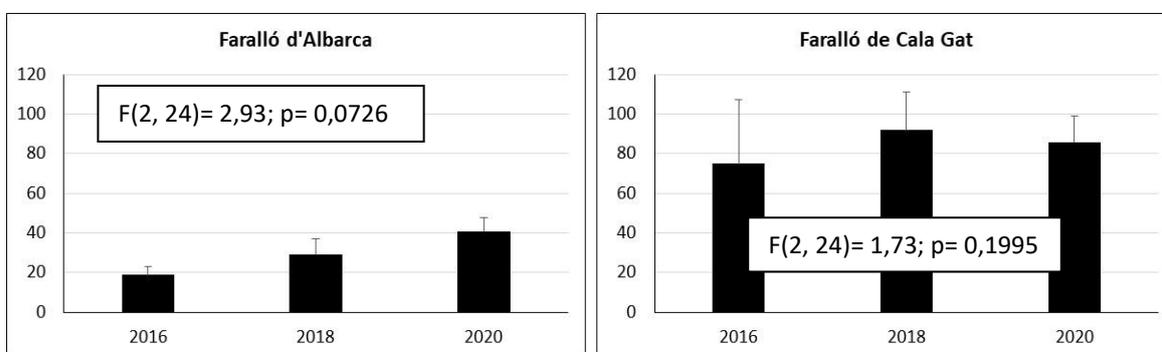


Figura 3.13. Densidad de especies vulnerables (número de individuos/250 m²; media ± EE) obtenida en el Faralló d'Albarca y en el Faralló de Cala Gat en 2016, 2018 y 2020. Los valores en los recuadros indican los resultados del análisis de la varianza con el factor tiempo (año), individualizado para cada lugar de muestreo.

3.2.3. La densidad de especies demersales de mayor nivel trófico (NT>3,5)

Durante el periodo 2016-2020, el número de especies demersales con nivel trófico superior a 3,5 fue de 9 en el Faralló d'Albarca y de 10 en el Faralló de Cala Gat. La densidad media de individuos de estas especies aumentó en las dos zonas (Figura 3.14), situándose en 2020 en unos valores de 4,3 individuos/250 m² en la primera, y de 12,2 individuos/250 m² en la segunda. No obstante, solamente se detectaron diferencias significativas en el Faralló d'Albarca, donde los valores obtenidos en 2018 y 2020 fueron superiores a los de 2016. Este incremento fue debido, en esencia, a la tendencia experimentada por *E. costae*, *E. marginatus*, *M. rubra* y *Sciaena umbra*.

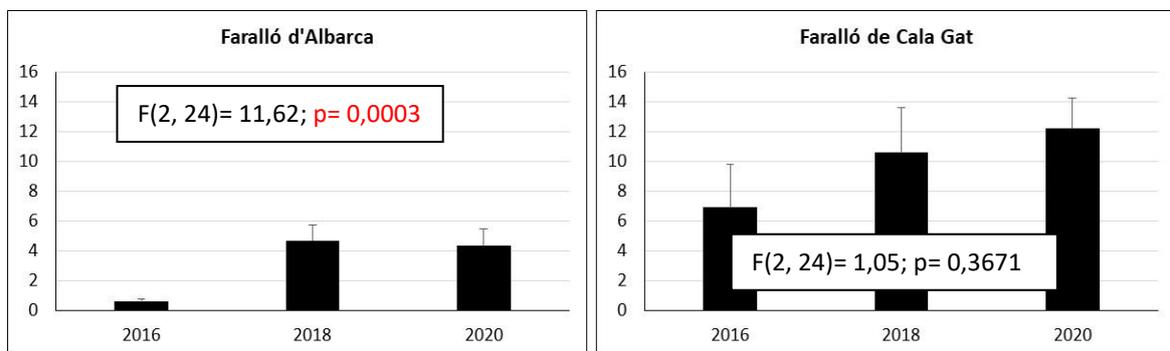


Figura 3.14. Densidad de especies demersales de nivel trófico >3,5 (número de individuos/250 m²; media ± EE) obtenida en el Faralló d'Albarca y en el Faralló de Cala Gat en 2016, 2018 y 2020. Los valores en los recuadros indican los resultados del análisis de la varianza con el factor tiempo (año), individualizado para cada lugar de muestreo.

3.2.4. La biomasa de especies vulnerables

Cuando se llevó a cabo la campaña de seguimiento de 2016, el Faralló d'Albarca todavía estaba abierto a la pesca submarina. Entonces, su valor de biomasa media era de 1,9 kg/250 m² (Tabla 3.17), similar al obtenido en Cala Matzoc (1,6 kg/250 m²) y por debajo del correspondiente a Es Bufador (2,8 kg/250 m²), zonas también situadas dentro de la reserva parcial de ámbito autonómico y en las que igualmente se permitía la pesca submarina. En 2018, casi dos años después de la prohibición de la pesca submarina en toda la reserva parcial de ámbito autonómico, la biomasa media en el Faralló d'Albarca ya indicó una recuperación, que se ha visto confirmada durante la campaña de 2020, durante la cual se registraron 11,1 kg/250 m² (x5,8 respecto al valor de 2016). De esta manera, el Faralló d'Albarca se ha convertido en el punto de muestreo con mayor biomasa de la reserva parcial de ámbito autonómico, y en el conjunto de toda la reserva solamente se ve superada por N'Alegre (11,8 kg/250 m²) y por el Faralló de Cala Gat (25,2 kg/250 m²).

Por su parte, el Faralló de Cala Gat experimentó un incremento por un factor x 1,5 entre 2016 y 2020, alcanzando en este último año, como se ha dicho, los 25,2 kg/250 m².

El análisis de la varianza únicamente detectó diferencias temporales en el Faralló d'Albarca, donde los valores de 2016 fueron menores a los de 2018 y 2020. En cambio, en el Faralló de Cala Gat no se detectaron diferencias significativas entre los distintos años de muestreo (Figura 3.15).

Tabla 3.17. Valores de biomasa total (g; media \pm error estándar) y por especie registrados en el Faralló d'Albarca y en el Faraló de Cala Gat durante los años 2016, 2018 y 2020.

	Faralló Albarca (RPBal)					
	2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomasa total	1903,0	397,6	6705,4	2044,5	11075,9	2122,4
<i>Diplodus puntazzo</i>	118,4	39,8	147,3	77,7	370,6	77,9
<i>Diplodus sargus</i>	593,7	229,5	640,1	157,4	2377,0	1122,9
<i>Diplodus vulgaris</i>	892,2	309,2	2381,8	1519,1	3677,4	1253,4
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	1060,6	289,3	1848,1	837,5
<i>Epinephelus marginatus</i>	57,6	57,6	765,5	332,3	1188,5	672,5
<i>Labrus merula</i>	97,9	77,0	91,2	91,2	134,2	95,8
<i>Labrus viridis</i>	0	0	10,0	10,0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	210,6	166,8
<i>Mycteroperca rubra</i>	0	0	1155,1	525,6	600,5	419,6
<i>Sciaena umbra</i>	23,7	23,7	265,5	265,5	553,8	393,9
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	3,6	3,6	9,1	9,1	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	12,6	12,6	0	0
<i>Sparus aurata</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	116,1	72,5	166,6	128,3	115,2	115,2

	Faralló Cala Gat (RPEsp)					
	2016		2018		2020	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
Biomasa total	16609,9	6686,7	23537,8	4922,3	25163,1	4026,6
<i>Diplodus puntazzo</i>	588,5	190,5	463,7	177,7	443,8	135,5
<i>Diplodus sargus</i>	4105,5	1122,2	4193,5	614,6	4520,8	858,2
<i>Diplodus vulgaris</i>	7379,8	4834,0	9450,4	3249,0	7848,5	2086,3
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	453,6	368,3	389,4	258,1
<i>Epinephelus marginatus</i>	990,7	575,8	2020,5	424,4	3144,5	1255,6
<i>Labrus merula</i>	160,0	160,0	169,5	85,3	141,8	62,6
<i>Labrus viridis</i>	68,8	48,5	79,2	79,2	186,2	125,6
<i>Muraena helena</i>	827,1	389,4	275,6	112,2	134,0	81,5
<i>Mycteroperca rubra</i>	154,5	105,8	0	0	0	0
<i>Sciaena umbra</i>	2078,9	1104,1	5951,0	2569,1	7986,7	2555,6
<i>Scorpaena maderensis</i>	0	0	3,4	3,4	0	0
<i>Scorpaena notata</i>	5,6	5,6	0	0	0	0
<i>Scorpaena porcus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Sparus aurata</i>	160,0	124,8	477,4	334,8	332,1	267,1
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	90,5	51,8	0	0	35,4	28,1

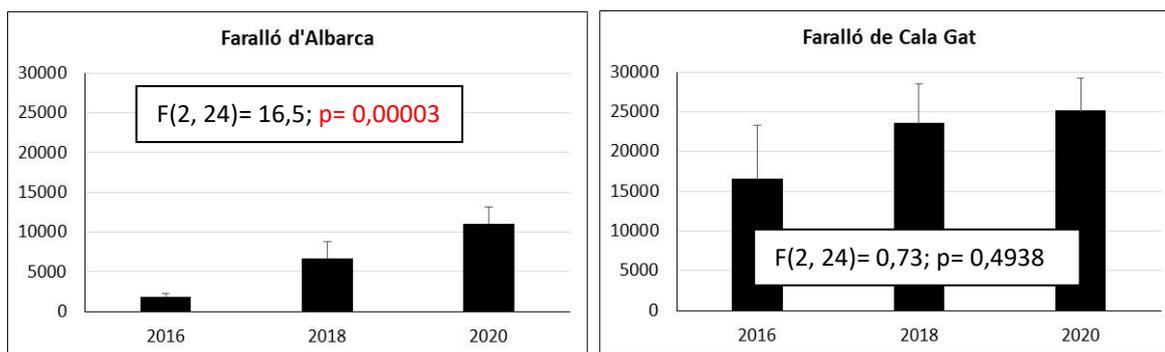


Figura 3.15. Biomasa de especies vulnerables (g/250 m²; media ± EE) obtenida en el Faralló d'Albarca y en el Faralló de Cala Gat en 2016, 2018 y 2020. Los valores en los recuadros indican los resultados del análisis de la varianza con el factor tiempo (año), individualizado para cada lugar de muestreo.

3.2.5. La biomasa de especies demersales de mayor nivel trófico (NT>3,5)

Al igual de lo observado para la biomasa total, la biomasa de especies demersales de nivel trófico superior a 3,5 se incrementó de forma continuada en las dos zonas (Figura 3.16). Únicamente en el Faralló d'Albarca aparecieron diferencias significativas entre los distintos años de muestreo, con los valores de 2016 (0,2 kg/250 m²) menores a los de los dos años posteriores. Aun así, el valor obtenido en esta zona en 2020 (4,5 kg/250 m²) apenas superó el registrado en el Faralló de Cala Gat en 2016 (4,5 kg/250 m²), lejos del alcanzado en 2020 (12,3 kg/250 m²).

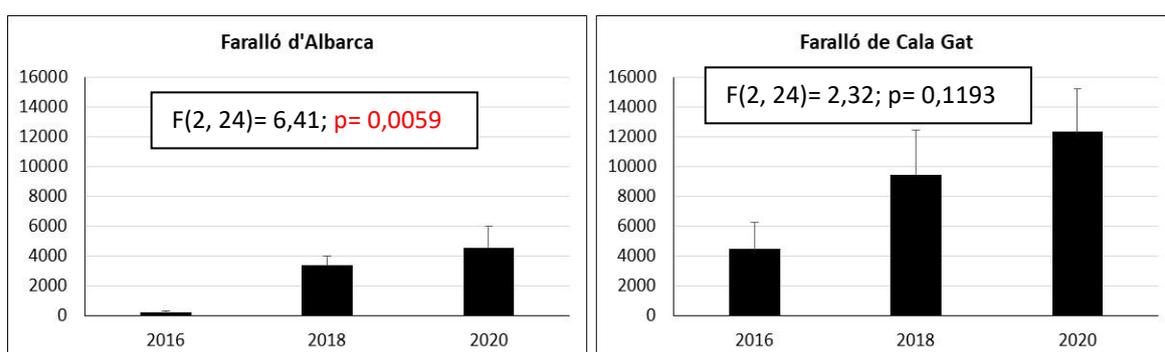


Figura 3.16. Biomasa de especies demersales de nivel trófico >3,5 (g/250 m²; media ± EE) obtenida en el Faralló d'Albarca y en el Faralló de Cala Gat en 2016, 2018 y 2020. Los valores en los recuadros indican los resultados del análisis de la varianza con el factor tiempo (año), individualizado para cada lugar de muestreo.

En el Faralló d'Albarca, la distribución de la biomasa por especies ha estado dominada por los espáridos, principalmente la mojarra *Diplodus vulgaris* y el sargo *Diplodus sargus* (Figura 3.17). Así, en 2016 estas dos especies supusieron el 78% de la biomasa de especies demersales, mientras que las tres especies de meros (*E. marginatus*, *E. costae* y *M. rubra*) apenas superaron el 3%. Esta importancia relativa de los espáridos descendió en 2018 hasta el 45%, repuntando al 55% en 2020. Por su parte, los meros aumentaron al 44% y 33% en 2018 y 2020, respectivamente. Otra especie que es buena indicadora de los efectos de la protección como es el corvallo *Sciaena umbra*, experimentó un aumento muy moderado, pasando del 1% al 5% entre 2016 y 2020. En general, en esta zona se aprecia un progresivo incremento, aunque no lineal, en la importancia de especies residentes y nivel trófico elevado como son las pertenecientes a la subfamilia Epinephelinae, lo cual es síntoma de los efectos de la prohibición de la pesca submarina.

En el Faralló de Cala Gat se observó un progresivo aumento del mero común *E. marginatus*, pero sobre todo del corvallo *S. umbra*, que alcanzó el 32% en 2020 (Figura 3.17). El aumento en la contribución de estas dos especies residentes fue en detrimento de las dos principales especies de espáridos (*D. vulgaris* y *D. sargus*), cuya aportación al conjunto de la biomasa decreció desde el 69% al 49%.

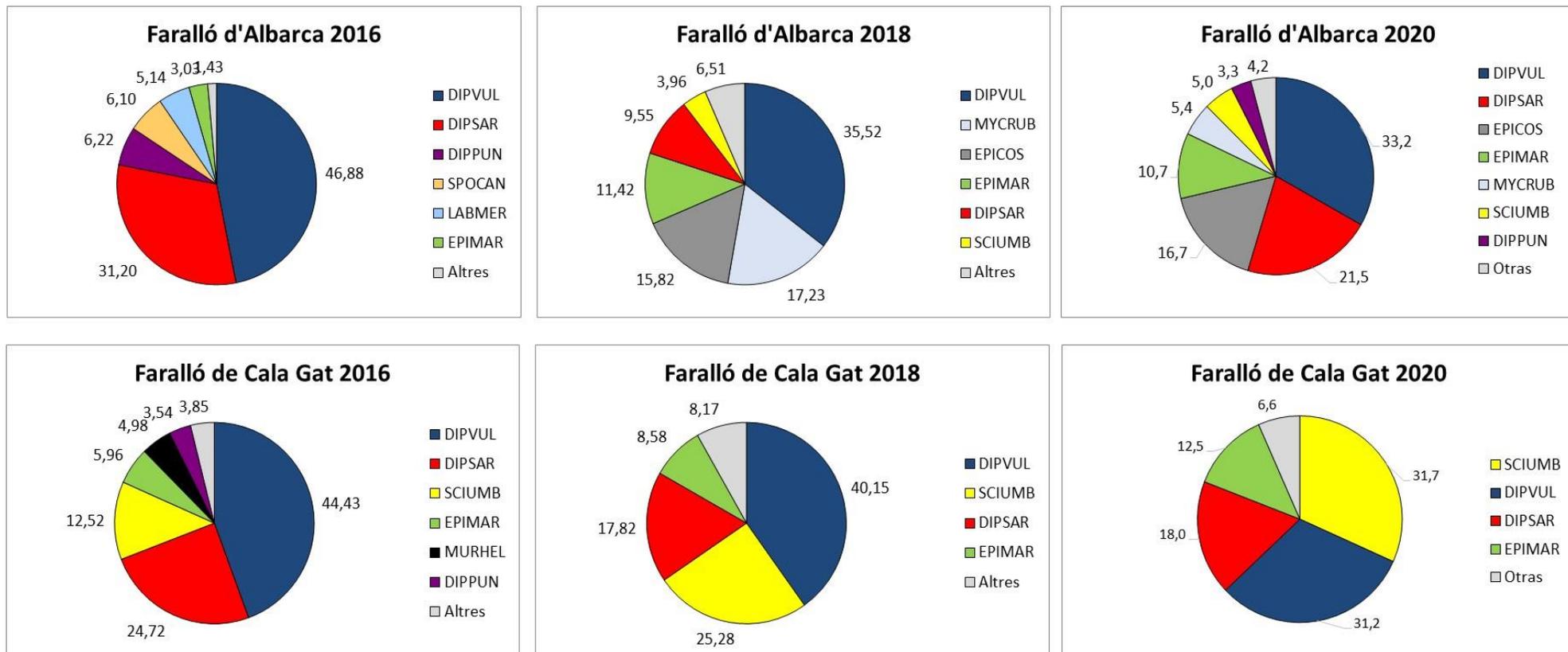


Figura 3.17. Contribución relativa a la biomasa total (%) de las especies observadas en el Faralló d'Albarca (arriba) y en el Faralló de Cala Gat (abajo) en el periodo 2016-2020. La categoría "Altres/Otras" incluye aquellas especies cuya contribución no supone, individualmente, el 2,5%.

4. DISCUSIÓN CONCLUSIONES

La Reserva Marina del Llevant de Mallorca-Cala Rajada (RMLL) fue creada en 2007. Ya desde entonces, en la zona de aguas exteriores (gestionadas por el Gobierno de España, y designadas como RPEsp en el presente informe) se prohibió la pesca submarina. En las aguas interiores (RPBal, gestionadas por el Govern de les Illes Balears), la prohibición de esta modalidad no entró en vigor hasta diciembre de 2016. De esta manera, los efectos manifiestamente deletéreos de la pesca submarina sobre el grupo de especies ícticas objeto de este informe han tenido un recorrido distinto entre ambas zonas (13 y 4 años, respectivamente, hasta la realización de esta última campaña de seguimiento). Los resultados presentados en este informe destacan la efectividad de la prohibición de la pesca submarina en los fondos rocosos superficiales de la zona estudiada.

Ninguno de los parámetros utilizados para evaluar el efecto reserva en la RMLL ha indicado diferencias debidas a la protección. Esto es debido, y es esencial señalarlo, al aumento de los valores de esos indicadores no solamente en el interior de la reserva, sino también en las zonas control (no protegidas). Este hecho no es exclusivo de la RMLL, sino que se ha descrito en el seguimiento de otras reservas marinas de las Illes Balears (e.g. Coll et al. 2020a), produciéndose como respuesta a la paulatina mejora de las poblaciones de algunas especies en todo el litoral del archipiélago. Entre estas especies destacan especialmente el sargo *Diplodus sargus* y la mojarra *Diplodus vulgaris*, que han visto incrementada su abundancia debido a una menor presión pesquera, tanto profesional (artesanal) como recreativa. Como norma general, todos los indicadores evaluados han presentado, en 2020, valores superiores a los del resto de años de la serie analizada.

La reserva integral mostró un incremento discreto en el número medio de especies, pasando de 3,5 a 4,5 especies/250 m² entre 2008 y 2020. Este valor de la reserva integral se encuentra por debajo, por ejemplo, del obtenido en la zona de aguas interiores de la reserva de Sa Dragonera (5,3 especies/250 m²; Coll et al. 2020a), que cuenta con un tiempo menor de protección, o que la reserva integral dels Freus d'Eivissa i Formentera (6,2 especies/250 m²; Coll et al. 2020b). En cambio, supera a otras zonas de protección máxima como las correspondientes a las reservas marinas de la Badia de Palma, la del Nord de Menorca, la del Migjorn de Mallorca, o las de El Toro i Malgrats (con valores comprendidos en el intervalo 3,2-4,3 especies/250 m²; Morey et al. 2017, Coll et al. 2019, Morey et al. 2019, Morey et al. 2020). Por su parte, la densidad media de peces de las especies vulnerables sí experimentó un incremento notable y de forma continuada en las dos zonas de muestreo de la reserva integral, pasando del valor más bajo en 2008 al más alto en 2020 (45 individuos/250 m²). La biomasa total de las especies vulnerables, tomada como el principal indicador del estado de las poblaciones, presentó una buena respuesta en la reserva integral, multiplicándose por un factor x3,4 en Cala Fosca y x10,4 en N'Àlitx. Estas diferencias pueden ser atribuidas al hábitat, ya que en N'Àlitx se encuentran más oquedades y refugios adecuados para que se asienten especies como meros y corvallos, cuya contribución a la biomasa es importante. Esto

último viene refrendado por el aumento en la biomasa de las especies con mayor nivel trófico ($NT > 3,5$), cuyo aumento fue muy superior en N'Àlitx (x23) respecto a Cala Fosca (x2,5), aunque con valores bajos (2,1 y 0,5 kg/250 m², respectivamente). No obstante, es preciso tener en cuenta que, como sucede de forma frecuente en el litoral mediterráneo, N'Àlitx presenta un hábitat heterogéneo, donde se combinan los refugios (cuevas, túneles y grietas) con zonas de roca homogénea con baja rugosidad, y fondos de arena y/o posidonia adyacentes, lo cual limita la extrapolación de estos resultados a un área más extensa.

En la reserva parcial de ámbito autonómico (RPBal), la riqueza de especies también se incrementó, alcanzando un valor de 4,8 especies/250 m², que se enmarca en lo descrito en relación a la reserva integral. En la RPBal cabe destacar el aumento en la densidad de peces (especialmente en Cala Matzoc). Así mismo, en 2020 la densidad de especies con nivel trófico superior a 3,5 presentó el valor mayor (4,3 individuos/250 m²) de entre las cinco zonas estudiadas. En cuanto a la biomasa total, se incrementó por un factor x6,5 desde 2008. Aunque los valores alcanzados no son especialmente relevantes (5,1 kg/250 m² en Es Bufador y 5,8 kg/250 m² en Cala Matzoc), lo que resulta de interés es que desde que se prohibió la pesca submarina en la RPBal en 2016, la biomasa aumentó por x1,8 y x3,7, respectivamente. El efecto positivo de esta medida de gestión es evidente, y en especial en Cala Matzoc. No resulta fácil interpretar las diferencias en la respuesta de Cala Matzoc y Es Bufador, ya que el hábitat de Es Bufador (con muy alta rugosidad a lo largo de toda la zona de muestreo) es especialmente adecuado para especies sedentarias y vulnerables a la pesca submarina, mientras que en Cala Matzoc el hábitat óptimo para estas especies es más reducido. Una posible explicación es la conectividad de ambos *sites*/zonas con hábitat apropiados para estas mismas especies; mientras que Es Bufador, al estar rodeado de extensos arenales sumergidos, presenta una baja conectividad que dificulta la llegada de nuevos individuos, en Cala Matzoc hay una mayor homogeneidad o proximidad a hábitats adecuados. También cabe tener en cuenta, asociado a lo anterior, la exposición a los temporales, ya que Es Bufador está orientado al norte y existe una discontinuidad con fondos rocosos más profundos, lo que dificulta la disponibilidad de refugio para las especies sedentarias. En la RPBal parece clara la relación entre el incremento de la protección (prohibición de la pesca submarina a partir de 2016) y el incremento en la biomasa de *Epinephelus marginatus* y *Sciaena umbra*. A pesar de que no aparecen diferencias estadísticamente significativas para Bt ni para $B_{NT > 3,5}$, el aumento en la biomasa de especies de mayor nivel trófico es evidente en los dos *sites* (aumento por un factor x15), y los cambios en la distribución de la biomasa por especies señalan un tránsito hacia una comunidad íctica más madura, donde ganan importancia especies más longevas y de mayor nivel trófico.

La reserva parcial de ámbito estatal (RPEsp) presentó mayor estabilidad en el número medio de especies, alcanzando las 4,3 especies/250 m² en 2020. En este nivel de protección se detectaron diferencias entre los dos *sites* de muestreo. En N'Alegre se obtuvo la densidad más elevada de entre todos los situados dentro de la RMLL (60 individuos/250 m²; a excepción del Faralló de Cala Gat), así como la mayor biomasa (12 kg/250 m²; ídem), que tras una relativa estabilidad, en 2020 duplicó el valor registrado

en 2018. Igualmente, la biomasa de especies con nivel trófico superior a 3,5 también fue incrementándose de manera continuada, aunque sin superar a los obtenidos en la RPBal y suponiendo tan solo el 22% de la Bt. Por su parte, s'Escull d'en Patilla presentó una mayor estabilidad en todos los indicadores, y con valores inferiores a los de N'Alegre.

En cuanto al Faralló d'Albarca y al Faralló de Cala Gat, los resultados indicaron una evolución positiva (i.e. la existencia de diferencias estadísticamente significativas) en el primero de ellos. No obstante, es esencial poner estos resultados en contexto, ya que la mayoría de indicadores presentan un valor mayor en el Faralló de Cala Gat aunque las diferencias a lo largo del tiempo de estudio no sean tan acusadas. En el Faralló d'Albarca se incrementó la riqueza específica, siendo interesante además la mayor presencia de las tres especies de meros (*Epinephelus marginatus*, *Epinephelus costae* y *Mycteroperca rubra*), que son muy vulnerables a la pesca submarina. Este hecho viene refrendado por las diferencias en la densidad total y la densidad y la biomasa de especies con nivel trófico superior a 3,5; los tres indicadores mostraron un claro incremento con posterioridad a la prohibición de la pesca submarina en la reserva parcial de ámbito autonómico, donde se localiza el Faralló d'Albarca. También la distribución de la biomasa por especies puso esto de manifiesto, con las tres especies de meros incrementando su contribución x10 entre 2016 y 2020. Por su parte, como se ha comentado, el Faralló de Cala Gat no presentó diferencias significativas a lo largo de la serie temporal analizada, pero los valores de densidad y biomasa (total y de NT>3,5) fueron notablemente superiores a los obtenidos en el Faralló d'Albarca.

Los casos del Faralló d'Albarca y del Faralló de Cala Gat son interesantes por diversos motivos. En primer lugar, el Faralló de Cala Gat se ha revelado, de entre todos los puntos muestreados en las reservas marinas de las Illes Balears, como el segundo en importancia en cuanto a la biomasa de especies vulnerables (Figura 4.1), solamente superado por la isla de El Toro (situándose estas dos zonas, además, claramente por encima de todas las localizadas en el interior de las reservas integrales). Esto indica, por una parte, la efectividad de las medidas de gestión; y por otra, la calidad del hábitat existente, que favorece la presencia (y residencia) de especies como el mero, el corvallo, y grandes bancos de sargos y mojarras. No obstante, hay que remarcar que el Faralló de Cala Gat constituye una excepción no solo dentro de la RMLL, sino en el contexto de la Red Balear de Áreas Marinas Protegidas, ya que los resultados obtenidos no son representativos de los fondos rocosos del litoral balear, y deben circunscribirse a una reducida extensión, incluso del propio Faralló, que no es uniforme en cuanto a la calidad del hábitat.

Por su parte, el Faralló d'Albarca constituye un punto interesante a la vista de las especies cuya abundancia se ha visto incrementada. La prohibición de la pesca submarina en la RPBal, donde se sitúa este *faralló*, ha favorecido a especies muy vulnerables a esta práctica, como son las pertenecientes a la subfamilia Epinephelinae (e.g. el mero *E. marginatus*, el falso abadejo *E. costae* y el gitano *M. rubra*) y el corvallo *S. umbra*. En el informe anterior (Morey et al. 2018) ya se apuntó este hecho cuando no habían transcurrido aún 2 años desde la prohibición de la pesca submarina. Los resultados obtenidos en 2020 corroboran esta tendencia. Las características de este

lugar, pues, sugieren que ofrece un hábitat óptimo para especies que, como el falso abadejo y el gitano, encuentran en las Illes Balears escasos lugares donde se combinen la idoneidad de hábitat y la protección frente a la pesca.

En conjunto, la RMLL ha respondido adecuadamente a las medidas de gestión aplicadas, aunque la magnitud de esta mejora está muy ligada a las características particulares (hábitat) de cada lugar. La fracción de la comunidad íctica objeto de este estudio es especialmente vulnerable a la pesca submarina, por lo que dicha respuesta se ha hecho más evidente en la reserva parcial de aguas interiores desde 2016, cuando esta práctica fue prohibida. En 2020, tras 13 años desde la creación de la reserva, no se observan señales de que se haya alcanzado la capacidad de carga. García-Rubies et al. (2013) demostraron que, en el ámbito mediterráneo, la recuperación de las poblaciones de peces hasta alcanzar la capacidad de carga puede tardar, en los denominados *hotspots*, entre 25 y 35 años. Esto coincide con la situación observada en el Faralló de Cala Gat, que puede considerarse como tal. En la reserva integral tampoco se perciben señales de estabilización en N'Àlitx, mientras que Cala Fosca sugiere cierta ralentización en el crecimiento de la biomasa.

Los resultados del presente informe deben circunscribirse a la franja rocosa litoral, teniendo en cuenta que representa un hábitat minoritario en el conjunto de la reserva, y que para una mejor caracterización de los efectos de la reserva sobre la comunidad íctica es aconsejable combinar el seguimiento actual con otros métodos (e.g. seguimiento pesquero, pescas experimentales, ampliar los censos visuales a una selección de localidades, etc.).

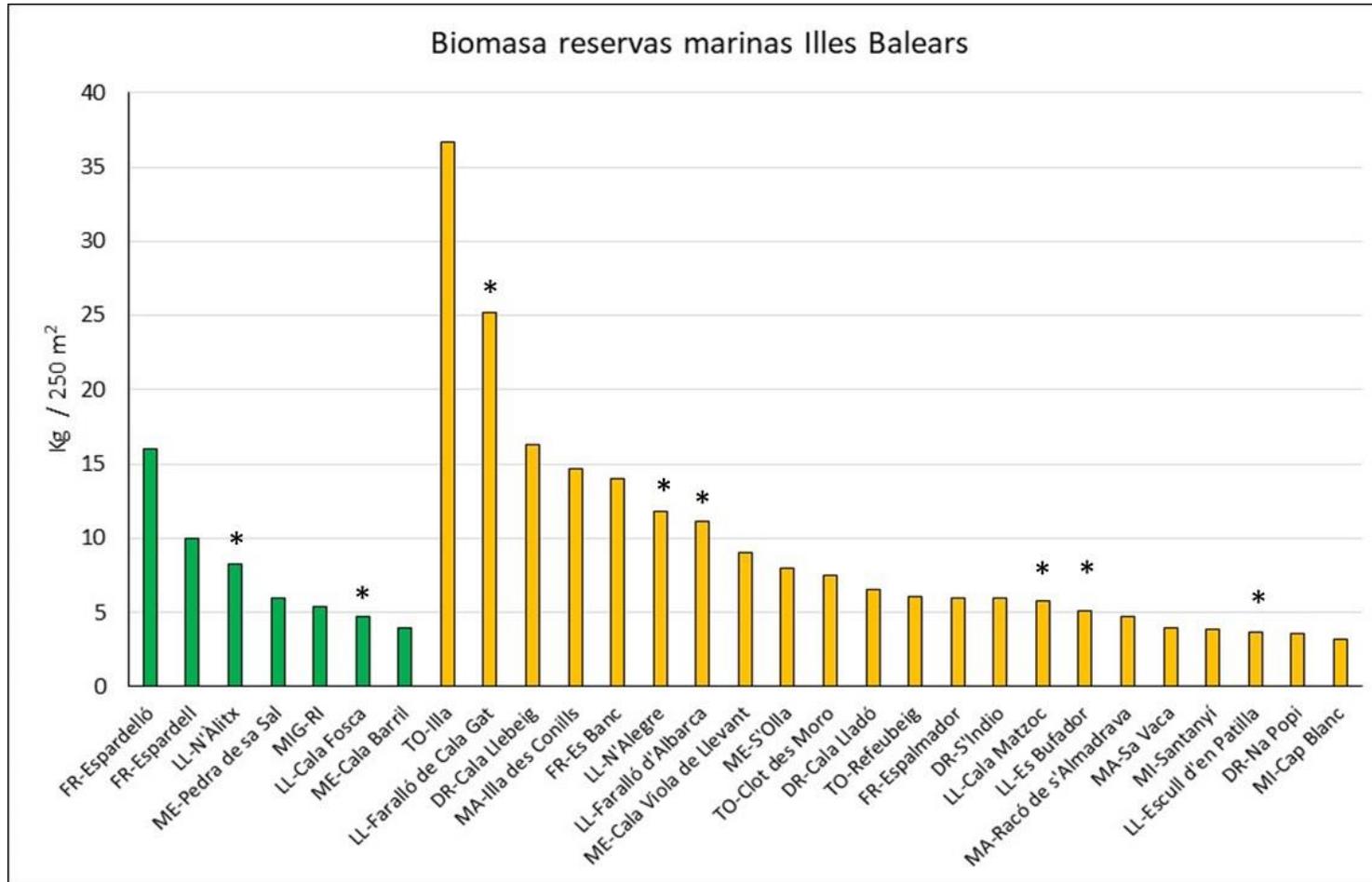


Figura 4.1. Biomasa media entre 0 y 15 m de profundidad en los *sites* de muestreo dentro de las reservas marinas de las Illes Balears. En verde se indican los ubicados en las zonas de reserva integral, y en naranja en la reserva parcial. Las reservas marinas vienen indicadas por las dos primeras letras (DR: Dragonera; FR: Freus d'Eivissa i Formentera; LL: Llevant-Cala Rajada; MA: illes Malgrats; ME: Nord de Menorca; MI: Migjorn de Mallorca; TO: illa del Toro). El asterisco indica los *sites* correspondientes a la RMLL.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELL J.D. 1985. 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.
- COLL J., MOREY G. y NAVARRO O. 2019. La Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2019. Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 144 pàgines.
- COLL J., MOREY G., NAVARRO O., VERGER F. y POZO M. 2020a. 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.
- COLL J., MOREY G. y NAVARRO O. 2020b. La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocos en el període 2000-2020. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears-Tragsatec. 70 pàgines.
- GARCÍA-CHARTON J.A., PÉREZ-RUZAF A., SÁNCHEZ-JEREZ P., BAYLE-SEMPERE J-T., REÑONES O. y 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., HEREU B. y 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
- GOÑI R., QUETGLAS A. i REÑONES O. 2006. Spillover of lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) from a western Mediterranean marine reserve. *Marine Ecology Progress Series* 308: 207-219.
- GOÑI R., S. ADLERSTEIN, D. ALVAREZ-BERASTEGUI, A. FORCADA, O. REÑONES, G. CRIQUET, S. POLTI, G. CADIOU, C. VALLE, P. LENFANT, P. BONHOMME, A. PÉREZ-RUZAF A., J. L. SÁNCHEZ-LIZASO, J. A. GARCÍA-CHARTON, G. BERNARD, V. STELZENMÜLLER y S. PLANES. 2008. Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 366: 159–174. doi: 10.3354/meps07532.
- GREENE L.E. y ALEVIZON W.S. 1989. Comparative accuracies of visual assessment methods for coral reef fishes. *Bull. Mar. Sci.* 44 : 899-912.
- HARME LIN 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.
- LUCKHURST B.E. y LUCKHURST K. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology* 49: 317-323.
- MOREY G., J. MORANTA., E. MASSUTI, A. GRAU, M. LINDE, F. RIERA y B. MORALES-NIN. 2003. Weight-length relationship of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62: 89-96.

- MOREY, G., GARCIA-RUBIES, A., HEREU, B. y COLL, J. 2005. Estat actual de les poblacions de peixos vulnerables a la pesca en els fons rocosos de la futura Reserva Marina de Llevant (NE de Mallorca). Informe tècnic de Tragsatec per a la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears. 48 pp.
- MOREY G., COLL J. NAVARRO O. y VERGER F. 2016a. La reserva marina del Llevant de Mallorca. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Octubre de 2016. Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 70 pàgines.
- MOREY G., COLL J., NAVARRO O. y VERGER F. 2016b. 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. y NAVARRO O. 2017. La Reserva Marina de la Badia de Palma. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Abril de 2017. Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears – TRAGSATEC. 59 pàgines.
- MOREY G., COLL J., NAVARRO O. y VERGER F. 2018. 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.
- MOREY G., COLL J., VERGER F. y NAVARRO O. 2019. La Reserva Marina del Migjorn de Mallorca. Seguiment de les espècies de peixos vulnerables sobre substrat rocós. Informe dels resultats en el període 2003-2019. Informe tècnic per a la Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears. Tragsatec. 73 pàgines.
- MOREY G., COLL J., NAVARRO O., VERGER F. y POZO M. 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.
- ORDINES F., MORANTA J., PALMER M., LERYCKE A., SUAU A., MORALES-NIN B. y 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.
- STOBART B., REÑONES O., MALLOL S., GOÑI R., COLL J. y MOREY G. 2008. Seguimiento del efecto reserva en la Reserva Marina del Levante de Mallorca y su entorno. Instituto Español de Oceanografía. COB-RESERVAS / 2008-1, 18 pp.
- 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.

