CONSELLERIA DE AGRICULTURA, MEDIO AMBIENTE, CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO RURAL. DIRECIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA.

Valencia, 31 de Octubre de 2018

SEGUIMIENTO CIENTÍFICO DE LA RESERVA MARINA DE INTERÉS PESQUERO DE LA SIERRA DE IRTA

Campaña 2018

Proyecto presentado por el
Instituto de Investigación en Medio Ambiente y Ciencia Marina (IMEDMAR) de la Universidad Católica de Valencia SVM (UCV)

Miembros del equipo

Dr. José Tena Medialdea (IP)
Dr. José Rafael García March
Dra. María García Sanz
Dr. Javier Torres Gavilá
D. José Luis Esteban Álvarez
D. Sebastián Hernandis Caballero
Dña. Diana López Ferrando
Dña. Clara Tellez Martínez

Colaboradores

Cristina Pérez Serra
Juan Ignacio Balaguer Benavent
Ana Bodí Broseta
Lidia Cucala García
Mar Roca Mora
Víctor Tena Gascó

ÍNDICE

Tabla de contenido

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS 1

1.1. INTRODUCCION 1

1.2. OBJETIVOS 2

1.3. ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO 2

1.4. ACTIVIDADES E INCIDENCIAS 5

2. SEGUIMIENTO DEL EFECTO RESERVA SOBRE ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL 6

2.1. SEGUIMIENTO DE LAS POBLACIONES DE PECES MEDIANTE CENSOS VISUALES EN INMERSIÓN. 6

2.1.1. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA. 6

2.1.2. RESULTADOS GENERALES 12

2.1.3. LA ESTRUCTURA DEL POBLAMIENTO ICTICO DE LA RESERVA EN 2017 14

2.1.4. EVALUACION DEL EFECTO RESERVA. 24

2.2. SEGUIMIENTO DE LAS CAPTURAS DE ESPECIES OBJETIVO 46

2.2.1. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA 46

2.2.2. RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DE CAPTURAS. 46

3. SEGUIMIENTO DE COMUNIDADES Y ESPECIES DE INTERÉS PATRIMONIAL O ECOLÓGICO 53

3.1. PRADERAS DE ANGIOSPERMAS MARINAS 53

3.1.1. MATERIAL Y MÉTODOS 53

3.1.2. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO DE LAS PRADERAS DE *POSIDONIA OCEANICA* 57

3.1.3. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO DE LAS PRADERAS DE *CYMODOCEA NODOSA* 68

3.2. FORMACIONES ORGANÓGENAS (*LITHOPHYLLUM BYSSOIDES*, *DENDROPOMA LEBECHE*); 'BOSQUES' DE *CYSTOSEIRA* SPP. E IMPACTOS SOBRE ELLAS. 76

3.2.1. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA 76

3.2.2 ESTADO ECOLÓGICO DE LA RESERVA MARINA DE LA SIERRA DE IRTA 80

3.3. SÍNTESIS DEL ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA COMPARACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN ESTE ESTUDIO CON LOS OBTENIDOS EN 2016 y 2017. 82

4. SEGUIMIENTO DE INVERTEBRADOS DE INTERÉS 86

4.1. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA 86

4.2. RESULTADOS SOBRE LAS POBLACIONES DE LAPAS 89

4.3. RESULTADOS SOBRE LAS POBLACIONES DE ERIZOS 93

4.4. RESULTADOS SOBRE LA POBLACION DE NACRAS (*Pinna nobilis*) 96

4.4. INVERTEBRADOS SENSIBLES AL BUCEO AUTÓNOMO. 97

5. CALENTAMIENTO GLOBAL Y ESPECIES EXÓTICAS 98

5.1. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGIA. 98

5.2. REGISTRO EN CONTINUO DE TEMPERATURAS 99

5.3. BLANQUEAMIENTO Y NECROSIS Y EXPECIES EXÓTICAS 100

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES 101

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCION

La *LEY 5/2017, de 10 de febrero, de la Generaliltat, de Pesca Marítima y Acuicultura de la Comunitat Valenciana*, en su Artículo 37. *De las reservas marinas de interés pesquero* establece que, "Con la intención de favorecer la regeneración de los recursos marinos, la Conselleria competente en materia de pesca marítima y acuicultura declarará como reserva marina de interés pesquero las zonas que presenten condiciones adecuadas para la regeneración de los recursos pesqueros, conservación de las especies marinas o recuperación de los ecosistemas".

En la segunda de sus disposiciones transitorias ratifica en esta clasificación la zona de aguas interiores comprendida en la Reserva Natural Marina de Irta, establecida por el *Decreto 108/2002, de 16 de julio, del Gobierno Valenciano, de Declaración del Parque Natural de la Sierra de Irta y de la Reserva Natural Marina de Irta*, y calificada de interés pesquero originalmente por la *Ley 16/2003, de 17 de diciembre, de la Generalitat*.

En el año 2006, el *Decreto 163/2006, de 20 de octubre, del Consell, por el que se ordena la reserva marina de interés pesquero de la Sierra de Irta,* estableció las normas básicas para la pesca y buceo en las aguas interiores de la Reserva Marina, listando actividades prohibidas y autorizables, creando una comisión de seguimiento, y dejando al Conseller competente en materia de pesca la potestad de dictar normas complementarias para el desarrollo de la pesca autorizada, el funcionamiento de la Comisión de Seguimiento y en general para la ejecución y desarrollo de la presente disposición.

En el año 2016, por encargo de la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, el Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada de la Universidad de Alicante desarrolló un primer estudio de seguimiento de la Reserva Marina de Interés pesquero de la Sierra de Irta, que abordó principalmente los efectos de la reserva sobre las especies de interés comercial, el estado de las comunidades y especies de interés patrimonial y ecológico, y la detección de posibles indicadores del efecto del calentamiento global, realizando diferentes muestreos y actividades y analizando y presentando los resultados de dicho año en un informe.

En el año 2017, el Instituto de Investigación en Medio Ambiente y Ciencia Marina (IMEDMAR-UCV) de la Universidad Católica de Valencia, recibió el encargo de continuar con el seguimiento de la Reserva Marina de Interés pesquero de la Sierra de Irta, siguiendo la misma metodología y criterios técnicos empleados durante el año anterior, para completar un segundo año de seguimiento.

En el año 2018, nuevamente el IMEDMAR-UCV fue seleccionado para el estudio de seguimiento correspondiente a esta anualidad, completando un tercer año de recopilación y análisis de datos evolutivos sobre el estado de la Reserva Marina, en relación con los objetivos que se especifican en el siguiente apartado.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo general es el seguimiento de la evolución de determinadas poblaciones y comunidades en la Reserva Marina de Interés Pesquero de la Sierra de Irta (RMIPSI) mediante muestreos estandarizados.

Los objetivos específicos son:

- Seguimiento del efecto reserva sobre las especies de interés comercial
    - Seguimiento de las poblaciones de peces mediante censos visuales en inmersión
    - Seguimiento de las capturas de especies objetivo en el entorno de la RMIPSI

- Seguimiento de comunidades y especies de interés patrimonial o ecológico Praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa,* Formaciones organógenas (*Lithophyllum byssoides*, *Dendropoma petraeum*); 'bosques' de *Cystoseira* spp., erizos (*Paracentrotus*, *Arbacia*, *Sphaerechinus*).

- Seguimiento del calentamiento global mediante sensores de temperatura, blanqueamiento (corales) y seguimiento de especies exóticas.

1.3. ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

El *Decreto 163/2006, de 20 de octubre, del Consell, por el que se ordena la reserva marina de interés pesquero de la Sierra de Irta*, en su artículo primero, establece el ámbito geográfico de la RIMP, limitada al norte por el paralelo 40º 19,93'N (barranco de Volante); al sur por el paralelo 40º 15,69'N (barranco de Malentivet); al este, la línea litoral de costa; y al oeste, la línea de base rectas definida en el Real Decreto 2510/1977, de 5 de Agosto. En la introducción indica que ocupa una superficie de 941 hectáreas y describe las características básicas de su entorno destacando los siguientes párrafos literales:

"La zona de frente litoral correspondiente a la reserva marina se caracteriza por presentar un hábitat compuesto por un substrato rocoso organizado normalmente en acantilados de tipo bajo-medio y altos, entre los que se desarrollan formaciones sedimentarias de cantos, guijarros y arenas.

A la escasa ocupación humana del medio litoral se une un medio marino continuo y relativamente homogéneo, lo que posibilita un excelente estado de conservación de las comunidades biológicas allí asentadas, incluyendo a las poblaciones de especies de interés pesquero y los mecanismos ecológicos que regulan éstas."

La zona es utilizada como caladero por la flota artesanal de los puertos de Peñíscola, Benicarló y Vinarós. La flota pesquera artesanal que opera en estas aguas utiliza una serie de artes entre los que se encuentran trasmallos para especies como la sepia *(Sepia officinalis),* el langostino *(Penaeus kerathurus) y* el lenguado *(Solea spp.),* además de otras artes como los cadufos para la captura de pulpo *(Octopus vulgaris),* palangres de fondo para la captura de espáridos y las artes de solta para especies como la mabra *(Lithonathus mormyrus),* sargo *(Diplodus spp.)* y bonito *(Thunnus alalunga).*

Las especies pesqueras más representativas son el pulpo (*Octopus vulgaris*), el salmonete (*Mullus barbatus* y *M. surmuletus*), la sepia (*Sepia officinalis*), la dorada (*Sparus aurata*), la mabra o herrera (*Lithonathus mormyrus*) y el langostino (*Penaeus kerathurus*).

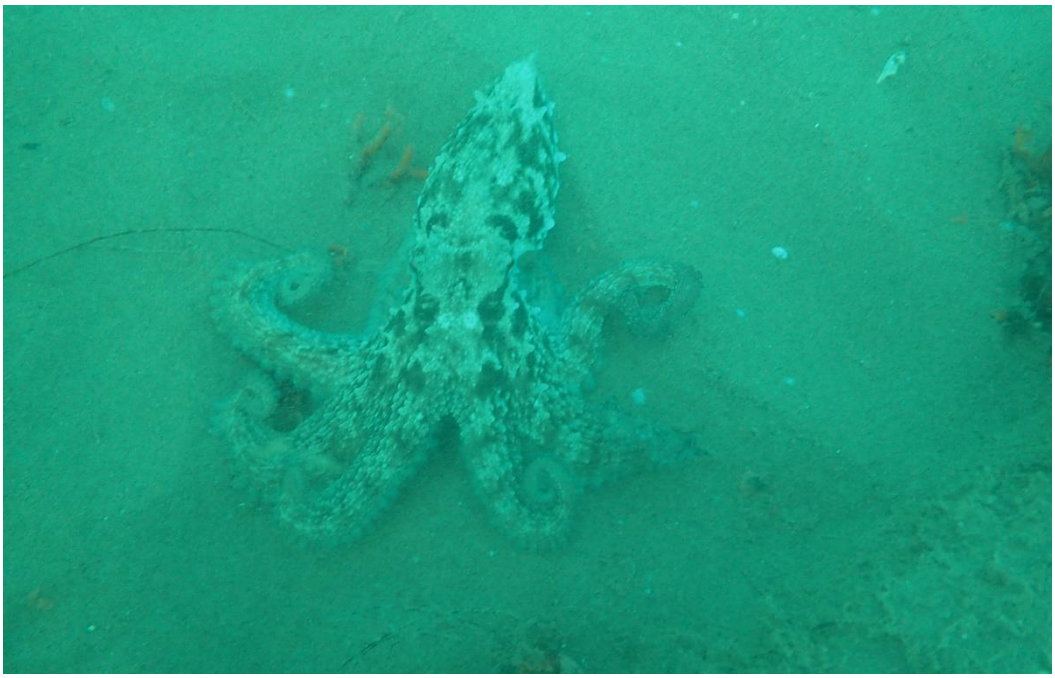


Figura 1.1. *Octopus vulgaris* (pulpo) en los fondos sedimentarios de la RMIP de la Sierra de Irta.

La información disponible sobre los fondos marinos de la reserva es básicamente la procedente de la Cartografía Bionómica realizada por la Conselleria, y de la Ecocartografía de la costa de Castellón de la Dirección General de Costas. En ambos casos indican que salvo la franja costera de naturaleza rocosa, los fondos son de naturaleza sedimentaria, dominados por la biocenosis de las Arenas Finas Bien Calibradas, y con una cobertura variable de *Cymodocea nodosa*.

En cuanto a la zona litoral, la información más precisa hasta el momento es la presentada en el informe de resultados del seguimiento del año anterior, que a nivel de cartografía se limita a señalar a grandes rasgos la localización de la Pradera de *Posidonia oceanica*, y de las zonas de *Cymodocea nodosa.*

En el plano de la figura 1.2 se muestra la base geográfica de referencia tomada para la localización de los trabajos, construida sobre la cartografía digital del IGN (ETRS89), incorporando información bionómica de las ecocartografías del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

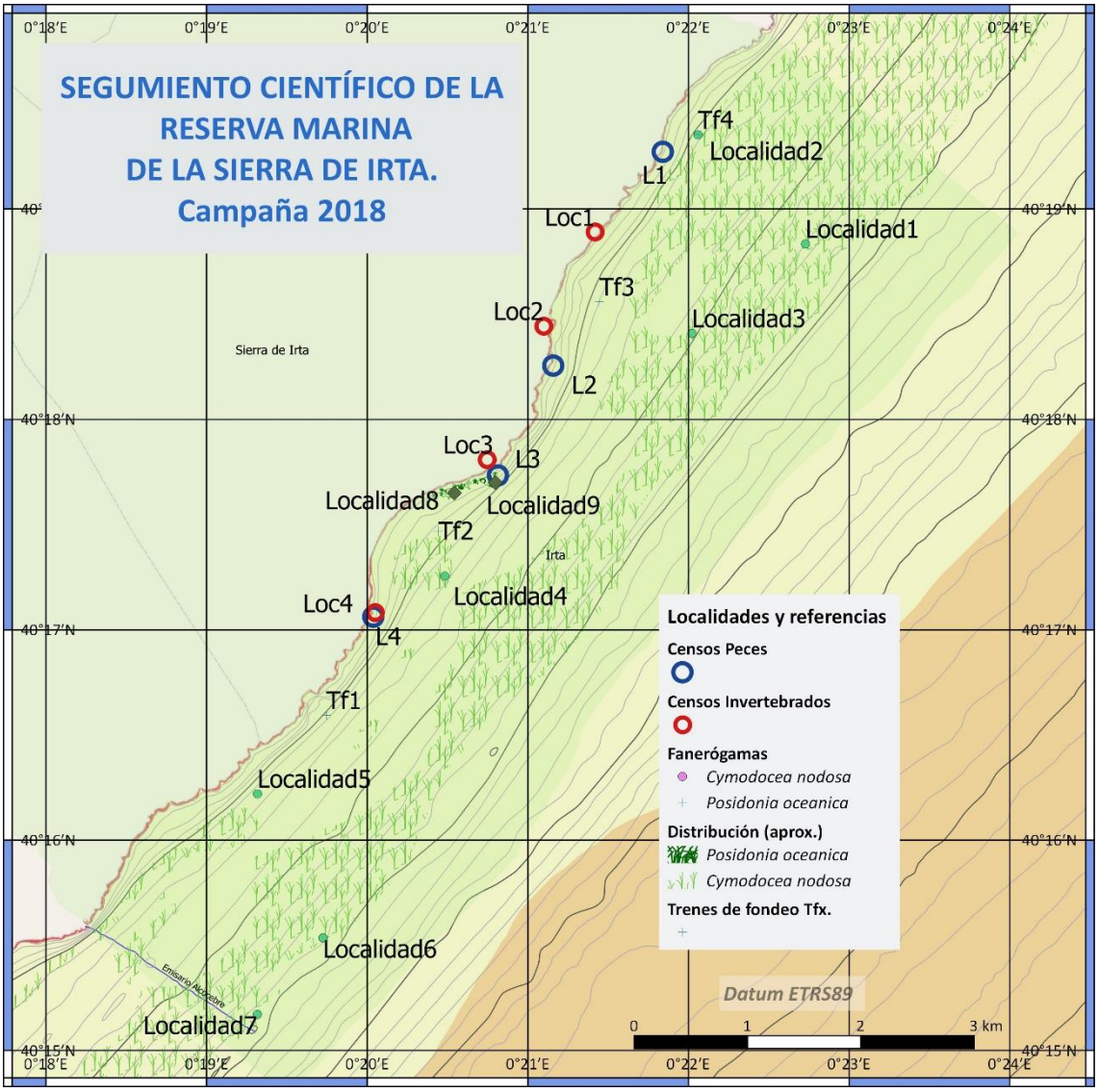


Figura 1.2. Puntos de muestreo para el seguimiento de la Reserva Marina de la Sierra de Irta. En 2018 se han mantenido las mismas localizaciones que en 2017.

1.4. ACTIVIDADES E INCIDENCIAS

Los muestreos y demás trabajos de campo fueron realizados principalmente durante el mes de Julio de 2018 por personal investigador del IMEDMAR-UCV, contando con el apoyo de estudiantes de ciencias marinas de grado, postgrado y doctorado.

Se empleó una embarcación WHALY (modelo 500R) con motor fueraborda de 50 HP para apoyo para los trabajos en inmersión con escafandra autónoma y diversos vehículos para los muestreos y exploraciones de la parte emergida del litoral.

Las muestras y datos han sido procesados y analizados en las instalaciones del IMEDMAR-UCV, tanto en su sede principal de Valencia como en la estación marina de Calp (Alicante), y volcados en formato digital para su tratamiento estadístico y la elaboración de gráficos e informes.

En este informe se exponen los resultados obtenidos a partir de los muestreos realizados en el año 2018, y se analizan y comparan con los resultados de los años anteriores, realizando una discusión en relación con cada aspecto analizado y estableciendo las conclusiones respecto a los objetivos particulares del seguimiento.

El informe ha sido organizado siguiendo básicamente los objetivos particulares indicados, exponiendo en cada capítulo la metodología y los resultados de cada objetivo, si bien la discusión y las conclusiones se exponen de forma conjunta en un capítulo final.

El soporte magnético contiene tanto la copia digital del informe presentado como los datos brutos (de campo) obtenidos en cada actividad así como imágenes y otra documentación anexa.

Los trabajos de campo se realizaron sin incidencias destacables, en las mismas localizaciones que en el año anterior, si bien los sitios específicos de los muestreos siguieron siendo aleatorios, dentro de cada localidad, así como la ubicación de las réplicas de los recuentos de peces, erizos y lapas.

En general se aprecia que las condiciones sedimentarias tienden a regresar a la situación anterior a la provocada por los excepcionales temporales de 2016 que se comentaron en el informe anterior. Junto a la costa, la arena vuelve a cubrir algunos fondos que el año anterior eran de roca, y *Cymodocea nodosa* parece recuperar algo de presencia en los fondos someros.

2. SEGUIMIENTO DEL EFECTO RESERVA SOBRE ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL

2.1. SEGUIMIENTO DE LAS POBLACIONES DE PECES MEDIANTE CENSOS VISUALES EN INMERSIÓN.

2.1.1. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA.

El principal recurso que intenta proteger y fomentar la RMIP son las poblaciones de peces de interés pesquero. Para evaluar este efecto se pretende, por una parte, identificar las especies y caracterizar las poblaciones que se presentan al abrigo de la reserva marina y, por otra, comparar estas poblaciones con las que se presentan en zonas de similares características, pero sin protección.

El método de muestreo empleado es la realización de censos visuales de peces en inmersión sobre transectos estandarizados, que por ser un método no destructivo, no afecta negativamente a las poblaciones estudiadas, ni al medio en el que viven y además no interfiere con los resultados de futuros muestreos. Además, permite obtener datos suficientes para estimar densidades de población, composición específica y por tallas, abundancia y biomasa, así como datos para interpretar las posibles diferencias entre localidades de distinta tipología estructural.

El diseño experimental para evaluar el estado de la ictiofauna en la Reserva Natural Marina de Irta ha sido el mismo aplicado en las campañas anteriores (2016 y 2017), atendiendo a los tres factores:

- Protección: 2 niveles (AMP y área control), fijo y ortogonal.
- Localidad: 4 niveles, aleatorio de replicación espacial y anidado en el factor Protección.
- Sitio: 2 niveles, aleatorio de replicación espacial a menor escala y anidado en el factor Localidad.

Dentro de cada sitio se realizaron 4 transectos al azar (4 réplicas), obteniéndose un total de 64 muestras.
Según el diseño experimental explicado, el modelo lineal resultante fue el siguiente:

$$X_{ijkn} = \mu + P_i + L(P)_{j(i)} + S(L(P))_{k(i(j))} + Residual_{n(ijk)}$$

donde X_{ijkn} representa el conjunto de valores observados en la réplica n (n = 1, 2, 3, 4); μ representa el valor medio global; P_i indica el efecto del nivel i del factor Protección (i = AMP, control); $L(P)_{j(i)}$ expresa el efecto del nivel j del factor Localidad (j = 1, 2, 3, 4); $S(L(P))k_{(i(j))}$ representa el efecto del nivel k del factor Sitio.

Siguiendo este diseño experimental, los muestreos se han desarrollado en cuatro localidades dentro de la Reserva Marina y otras cuatro "localidades control", ubicadas entre cuatro y ocho kilómetros al sur de la Reserva. Dentro de cada localidad se muestrearon dos zonas cercanas entre sí (Sitios), y en cada Sitio se realizaron cuatro Recuentos (Réplicas) a lo largo de transectos de 30m. En total 64 censos (Réplicas) en transectos de 30 por 5 m (total 9.600 m²).

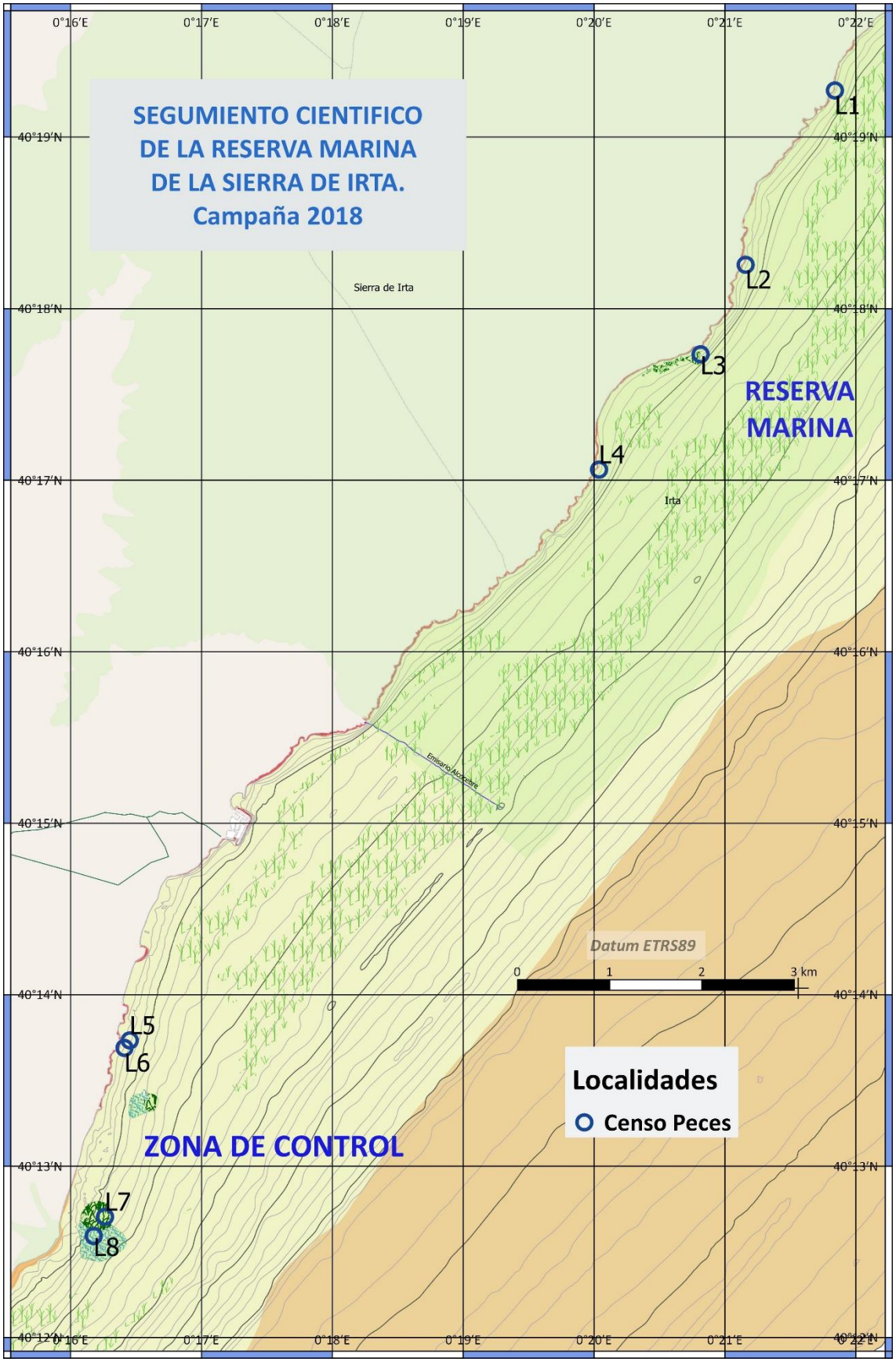


Figura 2.1. Plano de situación de las localidades para el seguimiento de poblaciones de peces. En 2018 se han mantenido las mismas localizaciones que en 2017.

La situación de las localidades de seguimiento de peces ha sido la misma que en el año anterior, tal como viene reflejada en el plano de la figura 2.1.

En cada transecto el muestreo se realiza por un equipo de dos buceadores científicos equipados con tablillas para escribir debajo del agua y una cinta métrica. Uno de los buceadores extiende el metro, y reconoce y anota las características del medio y del entorno. Mientras, el otro realiza los recuentos de todos los peces que se encuentren a menos de 2.5 m de su posición sobre la cinta métrica. La superficie del fondo se recorre sobre la cinta métrica en subtramos sucesivos de 2.5 metros, hasta completar los 30 m de recorrido del transecto.

Para el recuento de peces se anotan los ejemplares observados de cada especie realizando una estimación de la talla y la abundancia. La talla se estima por aproximación al centro de clases de 2 cm (1, 3, 5, 7, etc.) y la abundancia se asigna a clases de escala geométrica de base 2 (1, 2, 3-4, 5-8, 9-16, 17-32, 33-64, 65-128, 129-256, 257-508).

Para la caracterización del hábitat se anota en cada subtramo de 2.5m, la profundidad, el tipo de sustrato (arena, roca, pradera), y la presencia de piedras (50-100 cm.), bloques (100-200 cm.) y grandes bloques (>200 cm.).

Los censos se realizaron entre las 11 de la mañana y las 6 de la tarde, evitando los periodos de actividad más intensa de los peces (amanecer y el atardecer), en condiciones meteorológicas e hidrológicas semejantes, y con visibilidades horizontales en el agua mayores de 5 metros, para minimizar sesgos en los datos debidos a estos factores.

Los censos se realizaron todos durante el mes de Julio por dos equipos de buceadores, manteniendo las funciones (censadores y medidores) y realizando los recuentos simultáneamente en los dos sitos de cada localidad para minimizar la variabilidad debida a la subjetividad de los observadores. Los datos de cada inmersión eran traslados de la tablilla a soporte digital en el mismo día.

Los datos brutos son digitalizados en una base de datos informatizada, directamente, o a través de una hoja de cálculo. El procesado comprende la estimación de la biomasa correspondiente a cada anotación, a partir de los datos de talla y abundancia, empleando las relaciones talla-peso de cada especie, recopiladas en la bibliografía científica, para la zona más cercana, o para la especie morfológicamente más similar cuando falta el dato.

Como medida de talla para la estimación se ha tomado la media aritmética de la clase de 2 cm (1, 3, 5, etc.) y para la abundancia la media geométrica de la clase correspondiente, ajustada al entero inferior (1, 2, 3, 6, 12, 24, 47, 94, 188, 377).

El cálculo se ha realizado para cada observación individual, multiplicando la abundancia por la biomasa que corresponde a la clase de talla de cada ejemplar, siendo el total de abundancia y biomasa por transecto la suma de las estimaciones de las observaciones individuales para cada clase de talla.

Los parámetros ‘a’ y ‘b’ de la relación talla peso ($W=a*L^b$) se han extraído de la base de datos de la organización FishBase (Froese y Pauly, 2004), tomando a ser posible la misma publicación señalada en el informe del 2016 (Valle *et al.,* 2002).

Cabe recordar que los datos de biomasa del año 2016 fueron recalculados a partir de los datos brutos de clase de talla y abundancia disponibles para asegurar la comparabilidad con las nuevas series de datos. En cualquier caso los datos de las tres campañas (2016, 2017 y 2018) han sido reprocesados siguiendo el mismo criterio y protocolo informático.

Además de la biomasa y la abundancia para cada clase de talla de cada una de las especies, se han obtenido para cada replica los parámetros de Abundancia y Biomasa totales (del conjunto de especies), la Riqueza específica (como número total de especies en el transecto) y diversidad conforme al índice de Sannon-Wiener H’.

$$H = -\sum_{i=1}^{s} P_i \cdot \log_2 P_i$$

El hábitat se ha caracterizado usando variables del substrato, distinguiendo:

- Complejidad vertical a partir de la proporción de bloques rocosos.
- Verticalidad como la diferencia entre la profundidad mínima y la máxima.
- Heterogeneidad horizontal por la cobertura de los distintos substratos.

El análisis de la estructura del poblamiento íctico de la reserva se ha basado principalmente en los datos de los censos realizados en 2018 en las localidades situadas dentro de la Reserva, si bien se han presentado también datos de la zona de control.

Se ha establecido el listado de especies identificadas, indicando la densidad media con que se ha encontrado, la frecuencia de ocurrencia respecto a su presencia relativa en las localidades y en las réplicas, la biomasa total y la abundancia total con la proporción correspondiente a tres clases de tamaño:

Pequeños: Menores de 6 cm,
Medianos: entre 7 y 16 cm y
Grandes: Mayores de 16 cm.

A cada especie se ha asignado una clasificación en función de la densidad media y la frecuencia de ocurrencia según Viesca-Lobatón *et al.* 2008, conforme al siguiente esquema:

Clasificación de importancia relativa. (Viesca-Lobatón et al 2008):		Densidad media >0.1 ej/m²	Densidad media <0.1 ej/m²
Frecuencia de Ocurrencia en localidades	>40%	**Típica**	**Frecuente**
	<=40%	**Común**	**Rara**

Los resultados a nivel conjunto se han presentado en gráficas de barras que permiten visualizar sintéticamente los resultados, e identificar las especies principales y valorar su importancia en conjunto.

Identificadas y caracterizadas las especies principales se ha estudiado la presencia relativa en las diferentes localidades, buscando similitudes y diferencias mediante análisis de clasificación jerárquica (cluster) y técnicas de análisis multidimensional (NMDS), basados en la matriz de disimilitud calculada aplicando el índice de Bray Curtis a los inventarios de especies de cada localidad, con datos de abundancia y biomasa.

Puesto que las especies raras no aportan información de utilidad en este tipo de análisis los datos de las especies que se han presentado en menos de un 15% de las réplicas se han agrupado en un epígrafe común de "Resto de especies".

Para la evaluación del efecto reserva sobre las poblaciones ícticas se ha realizado un análisis comparativo entre las localidades dentro de la reserva y las localidades de la zona de control, según los datos de abundancia, biomasa, número de especies y diversidad, en relación a los factores Protección, Localización y Sitio, considerados en el modelo lineal descrito al principio del apartado:

$$X_{ijkn} = \square + P_i + L(P)_{j(i)} + S(L(P))_{k(i(j))} + Residual_{n(ijk)}$$

Se han confeccionado gráficas descriptivas para identificar variaciones y tendencias y se ha empleado el análisis de la varianza (ANOVA) para comprobar si hay diferencias estadísticamente significativas con respecto al efecto reserva, y que influencia tienen las posibles variaciones entre localidades y entre sitios.

El mismo modelo lineal incorporando el nivel de Campaña y eliminando el de Sitio se ha empleado para comprobar las posibles diferencias respecto a los resultados de las campañas anteriores (2016 y 2017).

El test de Student-Newman-Keuls (SNK) ha sido el empleado para comparar muestra a muestra los elementos de los niveles que mostraron efectos significativos en el ANOVA del modelo anidado, y determinar que localidades o sitios eran los que provocaban las diferencias en el nivel correspondiente.

La homogeneidad de varianzas de cada una de las variables se ha determinado con el test de Cochran, y se han realizado las transformaciones logarítmicas para la normalización de los datos en los casos que ha sido conveniente.

En las tablas de resultados se ha indicado cuando las variables han sido transformadas (Ln(x+1)) y cuando las varianzas no han sido homogéneas (ω) aun habiendo aplicado la transformación. Los resultados se han considerado significativos cuando $p<0.05$ (95%), que viene señalado en los resultados con uno o más asteriscos (*), salvo en el caso de varianzas no homogéneas, para los cuales se ha considerado una $P<0.01$, marcada con al menos dos asteriscos (**).

Además del análisis realizado para los cuatro parámetros sobre el conjunto de todas las especies, abundancia y biomasa se han analizado también individualmente para

las especies principales, con el objeto de determinar la sensibilidad de cada una de ellas al efecto reserva.

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el programa estadístico R (R Core Team, 2014) y los paquetes GAD (Sandrini-Neto y Camargo, 2014) y vegan (Oksanen *et al.,* 2015).

Figura 2.2. Censos visuales en inmersión. Buceador 1 anotando especies identificadas en la localidad L2.

2.1.2. RESULTADOS GENERALES

La tabla de la figura 2.3 muestra la síntesis de los resultados totales de los censos visuales de peces realizados para el seguimiento de la reserva marina, ordenados por la abundancia en el último año.

En el conjunto de la zona de estudio, durante la campaña de 2018, se han censado un total de 4.470 ejemplares correspondientes a 41 especies distintas. El número total de ejemplares contabilizados en la reserva (2.604) es menor que el de los años anteriores (4.426 y 6.470), pero los valores de las zonas de control en 2018 cuadriplican los de 2017 y 2016 a nivel de ejemplares y los multiplican por 15 a nivel de biomasa. En contrapartida, la diversidad ha disminuido en las zonas de control, mientras sigue aumentando en la reserva a la vez que lo hace el promedio de talla de los ejemplares. (32.49 g/ej en 2018 vs 21.90 g/ej en 2017).

Dentro de la Reserva Marina se han identificado en esta campaña 38 especies de peces, de las 48 contabilizadas en la reserva y en las zonas de control en los últimos tres años de seguimiento, siendo *Phycis physis* (Brótola de la roca) y *Scorpaena porcus* (Rascacio) las únicas que sólo han sido localizadas éste último año. *Thalassoma pavo* (Fredí), *Apogon imberbis* (Reyezuelo) y *Pomadasys incisus* (Roncador) no se encontraron en 2017 pero si en 2016. *Atherina hepsetus* (Chirrete) no se había identificado dentro de la reserva, aunque si lo había sido en las zonas de control en 2017.

De las siete especies que no se han identificado este año dentro de la reserva destaca M*ullus barbatus* (Salmonete de fango) que era clasificada como frecuente en 2017.

En las zonas de control los recuentos incluyen solo 21 especies, siendo *Labrus merula*, *Symphodus cinereus* y *Symphodus rostratus* (tordos) las únicas que no se identificaron también dentro de la reserva. En sentido opuesto 20 de las especies encontradas en la reserva no se han identificado en las zonas de control.
Al igual que en años anteriores, sólo unas pocas especies acaparan la mayor parte de las observaciones contabilizadas, aunque no son exactamente las mismas. Este año *Diplodus vulgaris* (Vidriada) es la más abundante, seguida de *Sarpa salpa* (Salpa), que lo era en años anteriores. Destaca este año la mayor presencia relativa de *Coris julis* (Julia o Doncella), el notable descenso relativo de *Mullus surmuletus* (Salmonete de roca) y la exigua presencia de *Pagellus acarne* (Aligote).

Considerando que se han muestreado 4.800 m² dentro de la reserva, la densidad media sería del orden de 0.54 ejemplares/m² y la biomasa media de 17’63 g/m².

ABUNDANCIA	2018			2017			2016		
Especies	**Reserva**	**Control**	**Total**	**Reserva**	**Control**	**Total**	**Reserva**	**Control**	**Total**
Diplodus vulgaris	511	107	618	685	174	859	362	32	394
Sarpa salpa	410	59	469	800	37	837	2218	154	2372
Coris julis	354	145	499	60	20	80	99	55	154
Oblada melanura	341	63	404	205	23	228	2106	53	2159
Diplodus annularis	278	201	479	195	65	260	158	34	192
Boops boops	135	695	830	154		154	149	72	221
Chromis chromis	134	408	542	338	44	382	241	34	275
Diplodus sargus	107	9	116	164	32	196	671	11	682
Mullus surmuletus	86	79	165	658	55	713	107	7	114
Parablennius rouxi	54		54	43	4	47			
Symphodus roissali	29		29	2	6	8	1		1
Atherina hepsetus	24	24	48		3	3			
Thalassoma pavo	22	1	23				1		1
Symphodus ocellatus	20	7	27	5	2	7	1	3	4
Serranus scriba	16	38	54	6	14	20	16	15	31
Parablennius pilicornis	15		15	16	1	17			
Parablennius gattorugine	10		10	1		1			
Diplodus puntazzo	9	1	10	1		1	1	1	2
Serranus cabrilla	6	3	9	6	5	11	1	1	2
Tripterygion delaisi	6		6	3		3			
Diplodus cervinus	5		5	7	1	8	4		4
Parablennius sanguinolentus	4		4	4	1	5			
Spondyliosoma cantharus	4		4	32	8	40	3	1	4
Apogon imberbis	3		3				3		3
Mugil mugillidae	3		3		15	15	92		92
Serranus hepatus	3		3	1		1			
Bothus podas	2		2	3		3			
Dicentrarchus labrax	2		2	7		7	2		2
Spicara maena	2		2	12		12			
Symphodus tinca	1	16	17	5	4	9	2	5	7
Pagellus acarne	1	3	4	832	2	834			
Pagellus erythrinus	1	2	3	1		1			
Aidablennius sphynx	1		1	19		19			
Muraena helena	1		1	2		2		1	1
Phycis phycis	1		1						
Pomadasys incisus	1		1				228		228
Scorpaena porcus	1		1						
Symphodus mediterraneus	1		1	37	2	39			
Labrus merula		2	2				1		1
Symphodus cinereus		2	2	5		5	1	1	2
Symphodus rostratus		1	1	1		1			
Blennius ocellaris				8		8			
Coryphoblenius galerita				6		6			
Dentex dentex								1	1
Mullus barbatus				64		64			
Sphyraena sphyraena				36		36			
Tripterygion tripteronotus				2		2			
Umbrina cirrosa							2		2
Total general	**2.604**	**1.866**	**4.470**	**4.426**	**518**	**4.944**	**6.470**	**481**	**6.951**
Total Especies	38	21	41	38	22	40	25	18	27
Biomasa Total	84.621	95.906	180.527	96.970	5.281	102.251	28.449	2.079	30.528
Diversidad	3,49	2,80	3,47	3,42	3,27	3,49	2,57	3,04	2,66

Figura 2.3. Tabla resumen de resultados totales de los censos visuales de peces realizados para el seguimiento.

2.1.3. LA ESTRUCTURA DEL POBLAMIENTO ICTICO DE LA RESERVA EN 2017

Con el objeto de estudiar la estructura del poblamiento íctico de la reserva se ha confeccionado la tabla de la figura 2.5 que presenta las diferentes especies ordenadas por su nivel de presencia relativa en el conjunto de todas las muestras de dentro de la reserva.

La tabla muestra para cada especie los datos de densidad, frecuencia de ocurrencia total (Fi), por localidad y por réplicas de los transectos, junto con la abundancia total, la proporción de cada clase de tamaño, pequeño, mediano o grande en términos de abundancia, y la biomasa total. Se incluyen también los balances de abundancia, proporción de tallas y biomasa del conjunto de las zonas control.

En las gráficas de la figura 2.6 se presenta la abundancia y biomasa totales en cada localidad y campaña, mostrando la importancia relativa de las diferentes especies, destacando las principales e incluyendo en único grupo (Otras) las que se han presentado en menos del 15% de las réplicas.

Figura 2.4. Ejemplares de *Diplodus vulgaris* y *Mullus surmuletus* en el límite de los fondos rocosos litorales con cobertura de *Acetabularia mediterranea*, parcialmente enterrados.

Campaña 2018						Reserva Marina					Zona Control				
						Abundancia				Biomasa	Abundancia				Biomasa
Especies	CATEGORIA	Ej/m2 media	Fi	%Loc	% Repl	Total	% peq.	% med.	% gran.	Total	Total	% peq.	% med.	% gran.	Total
Diplodus vulgaris	Típica	0,106	19,62	100,0	100,00	511	24,27	51,66	24,07	28.628,4	107	3,74	42,99	53,27	9.593,5
Sarpa salpa	Frecuente	0,085	15,75	100,0	46,88	410	11,71	84,63	3,66	8.190,1	59	0,00	0,00	100,00	18.806,3
Coris julis	Frecuente	0,074	13,59	100,0	78,13	354	4,52	75,71	19,77	9.106,0	145	8,28	77,24	14,48	2.776,9
Oblada melanura	Frecuente	0,071	13,10	100,0	68,75	341	12,32	82,40	5,28	6.302,0	63	0,00	17,46	82,54	6.069,1
Diplodus annularis	Frecuente	0,058	10,68	100,0	84,38	278	28,06	66,55	5,40	5.503,5	201	82,59	15,42	1,99	1.415,2
Boops boops	Frecuente	0,028	5,18	50,0	21,88	135	8,89	91,11	0,00	2.303,2	695	3,45	42,30	54,24	36.214,8
Chromis chromis	Frecuente	0,028	5,15	50,0	18,75	134	47,01	52,99	0,00	766,2	408	19,61	80,39	0,00	3.889,5
Diplodus sargus	Frecuente	0,022	4,11	75,0	43,75	107	15,89	32,71	51,40	14.363,4	9	0,00	11,11	88,89	5.876,6
Mullus surmuletus	Frecuente	0,018	3,30	100,0	46,88	86	18,60	80,23	1,16	761,2	79	7,59	75,95	16,46	2.529,8
Parablennius rouxi	Frecuente	0,011	2,07	100,0	56,25	54	27,78	72,22	0,00	364,2					
Symphodus roissali	Frecuente	0,006	1,11	50,0	15,63	29	0,00	96,55	3,45	1.240,5					
Atherina hepsetus	Rara	0,005	0,92	25,0	3,13	24	100,00	0,00	0,00	22,0	24	100,00	0,00	0,00	22,0
Thalassoma pavo	Frecuente	0,005	0,84	50,0	15,63	22	0,00	54,55	45,45	777,1	1	0,00	100,00	0,00	25,2
Symphodus ocellatus	Frecuente	0,004	0,77	75,0	15,63	20	0,00	95,00	5,00	471,4	7	42,86	57,14	0,00	138,7
Serranus scriba	Frecuente	0,003	0,61	100,0	28,13	16	6,25	31,25	62,50	1.983,0	38	0,00	10,53	89,47	4.090,4
Parablennius pilicornis	Frecuente	0,003	0,58	100,0	25,00	15	86,67	13,33	0,00	29,1					
Parablennius gattorugine	Frecuente	0,002	0,38	100,0	18,75	10	30,00	70,00	0,00	1.147,0					
Diplodus puntazzo	Rara	0,002	0,35	25,0	9,38	9	33,33	44,44	22,22	296,7	1	0,00	100,00	0,00	12,7
Serranus cabrilla	Rara	0,001	0,23	25,0	9,38	6	16,67	83,33	0,00	61,6	3	66,67	33,33	0,00	7,2
Tripterygion delaisi	Frecuente	0,001	0,23	75,0	9,38	6	83,33	16,67	0,00	19,1					
Diplodus cervinus	Frecuente	0,001	0,19	75,0	12,50	5	0,00	40,00	60,00	725,8					
Parablennius sanguinolentu	Frecuente	0,001	0,15	50,0	12,50	4	25,00	75,00	0,00	21,1					
Spondyliosoma cantharus	Rara	0,001	0,15	25,0	9,38	4	0,00	100,00	0,00	65,5					
Apogon imberbis	Rara	0,001	0,12	25,0	3,13	3	100,00	0,00	0,00	5,6					
Mugil mugillidae	Rara	0,001	0,12	25,0	6,25	3	33,33	33,33	33,33	162,6					
Serranus hepatus	Rara	0,001	0,12	50,0	9,38	3	33,33	66,67	0,00	21,7					
Bothus podas	Rara	0,000	0,08	25,0	6,25	2	0,00	100,00	0,00	30,4					
Dicentrarchus labrax	Rara	0,000	0,08	50,0	6,25	2	0,00	0,00	100,00	722,3					
Spicara maena	Rara	0,000	0,08	25,0	3,13	2	100,00	0,00	0,00	2,1					
Aidablennius sphynx	Rara	0,000	0,04	25,0	3,13	1	100,00	0,00	0,00	1,8					
Muraena helena	Rara	0,000	0,04	25,0	3,13	1	0,00	0,00	100,00	43,2					
Pagellus acarne	Rara	0,000	0,04	25,0	3,13	1	0,00	100,00	0,00	69,1	3	0,00	100,00	0,00	1.117,9
Pagellus erythrinus	Rara	0,000	0,04	25,0	3,13	1	0,00	100,00	0,00	26,7	2	0,00	50,00	50,00	130,5
Phycis phycis	Rara	0,000	0,04	25,0	3,13	1	0,00	0,00	100,00	122,1					
Pomadasys incisus	Rara	0,000	0,04	25,0	3,13	1	0,00	100,00	0,00	28,6					
Scorpaena porcus	Rara	0,000	0,04	25,0	3,13	1	0,00	0,00	100,00	120,5					
Symphodus mediterraneus	Rara	0,000	0,04	25,0	3,13	1	0,00	100,00	0,00	21,2					
Symphodus tinca	Rara	0,000	0,04	25,0	3,13	1	0,00	0,00	100,00	94,9	16	0,00	37,50	62,50	1.472,5
Labrus merula	Ausente										2	0,00	0,00	100,00	1.564,3
Symphodus cinereus	Ausente										2	0,00	100,00	0,00	7,1
Symphodus rostratus	Ausente										1	0,00	0,00	100,00	146,1

Figura 2.5. Listado de especies de peces en la reserva marina y clasificación ordenados por importancia relativa

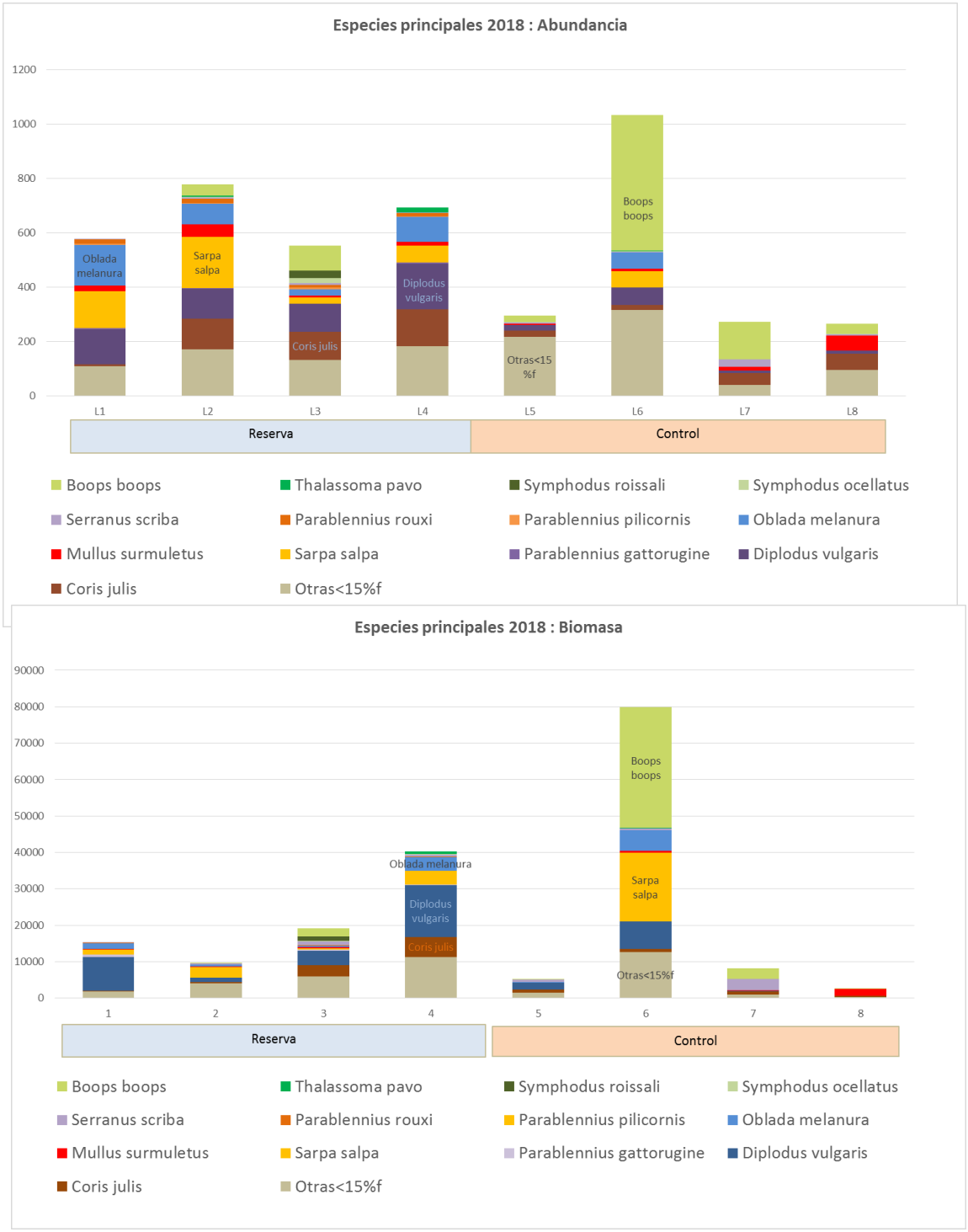


Figura 2.6. Proporciones relativas de las especies principales en Abundancia y Biomasa acumuladas, en las localidades muestreadas.

Este año 2018 sólo *Diplodus vulgaris* puede clasificarse como especie Típica, conforme a la clasificación de importancia relativa propuesta en la metodología, por ser la única que presenta densidades mayores de 0.1 ej./m² y frecuencia mayor del 40%. No hay más especies que se presenten con esta densidad por lo que ninguna se clasifica como Común. 18 especies serían Frecuentes por presentarse con densidades bajas al menos en la mitad de las localidades. Las otras 19 serían Raras por presentarse sólo en una o dos localidades.

Al igual que en años anteriores se aprecia en las gráficas que son muy pocas especies las que acumulan la mayor parte de los datos, y determinan las diferencias entre las localidades. En 2018 *Boops boops* (Boga) y *Sarpa salpa* son las que más claramente influyen en la excepcional abundancia y biomasa de la Localidad L6 de la zona de control. Dentro de la reserva se aprecia una composición más uniforme que incluye principalmente a *Diplodus vulgaris*, *Oblada melanuara* (Oblada) y *Coris julis*, si bien la primera es la que mayor biomasa supone.

Aunque queda bastante claro que el efecto reserva favorece especialmente a unas pocas especies, las gráficas apenas aportan información de utilidad sobre las que no son abundantes, por lo que es necesario aplicar análisis estadísticos más sensibles para profundizar en la estructura de la comunidad íctica.

Figura 2.7. Ejemplar de *Parablennius rouxi* sobre sustratos rocosos someros.

ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL

El grafico de la figura 2.8 muestra el resultado del análisis multidimensional realizado sobre los datos de abundancia de las especies por cada replica. El análisis busca representar las menores diferencias entre las variables consideradas, de forma que cuando varias series son semejantes se muestran agrupadas en el plano de representación elegido.

Habiendo incorporado los datos de 2018 a los presentados en el informe anterior, la gráfica sigue mostrando la gran dispersión de los datos, propia de las comunidades de especies móviles, ocultando incluso las escasas relaciones que se apreciaban el año anterior. Únicamente destaca la posición de las tres especies de *Parablennius* en la parte inferior derecha de la gráfica.

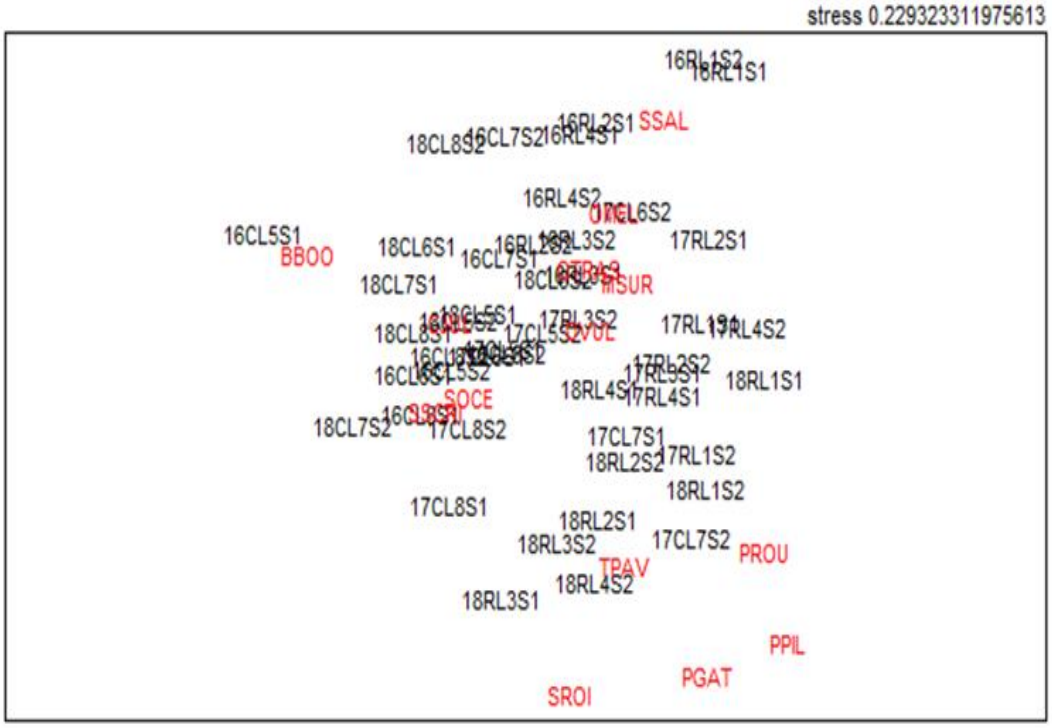


Figura 2.8. Resultado del análisis multidimensional NMDS realizado a partir de los datos de abundancia de las especies principales, para el conjunto de las tres campañas, aplicando el índice de Bray Curtis.

CLASIFICACION JERÁRQUICA – AGRUPACIÓN CLUSTER

Las figuras 2.9 y 2.10 muestran el resultado de los análisis de agrupación realizados sobre la matriz de datos de especies respecto a las localidades, empleando los datos por sitio de la campaña de 2018 en la primera figura y los datos de las tres campañas por localidades en la siguiente.

Los dendrogramas representan la semejanza entre las localizaciones, según las especies principales, y entre especies según donde se presentan, con similitudes establecidas mediante el índice de Bray Curtis y criterio de agrupamiento por valores medios (UPGMA).

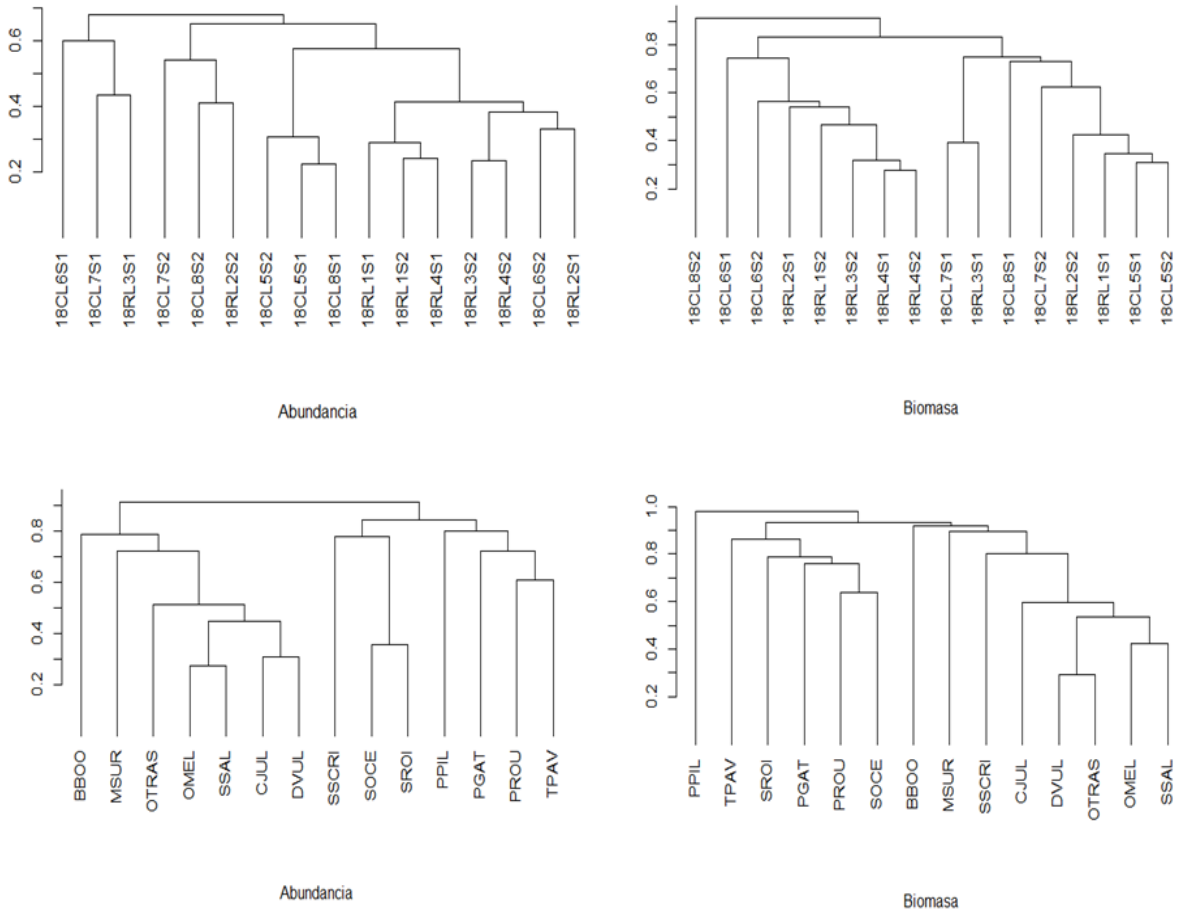


Figura 2.9. Dendrogramas de agrupación jerárquica de sitios y especies, a partir de la comparación de inventarios mediante el índice de Bray Curtis y el sistema de agrupación UPGMA, con los datos del 2018.

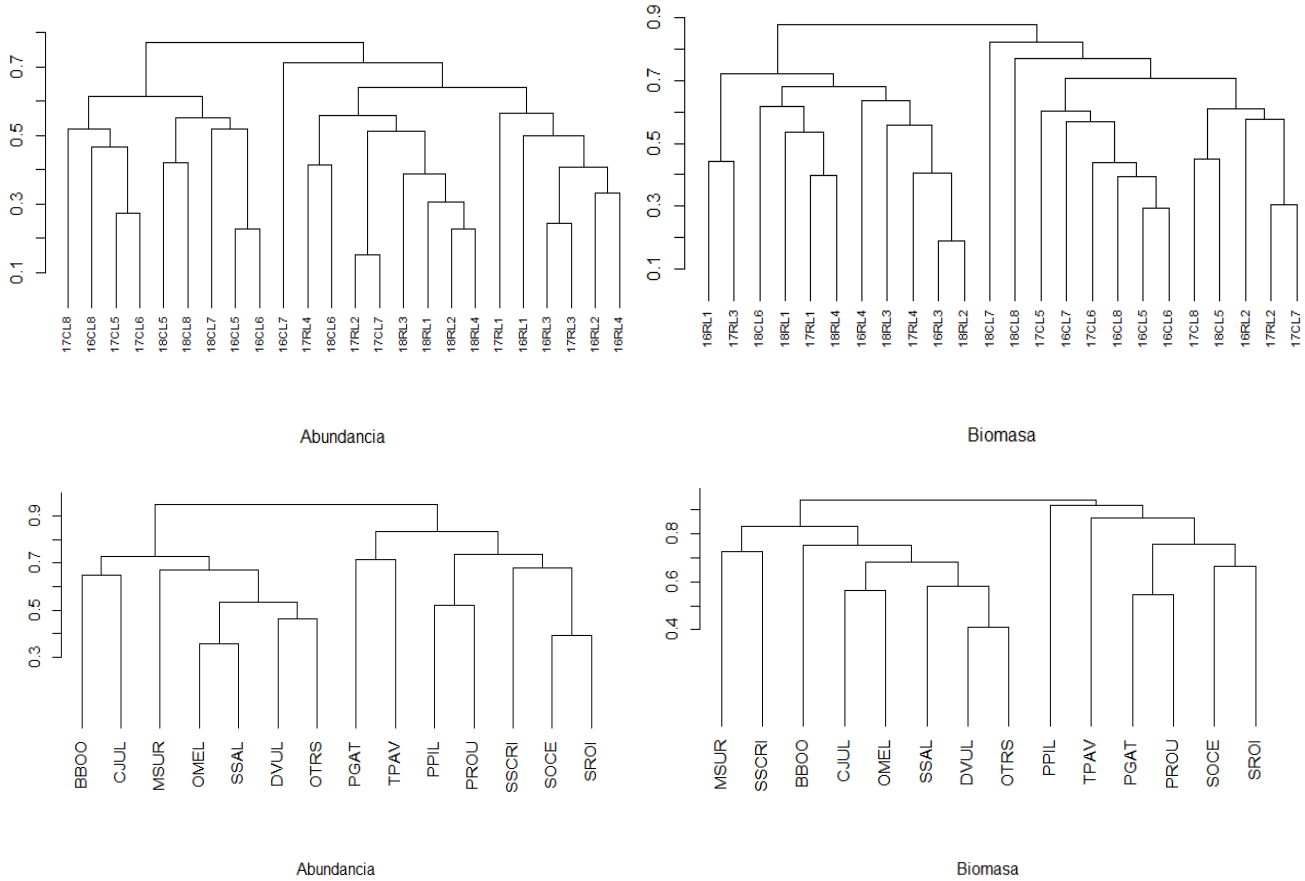


Figura 2.10. Dendrogramas de agrupación jerárquica de localidades y especies, a partir de la comparación de inventarios mediante el índice de Bray Curtis y el sistema de agrupación UPGMA, con los datos de las tres campañas: 2016, 2017 y 2018.

En el primer dendrograma (Fig. 2.9), que compara los sitios muestreados a partir de los datos de abundancia, las localidades de dentro de la reserva se agrupan a la derecha, incluyendo también el sitio S2 de la localidad L6. Los sitios de la zona de Control forman a la izquierda tres grupos de tres sitios, menos similares entre sí, que incluyen los sitios S2 de la L2 y S1 de L3, de dentro de la reserva, en grupos diferentes. Las localidades L1 y L5 son las únicas cuyos dos sitios se asemejan bastante.

En el dendrograma de la derecha, a nivel de biomasa, la estructura es bastante diferente. Se diferencian dos grandes grupos que incluyen tanto sitios de la zona de control como de la Reserva, y el sitio S2 de L8 como entidad aparte. Los sitios de L4 son los más similares entre sí, aunque los de L5 mantienen su proximidad. En el resto de localidades los sitios respectivos se encuentran en grupos diferentes.

En la línea inferior que muestra las semejanzas entre especies, *D. vulgaris, O. melanura, S. Salpa, C. julis* y el grupo de minoritarias (Otras) se agrupan claramente a nivel de abundancia y biomasa. *Symphodus ocellatus* y *S. roissali* también se agrupan entre sí respecto a la abundancia, así como las tres especies de blénidos: *P.pilicornis, P.gatorugine y P. rouxi*, que se encuentran en ambas gráficas en el mismo cluster junto con *Talassoma pavo*.

En la segunda figura (2.10), que comprende los datos de los tres años por localidades, se aprecia mejor que las localidades de la reserva y las de las zonas de control tienden a formar grupos diferenciados a derecha e izquierda, con excepciones puntuales, sin que se aprecie mayor similitud entre las campañas sucesivas sobre las mismas localidades. Para las especies se mantienen las asociaciones indicadas para los datos de 2018.

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL FONDO

En relación con las características fisiográficas de los sitios muestreados que se exponen en la tabla de la figura 2.11, pueden establecerse las siguientes características, aunque la relación con los resultados que se vio en la campaña anterior es diferente este año y ya no resulta tan evidente.

La localidad L1 se ubica en los acantilados de Torre Badum, en un fondo con grandes bloques, piedras y arena, con baja heterogeneidad horizontal pero alta complejidad estructural. Los resultados de los dos sitios son similares por la abundancia pero diferentes por la biomasa en 2018. Presentan escasa similitud entre campañas.

La Localidad L2 está situada en los acantilados bajos del sur del Pebreret, en fondos de roca y arena, con baja heterogeneidad horizontal, complejidad estructural media y verticalidad media. Los resultados dan composición específica diferente en los dos sitios en 2018 y cierta similitud entre las campañas de 2016 y 17.

En la Localidad L3, cerca del Cabo de Irta, el sitio 1 está en pradera de *Posidonia* sobre roca, determinando una heterogeneidad horizontal alta, aunque con complejidad estructural (piedras y matas) y verticalidad moderadas. El sitio 2 en la base del frente rocoso del Cabo de Irta, presenta mayor complejidad estructural y menor heterogeneidad horizontal que el sitio 1. Los resultados de 2018 difieren en los dos sitios lógicamente por la influencia de la paradera de *Posidonia*, pero entre campañas hay cierta similitud a nivel de localidad entre 2016 y 2018 para los datos de abundancia.

La localidad L4, en la zona meridional de la reserva, en las proximidades de Cala Argilaga, presenta dos sitios de estructura similar, dominados por bloques grandes, con poca heterogeneidad horizontal y moderada complejidad estructural, y verticalidades muy dispares en las distintas réplicas. Aquí se dan los resultados más parecidos entre sitios en 2018 para biomasa, pero no son tan similares con los datos de abundancia. También son algo parecidas las tres campañas en datos de biomasa aunque no de abundancia.

Fuera de la Reserva, la localidad L8 corresponde a un fondo mixto con roca, pradera de *Posidonia* y canales sedimentarios. grandes bloques y canales de arena, estructuralmente complejo, poco heterogéneo, y con más de 2 m de verticalidad. Presenta resultados muy dispares en 2018 y entre campañas.

La localidad L7, al sur de la Roca del Moro, es un fondo rocoso con bloques grandes y pradera de *Posidonia*, con heterogeneidad horizontal alta y complejidad estructural y verticalidad moderadas. Los resultados del censo son también muy dispares entre sitios y entre campañas.

Las localidades L5 y L6, situadas frente a la desembocadura del río Cuevas, en Capicorp, corresponden a pradera de *Posidonia* bastante uniforme, con claros de arena y algunas zonas de roca, con cierta heterogeneidad horizontal, pero escasa complejidad estructural y verticalidad moderada. En 2018 en L5 los resultados de los dos sitios son muy parecidos y diferentes de los dos sitios de L6, que no se parecen entre sí, pero dan abundancias excepcionales. En campañas sucesivas se dan parecidos y disparidades aleatorias entre las dos localidades.

Estos resultados indican que el agrupamiento de los sitios está determinado principalmente por el nivel de presencia y abundancia relativa de las especies típicas y frecuentes, y no por la por la relación de las especies con el hábitat, si bien pese a ello, siguen identificándose asociaciones de especies características de pradera de *Posidonia oceanica* y de especies propias de fondos rocosos someros.

Localidad	Sitio	Replica	Tipo de sustrato				Morfología				Profundidad			
			Roca	Arena	*Posidonia*	*Cymodocea*	Grandes bloques	Medianos	Piedras	liso	Min	Max.	Promedio	Rango
L1	S1	R1	53,85%	46,15%	0,00%	0,00%	15,38%	0,00%	15,38%	69,23%	0,5	2,5	1,8	2,0
L1	S1	R2	30,77%	69,23%	0,00%	0,00%	7,69%	0,00%	23,08%	69,23%	0,5	2,5	1,7	2,0
L1	S1	R3	69,23%	30,77%	0,00%	0,00%	23,08%	0,00%	46,15%	30,77%	0,8	2,8	1,9	2,0
L1	S1	R4	61,54%	38,46%	0,00%	0,00%	30,77%	0,00%	23,08%	46,15%	1,4	2,5	2,0	1,1
L1	S2	R1	30,77%	69,23%	0,00%	0,00%	7,69%	23,08%	0,00%	69,23%	1,5	2,5	2,0	1,0
L1	S2	R2	69,23%	30,77%	0,00%	0,00%	30,77%	15,38%	23,08%	30,77%	0,5	2,6	1,7	2,1
L1	S2	R3	53,85%	46,15%	0,00%	0,00%	38,46%	7,69%	0,00%	53,85%	0,5	3,1	1,9	2,6
L1	S2	R4	53,85%	46,15%	0,00%	0,00%	7,69%	15,38%	30,77%	46,15%	0,8	3,0	2,3	2,2
L2	S1	R1	84,62%	15,38%	0,00%	0,00%	38,46%	0,00%	15,38%	46,15%	0,2	2,1	1,5	1,9
L2	S1	R2	91,67%	8,33%	0,00%	0,00%	41,67%	33,33%	0,00%	25,00%	1,0	2,9	1,8	1,9
L2	S1	R3	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	28,57%	7,14%	21,43%	42,86%	0,3	2,1	1,5	1,8
L2	S1	R4	92,31%	7,69%	0,00%	0,00%	7,69%	7,69%	15,38%	69,23%	0,5	3,2	2,0	2,7
L2	S2	R1	61,54%	38,46%	0,00%	0,00%	23,08%	7,69%	15,38%	53,85%	1,0	3,0	1,9	2,0
L2	S2	R2	38,46%	61,54%	0,00%	0,00%	30,77%	7,69%	0,00%	61,54%	1,0	3,0	2,0	2,0
L2	S2	R3	76,92%	23,08%	0,00%	0,00%	23,08%	7,69%	15,38%	53,85%	1,0	3,0	2,3	2,0
L2	S2	R4	76,92%	23,08%	0,00%	0,00%	53,85%	0,00%	0,00%	46,15%	1,0	3,2	2,4	2,2
L3	S1	R1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,69%	30,77%	46,15%	15,38%	4,1	5,9	4,7	1,8
L3	S1	R2	92,31%	7,69%	0,00%	0,00%	23,08%	23,08%	38,46%	15,38%	2,6	4,8	4,2	2,2
L3	S1	R3	92,31%	7,69%	0,00%	0,00%	15,38%	46,15%	23,08%	15,38%	3,5	6,3	4,4	2,8
L3	S1	R4	69,23%	30,77%	0,00%	0,00%	7,69%	46,15%	15,38%	30,77%	1,7	6,8	4,3	5,1
L3	S2	R1	30,77%	15,38%	53,85%	0,00%	0,00%	23,08%	7,69%	69,23%	2,0	3,4	2,6	1,4
L3	S2	R2	76,92%	15,38%	7,69%	0,00%	0,00%	23,08%	53,85%	23,08%	2,0	2,4	2,2	0,4
L3	S2	R3	38,46%	7,69%	53,85%	0,00%	0,00%	7,69%	30,77%	61,54%	2,4	5,0	3,9	2,6
L3	S2	R4	46,15%	0,00%	53,85%	0,00%	0,00%	7,69%	38,46%	53,85%	2,0	3,1	2,5	1,1
L4	S1	R1	84,62%	15,38%	0,00%	0,00%	15,38%	15,38%	38,46%	30,77%	1,0	3,5	2,2	2,5
L4	S1	R2	92,31%	7,69%	0,00%	0,00%	0,00%	15,38%	61,54%	23,08%	1,0	2,0	1,6	1,0
L4	S1	R3	69,23%	30,77%	0,00%	0,00%	7,69%	0,00%	53,85%	38,46%	1,0	4,6	2,7	3,6
L4	S1	R4	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	15,38%	46,15%	38,46%	1,0	3,0	1,7	2,0
L4	S2	R1	92,31%	7,69%	0,00%	0,00%	0,00%	15,38%	46,15%	38,46%	0,4	4,8	2,4	4,4
L4	S2	R2	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	23,08%	46,15%	30,77%	0,00%	0,8	3,0	1,6	2,2
L4	S2	R3	92,31%	7,69%	0,00%	0,00%	46,15%	7,69%	30,77%	15,38%	1,0	5,2	2,6	4,2
L4	S2	R4	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	23,08%	53,85%	23,08%	1,0	2,0	1,3	1,0
L5	S1	R1	30,77%	7,69%	61,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	4,0	6,0	4,7	2,0
L5	S1	R2	0,00%	15,38%	84,62%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	3,0	5,0	4,2	2,0
L5	S1	R3	38,46%	23,08%	38,46%	0,00%	0,00%	0,00%	7,69%	92,31%	3,0	5,5	4,4	2,5
L5	S1	R4	23,08%	15,38%	61,54%	0,00%	15,38%	0,00%	7,69%	76,92%	4,0	6,0	4,7	2,0
L5	S2	R1	15,38%	15,38%	69,23%	0,00%	15,38%	0,00%	0,00%	84,62%	4,0	6,0	5,2	2,0
L5	S2	R2	30,77%	15,38%	53,85%	0,00%	7,69%	0,00%	0,00%	92,31%	4,0	6,0	4,8	2,0
L5	S2	R3	7,69%	53,85%	30,77%	7,69%	7,69%	0,00%	0,00%	92,31%	4,0	5,0	4,8	1,0
L5	S2	R4	38,46%	15,38%	46,15%	0,00%	0,00%	15,38%	7,69%	76,92%	4,0	5,0	4,3	1,0
L6	S1	R1	15,38%	7,69%	76,92%	0,00%	7,69%	0,00%	7,69%	84,62%	4,0	6,0	4,7	2,0
L6	S1	R2	15,38%	38,46%	46,15%	0,00%	7,69%	7,69%	0,00%	84,62%	3,8	5,0	4,4	1,2
L6	S1	R3	15,38%	7,69%	76,92%	0,00%	7,69%	0,00%	0,00%	92,31%	4,0	6,0	4,6	2,0
L6	S1	R4	15,38%	15,38%	69,23%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	4,0	6,0	5,1	2,0
L6	S2	R1	23,08%	0,00%	76,92%	0,00%	0,00%	15,38%	0,00%	84,62%	4,0	6,0	5,1	2,0
L6	S2	R2	30,77%	7,69%	61,54%	0,00%	0,00%	0,00%	7,69%	92,31%	4,0	6,0	5,0	2,0
L6	S2	R3	23,08%	15,38%	61,54%	0,00%	23,08%	0,00%	0,00%	76,92%	4,0	6,0	5,0	2,0
L6	S2	R4	7,69%	30,77%	61,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	4,0	6,0	5,1	2,0
L7	S1	R1	0,00%	46,15%	53,85%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	5,0	7,0	5,8	2,0
L7	S1	R2	0,00%	23,08%	76,92%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	4,0	6,0	4,9	2,0
L7	S1	R3	7,69%	30,77%	61,54%	0,00%	7,69%	0,00%	0,00%	92,31%	4,0	6,4	4,7	2,4
L7	S1	R4	7,69%	53,85%	38,46%	0,00%	7,69%	0,00%	0,00%	92,31%	5,0	6,4	6,0	1,4
L7	S2	R1	7,69%	61,54%	30,77%	0,00%	0,00%	7,69%	0,00%	92,31%	5,0	7,5	6,6	2,5
L7	S2	R2	7,69%	30,77%	61,54%	0,00%	0,00%	0,00%	7,69%	92,31%	4,0	6,0	5,1	2,0
L7	S2	R3	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	15,38%	0,00%	0,00%	84,62%	3,0	5,4	4,5	2,4
L7	S2	R4	7,69%	7,69%	84,62%	0,00%	7,69%	0,00%	0,00%	92,31%	4,0	6,5	4,7	2,5
L8	S1	R1	23,08%	46,15%	30,77%	0,00%	15,38%	7,69%	0,00%	76,92%	4,0	7,0	5,7	3,0
L8	S1	R2	0,00%	7,69%	92,31%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	4,0	5,5	4,3	1,5
L8	S1	R3	15,38%	30,77%	53,85%	0,00%	0,00%	0,00%	15,38%	84,62%	3,5	6,5	4,5	3,0
L8	S1	R4	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	3,0	6,0	4,2	3,0
L8	S2	R1	7,69%	46,15%	46,15%	0,00%	0,00%	7,69%	0,00%	92,31%	5,0	7,5	6,5	2,5
L8	S2	R2	7,69%	76,92%	15,38%	0,00%	0,00%	0,00%	7,69%	92,31%	6,0	7,0	6,8	1,0
L8	S2	R3	7,69%	30,77%	61,54%	0,00%	0,00%	7,69%	0,00%	92,31%	6,0	7,5	6,7	1,5
L8	S2	R4	7,69%	30,77%	61,54%	0,00%	7,69%	0,00%	0,00%	92,31%	4,0	7,5	6,2	3,5

Figura 2.11. Resultados de la caracterización estructural de los de los censos visuales de peces.

2.1.4. EVALUACION DEL EFECTO RESERVA.

Aunque hasta la fecha, en general se aprecia que en la reserva hay más peces que en las zonas de control, en este último año se presentan excepciones en algunas localidades que pueden comprometer la evidencia del efecto reserva de los años anteriores, y por tanto es especialmente necesario analizar estadísticamente los resultados.

Como se ha explicado el muestreo está prediseñado para poder aplicar a los datos obtenidos de número de especies, abundancia y biomasa, un análisis de la varianza (ANOVA) que permita analizar estadísticamente las diferencias entre los resultados de los censos dentro y fuera de la reserva, teniendo en cuenta el efecto de las ubicación relativa en el entorno de la reserva (Localidades) y de las posibles variaciones espaciales dentro de cada localidad (Sitios), a partir de varias réplicas que minimicen la aleatoriedad propia del método de muestreo.

La tabla siguiente (figura 2.12) muestra la media y el error típico de los parámetros analizados para cada una de las localidades muestreadas en esta campaña, junto con las de los años anteriores que fueron ya incluidos en el informe anterior.

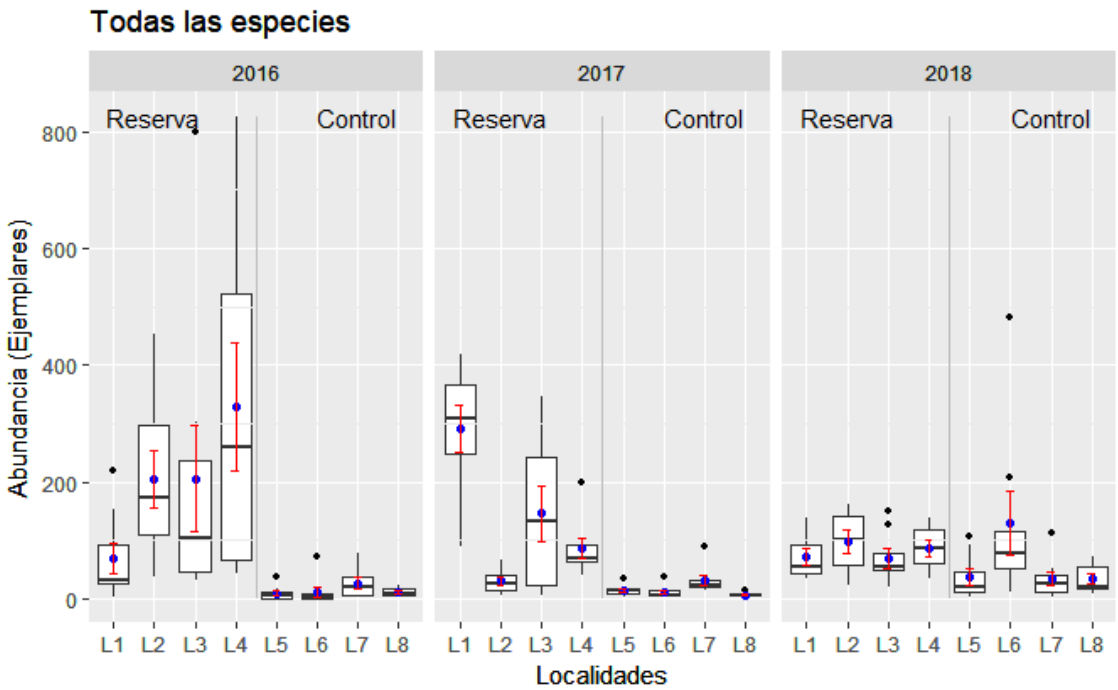
2018	Localidad	Abundancia	Biomasa	Riqueza	Diversidad
Reserva	L1	72.38 ± 14.56	1919.7 ± 1137.14	6.25 ± 0.726	1.929 ± 0.1764
	L2	97.38 ± 19.41	1214.2 ± 326.10	11.38 ± 1.772	2.676 ± 0.2075
	L3	69.12 ± 16.36	2400.8 ± 601.13	8.00 ± 0.707	2.243 ± 0.1298
	L4	86.62 ± 13.43	5042.9 ± 1077.33	6.88 ± 0.639	2.164 ± 0.1486
Control	L5	37.00 ± 14.14	652.4 ± 257.67	4.50 ± 0.567	1.511 ± 0.2109
	L6	129.00 ± 54.41	9979.3 ± 5483.18	6.75 ± 0.881	1.501 ± 0.2084
	L7	34.00 ± 12.40	1024.5 ± 438.53	4.62 ± 0.653	1.363 ± 0.2785
	L8	33.25 ± 8.54	332.1 ± 227.39	4.50 ± 1.018	1.423 ± 0.3380
Conjunto	Reserva	81.4 ± 7.92	2644 ± 482.2	8.12 ± 0.620	2.25 ± 0.0935
	Control	58.3 ± 15.65	2997 ± 1497.0	5.09 ± 0.417	1.45 ± 0.1261
	Campaña 2018	69.8 ± 8.82	2821 ± 780	6.61 ± 0.417	1.85 ± 0.0929

	2017	Abundancia	Biomasa	Riqueza	Diversidad	2016	Abundancia	Biomasa	Riqueza	Diversidad
RESERVA	L1	291,25 ± 40,54	7.102,80 ± 1.867,19	11,50 ± 0,82	2,35 ± 0,17	L1	69,38 ± 27,00	1.212,68 ± 1.125,87	3,50 ± 0,42	1,06 ± 0,18
	L2	31,00 ± 7,75	191,91 ± 41,08	6,50 ± 1,35	1,96 ± 0,33	L2	204,88 ± 49,80	273,61 ± 65,66	6,38 ± 0,50	1,78 ± 0,07
	L3	145,63 ± 47,80	3.128,64 ± 1.510,64	7,50 ± 1,00	1,95 ± 0,20	L3	205,13 ± 91,11	867,35 ± 413,26	7,25 ± 0,41	2,09 ± 0,23
	L4	85,38 ± 17,57	1.697,86 ± 789,40	8,50 ± 0,80	2,28 ± 0,13	L4	329,38 ± 109,00	1.202,46 ± 391,56	6,88 ± 0,61	1,61 ± 0,21
CONTROL	L5	14,63 ± 3,46	31,93 ± 6,43	4,50 ± 0,57	1,86 ± 0,18	L5	9,50 ± 4,37	49,97 ± 18,88	2,38 ± 0,46	0,82 ± 0,30
	L6	11,50 ± 4,01	105,47 ± 25,54	4,25 ± 0,70	1,77 ± 0,23	L6	12,50 ± 8,66	46,22 ± 25,75	2,88 ± 0,93	0,78 ± 0,38
	L7	31,75 ± 8,52	260,18 ± 90,14	6,50 ± 0,63	2,05 ± 0,18	L7	27,25 ± 9,05	72,18 ± 20,71	4,13 ± 0,58	1,21 ± 0,14
	L8	6,88 ± 1,04	262,59 ± 139,66	3,00 ± 0,50	1,26 ± 0,22	L8	10,88 ± 2,75	91,54 ± 16,38	4,75 ± 0,49	1,87 ± 0,18
CONJUNTO	Reserva	138,31 ± 23,39	3.030,30 ± 757,65	8,50 ± 0,59	2,13 ± 0,11	Reserva	202,19 ± 39,92	889,02 ± 307,88	6,00 ± 0,35	1,63 ± 0,11
	Control	16,19 ± 2,93	165,04 ± 43,82	4,56 ± 0,36	1,74 ± 0,11	Control	15,03 ± 3,47	64,97 ± 10,38	3,53 ± 0,35	1,17 ± 0,15
	Campaña	77,25 ± 14,00	1.597,67 ± 417,47	6,53 ± 0,42	1,93 ± 0,08	Campaña	108,61 ± 23,11	477,00 ± 161,38	4,77 ± 0,29	1,40 ± 0,10

Figura 2.12. Medias y error típico de los parámetros analizados en las localidades muestreadas.

En los siguientes apartados se analiza con detalle los valores de cada parámetro en la presente campaña 2018 y en comparación con las anteriores, combinando las gráficas y los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) correspondiente en cada caso. Las gráficas de caja y bigotes (boxplot) muestran la distribución de los datos (mediana, cuartiles y valores extremos), y sobre ellas se superponen las medias correspondientes y el error estándar de las mismas.

ABUNDANCIA



2018	Abundancia Df	Sum Sq	log(x+1) Mean Sq	Cochran (P)= 0.3963218 F value	Pr(>F)
Prot	1	9.870	98.699	63657	0.04510 *
Prot:Loc	6	9.303	15.505	32.766	0.06225 .
Prot:Loc:Sit	8	3.786	0.4732	0.6199	0.75680
Residual	48	36639	0.7633		

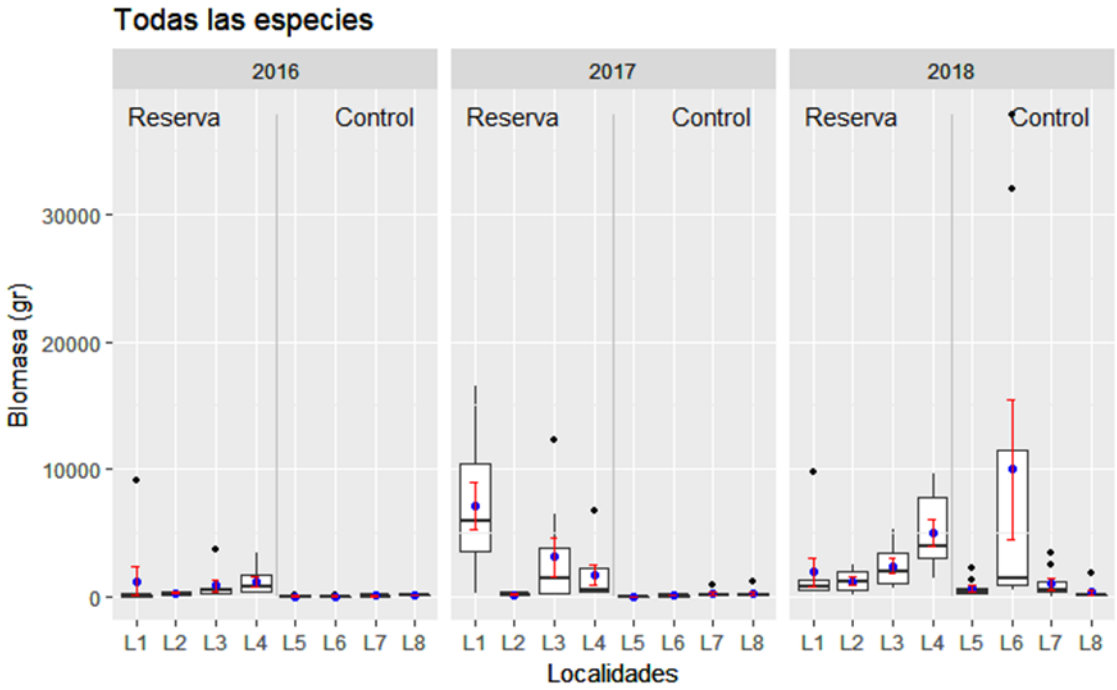
Interanual	Abundancia Df	Sum Sq	log(x+1) Mean Sq	Cochran (P)= 0.2405 F value	Pr(>F)
Camp	2	7.471	3.736	0.0684	0.9353
Camp:Prot	3	163.867	54.622	165.758	2,03E-02 ***
Camp:Prot:Loc	18	59.316	3.295	39.612	9,15E-04 ***
Residual		168	139.758	0.832	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '

Figura 2.13. Distribución de datos de Abundancia y resultados del ANOVA realizado sobre los datos de la campaña de 2018.

El efecto reserva es significativo tanto sobre los datos de Abundancia del 2018 (Prot. Pr=0.045), como en el conjunto (Camp:Prot. Pr=0.02) sin que haya diferencias significativas entre campañas (Camp). Tampoco hay diferencias entre localidades y entre sitios en 2018, aunque las había en campañas anteriores.

BIOMASA



	Biomasa		log(x+1)	Cochran (P)= 0.6814	
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**
Prot	1	20.701	207.008	22.304	0.18593
Prot:Loc	6	55.687	92.812	50.957	0.01934 *
Prot:Loc:Sit	8	14.571	18.214	13.100	0.26138
Residual	48	66.738	13.904		

	Biomasa		log(x+1)	Cochran (P)= 0.0103 ω	
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**
Camp	2	145.45	72.725	12200	0.409525
Camp:Prot	3	178.83	59.610	69.712	0.002609 **
Camp:Prot:Loc	18	153.92	8.551	60.225	4,17E-08 ***
Residual	168	238.53	1.420		

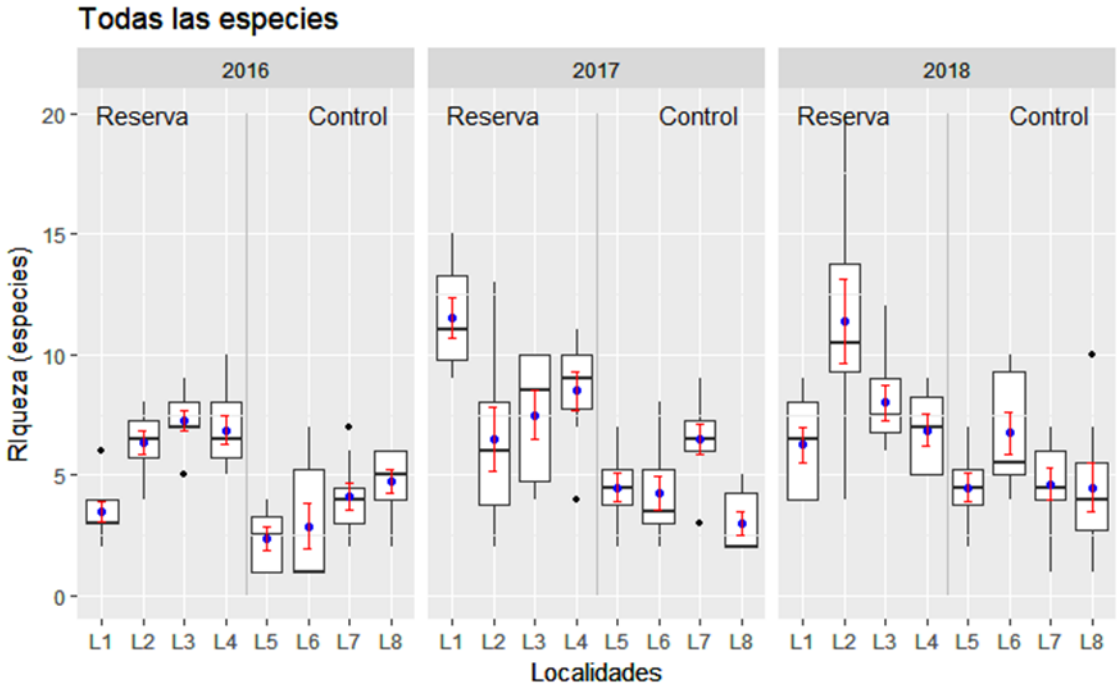
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '

Figura 2.14. Distribución de datos de biomasa y resultados del ANOVA realizado sobre los datos de la campaña de 2018.

En 2018 el efecto de protección de la reserva no es significativo sobre los datos de biomasa, debido principalmente a los valores excepcionalmente elevados encontrados en la localidad L6 de la zona de control, que refleja diferencias significativas entre las localidades (Prot:Loc).

No obstante, considerando las tres campañas, aunque las varianzas no son homogéneas (ω), el efecto reserva se considera significativo (Camp:Prot P<0.01), pese a las diferencias existentes entre localidades dentro de una zona y campaña (Camp:Proc:Loc).

RIQUEZA



2018	Riqueza Df	Sum Sq	Mean Sq	Cochran (P)= 0.4362 F value	Pr(>F)
Prot	1	147.02	147.016	57.059	0.054122 .
Prot:Loc	6	154.59	25.766	13.986	0.321615
Prot:Loc:Sit	8	147.38	18.422	35.055	0.002898 **
Residual	48	252.25	5.255		

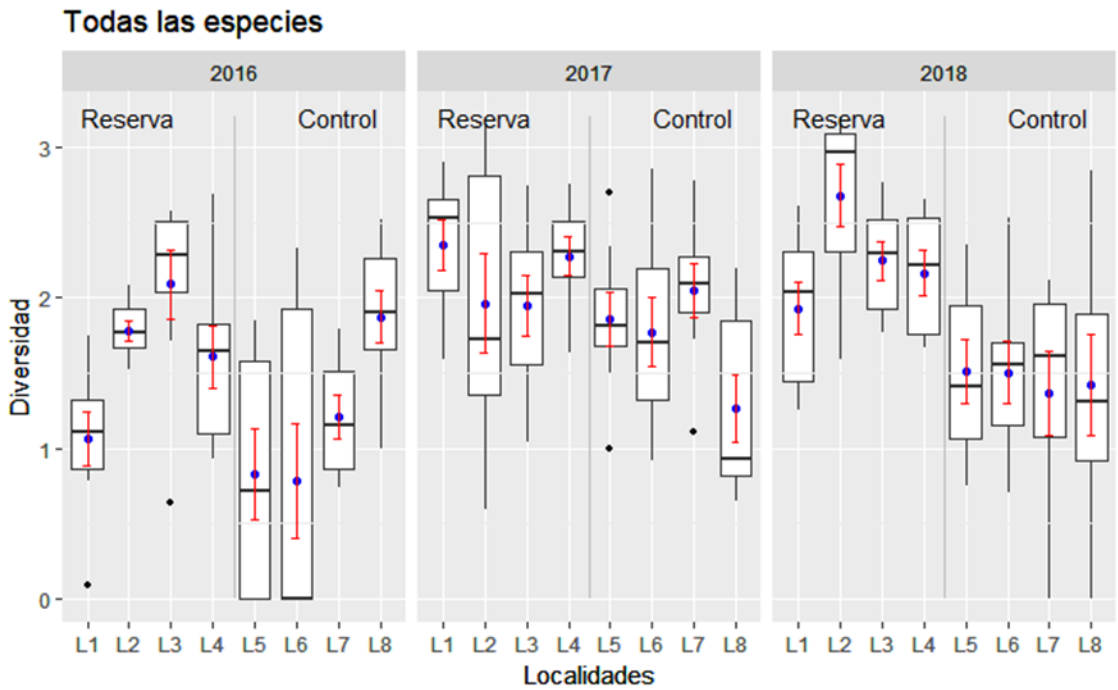
Interanual	Riqueza Df	Sum Sq	log(x+1) Mean Sq	Cochran (P)= 0.0153 ω F value	Pr(>F)
Camp	2	32.156	16.078	0.4260	0.687295
Camp:Prot	3	113.218	37.739	73.111	0.002086 **
Camp:Prot:Loc	18	92.915	0.5162	42.315	2,39E-04 ***
Residual	168	204.940	0.1220		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '

Figura 2.15. Distribución de datos de Riqueza y resultados del ANOVA realizado sobre los datos de la Campaña de 2018, y anteriores.

A nivel de Riqueza la campaña de 2018 muestra diferencias significativas entre los sitios dentro de las localidades y no se puede confirmar que existan diferencias entre la reserva y la zona de control, ni entre las localidades de cada caso. No obstante, considerando los tres años, si se aprecia un efecto reserva significativo, con diferencias entre localidades.

DIVERSIDAD



2018	Diversidad Df	Sum Sq	Mean Sq	Cochran (P)= 0.0153 ω F value	Pr(>F)
Prot	1	10.331	103.311	252.701	0.002388 **
Prot:Loc	6	2.453	0.4088	0.6552	0.687972
Prot:Loc:Sit	8	4.992	0.6240	17.613	0.108542
Residual	48	17.006	0.3543		

Interanual	Diversidad Df	Sum Sq	Mean Sq	Cochran (P)= 0.0632 F value	Pr(>F)
Camp	2	10.456	52.278	0.9641	0.474945
Camp:Prot	3	16.267	54.224	58.157	0.005825 **
Camp:Prot:Loc	18	16.783	0.9324	23.877	0.002061 **
Residual	168	65.601	0.3905		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '

Figura 2.16. Distribución de datos de Diversidad y resultados del ANOVA realizado sobre los datos de la Campaña de 2018, y anteriores.

El efecto reserva es significativo sobre la diversidad en el 2018, sin que haya diferencias inter-locales ni intra-locales. También lo es si se considera todo el periodo, aunque entonces se muestran significativas las variaciones interlocales de los años anteriores.

De lo visto se desprende que el efecto reserva para el total de las especies es manifiesto a lo largo de las tres campañas para las cuatro variables, Abundancia, Biomasa, Riqueza y Diversidad, si bien en la última campaña del 2018 las diferencias entre Reserva y zonas de control sólo son significativas para la Abundancia y la Diversidad, y pese a que los resultados de dentro de la reserva son mucho más uniformes a nivel intra e interlocalidad que en los años anteriores. Mediante el test de Student-Newman-Keuls se confirma que únicamente los sitios de la localidad L2 son diferentes en cuanto a Abundancia, Biomasa y Riqueza en 2018.

En diversidad las diferencias en años anteriores no eran significativas porque la dominancia de alguna especie concreta puntúa negativo en el índice de Shannon-Wiener, pero la mayor uniformidad de los resultados de este año sí que permite que se manifieste el efecto reserva sobre este parámetro también.

Por el contrario, en la zona de control, este año 2018 se ha encontrado que la localidad L6 presenta unas poblaciones de peces más abundantes y de mayor tamaño que en el resto de localidades de control, y comparables a las del interior de la reserva, salvo en la diversidad. L6 presenta numerosos ejemplares grandes de pocas especies.

Aunque los resultados ponen de manifiesto que a nivel del conjunto de especies hay un efecto reserva, éste no es suficientemente estable e importante para no ser ensombrecido por la presencia puntual de cardúmenes de especies grandes y comunes, de escaso valor ecológico y pesquero como *Salpa salpa*. De hecho, aunque el año pasado los valores medios a nivel del conjunto de la reserva eran varias veces superiores a los del conjunto de las zonas de control este año son inferiores en biomasa, y no llegan a doblar los anteriores en abundancia.

Figura 2.17. Ejemplares de *Apogon imberbis* típicos de cuevas y grietas semioscuras.

POR ESPECIES

Con el fin de determinar que especies son más o menos beneficiadas por la protección de la reserva interesa profundizar un poco en los datos de cada una de las especies principales a nivel individual, para lo que se ha realizado el mismo modelo de ANOVA empleando los datos de abundancia y biomasa, mostrando los resultados en las figuras 2.18.a-n

A simple vista, las gráficas individuales por especies muestran que en general casi todas son más fáciles de encontrar dentro de la reserva, pero a nivel estadístico sólo algunas muestran un "efecto reserva" significativo y no todas ellas en todos los años.

Diplodus vulgaris, Sarpa salpa, Parablennius gattorugine, y *Parablennius rouxi* muestran efecto reserva significativo tanto en el 2018 como en el conjunto de los tres años. *Oblada melanura* también, pero al igual que el año anterior, solo a nivel de abundancia, debido seguramente a la habitual concentración de los juveniles de esta especie junto a la costa.

Mullus surmuletus y el conjunto de las especies minoritarias muestran efecto reserva para el conjunto de los tres años, pero no es significativo si se consideran únicamente los datos del último año 2018.

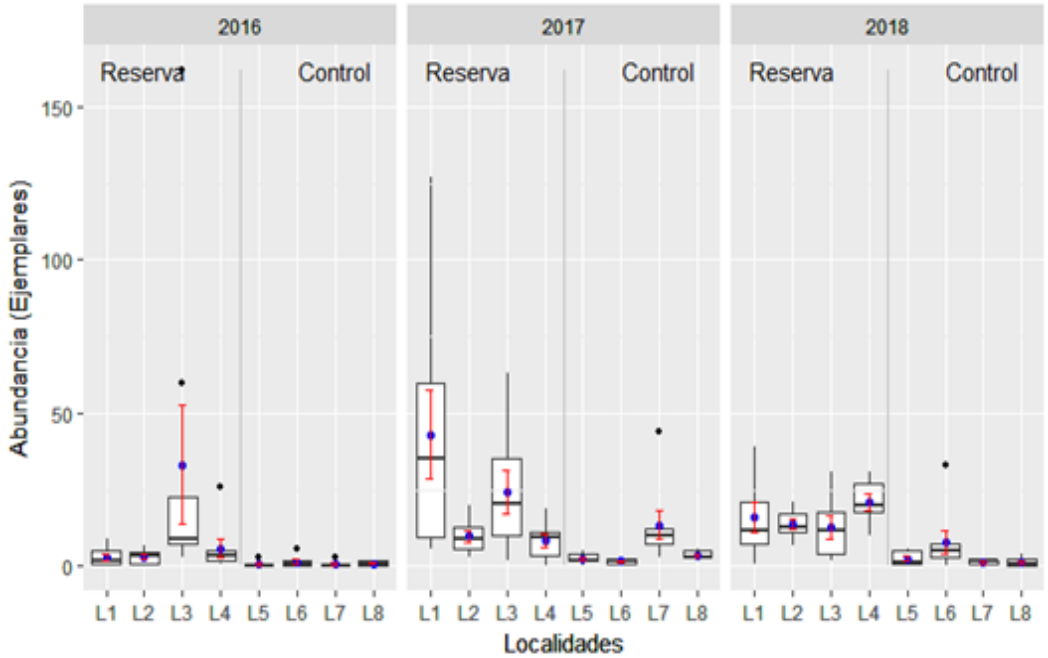
Las demás especies principales no muestran por si solas diferencias significativas en relación con el efecto reserva, si bien cabe destacar que la presencia de *Coris julis* es significativamente mayor este año que los anteriores, tanto en la reserva como fuera de ella.

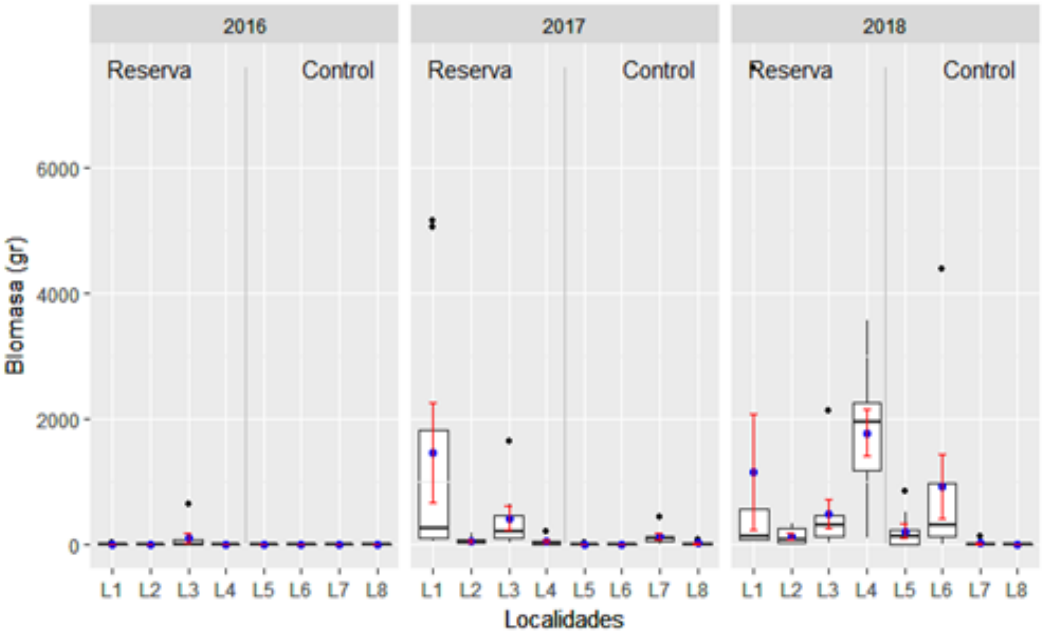
Debe tenerse en cuenta también que los pequeños blénidos *P. gattorugine*, *P.pilicornis* y *P. rouxi*, son más propias de sustratos duros someros que de afloramiento y praderas por lo que es esperable que se encuentren más en la reserva que las zonas de control independientemente del efecto de protección. Lo mismo sucede con los alevines y juveniles de muchas otras especies, como *O. melanura*, que tienden a concentrarse más en fondos litorales someros, pegados a la costa.

También se ha realizado un análisis multivalente permutacional (PERMANOVA) con los datos de abundancia y biomasa individuales de las especies principales, partiendo de los datos de cada réplica de los tres años, siguiendo el mismo diseño que en los anova, pero añadiendo un nivel más de anidamiento para comparar las campañas.

El resultado que se muestra en la figura 2.19 refleja diferencias significativas a todos los niveles después de sólo 999 permutaciones, lo que confirma la ausencia de patrón alguno en la composición específica de los censos a ningún nivel, ni espacial ni temporal

Diplodus vulgaris





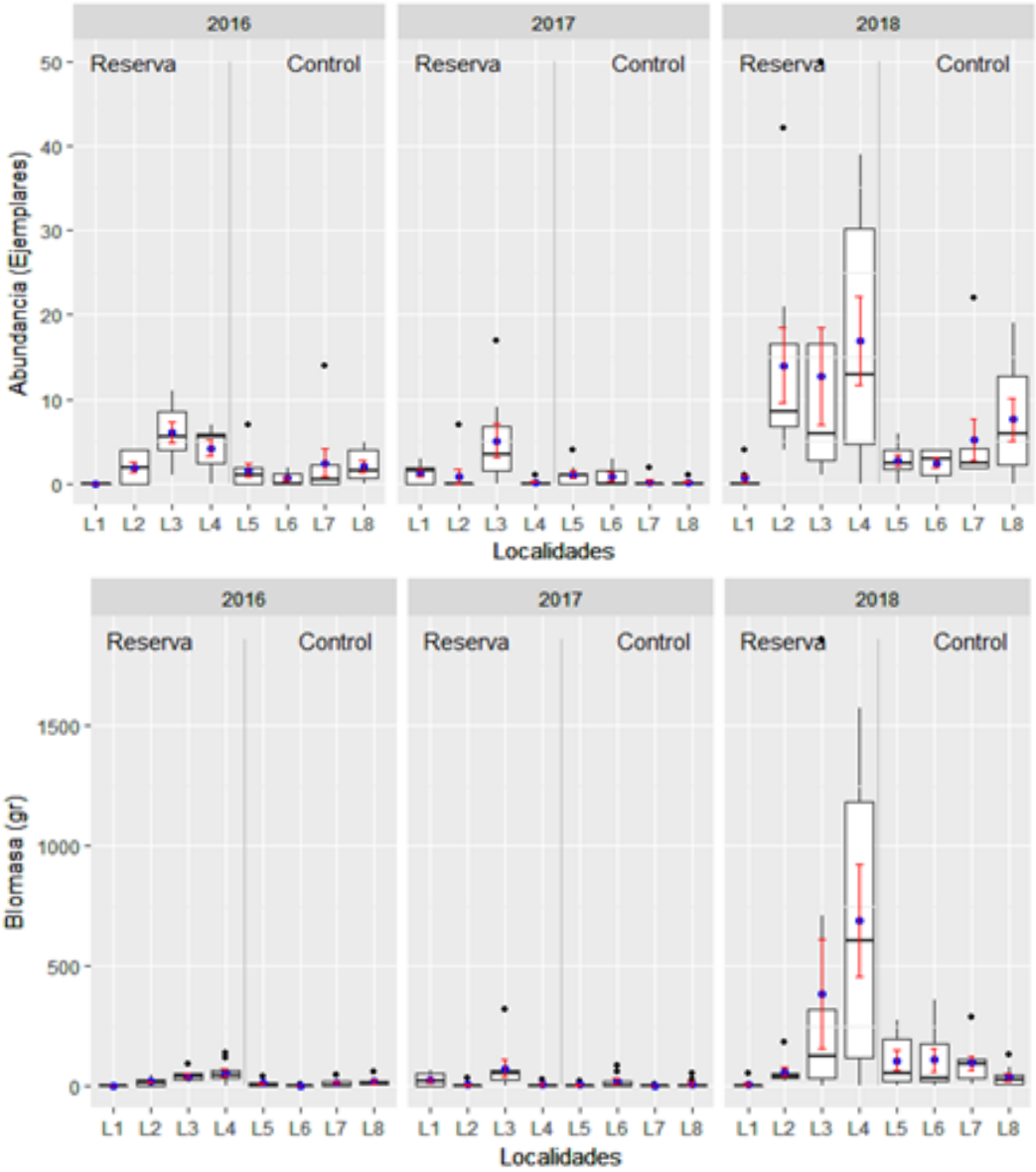
Diplodus vulgaris		Abundancia						Biomasa				
			log(x+1)	Cochran(P)= 1,4771					log(x+1)	Cochran(P)= 0,1433		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	9.870	98.699	63657	0.04510	*	1	9.870	98.699	63657	0.04510	*
Prot:Loc	6	9.303	15.505	32.766	0.06225	.	6	9.303	15.505	32.766	0.06225	.
Prot:Loc:Sit	8	3.786	0.4732	0.6199	0.75680		8	3.786	0.4732	0.6199	0.75680	
Residual	48	36639	0.7633				48	36639	0.7633			

		Abundancia	log(x+1)	Cochran(P)= 0,5186					log(x+1)	Cochran(P)= 0,004 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	34.226	171.132	0.6646	0.5768747		2	309.96	154.979	28.565	0.202036	
Camp:Prot	3	77.253	257.510	114.376	0.0001979	***	3	162.76	54.255	50.955	0.009972	**
Camp:Prot:Loc	18	40.526	22.514	39.511	9,62E-04	***	18	191.66	10.648	52.554	1,60E-06	***
Residual	168	95.730	0.5698				168	340.37	2.026			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.a. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por especies.

Coris julis



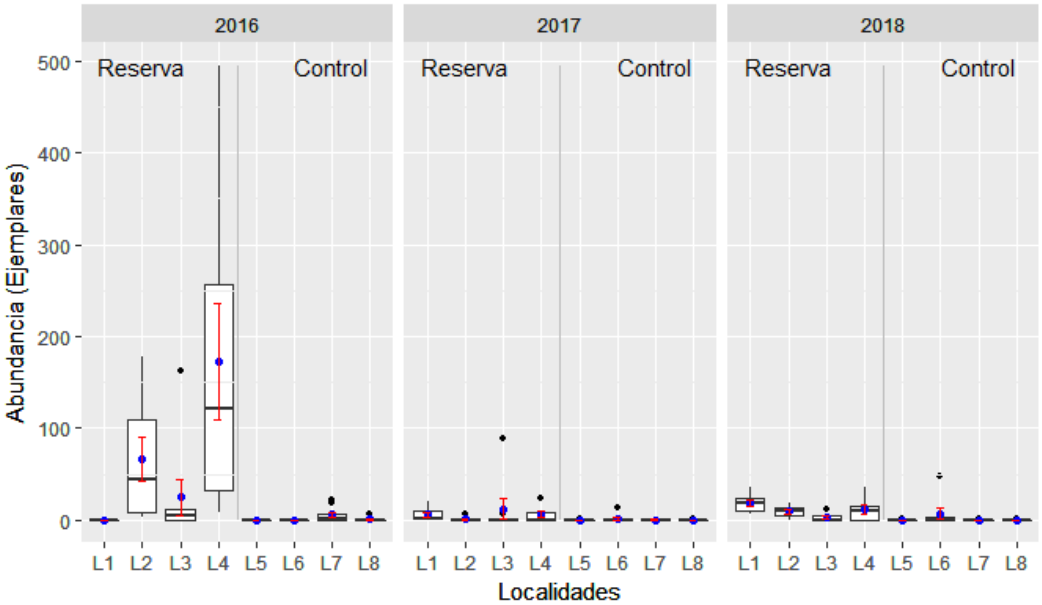
Coris julis		Abundancia						Biomasa			
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,0946 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,1526	
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	2.859	28.588	0.6317	0.45702		1	0.144	0.1440	0.0081	0.93122	
Prot:Loc	6	27.155	45.258	49.908	0.02052	*	6	106.696	177.826	56.759	0.01414	*
Prot:Loc:Sit	8	7.255	0.9068	12.105	0.31321		8	25.064	31.330	0.9782	0.46439	
Residual	48	35.958	0.7491				48	153.740	32.029			

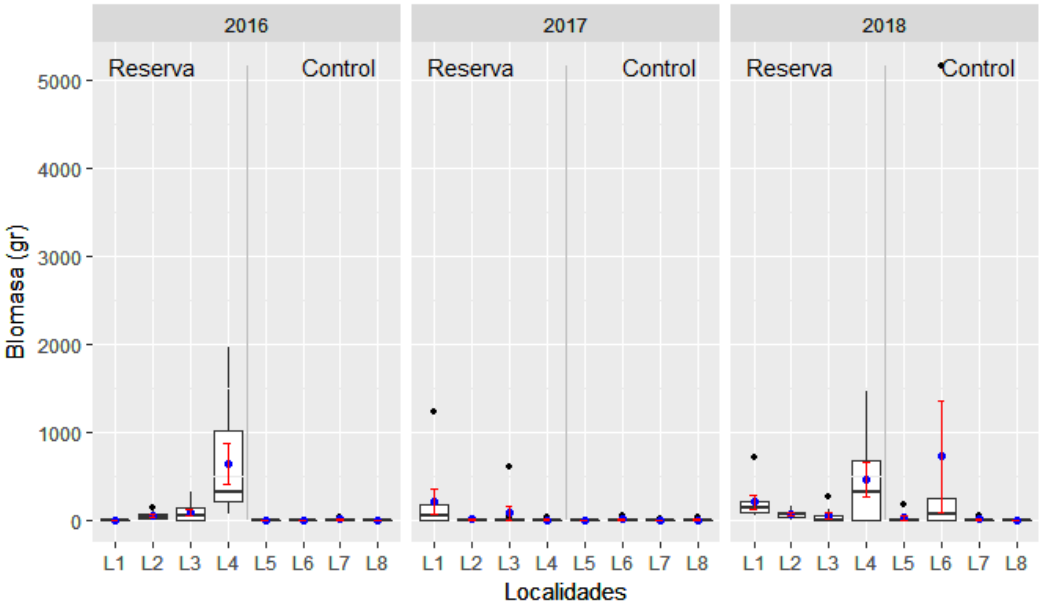
		Abundancia	log(x+1)	Cochran(P)= 0,0799 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,3382		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	41.159	205.794	98.249	0.0482	*	2	184.38	92.188	134.452	0.0318	*
Camp:Prot	3	6.284	20.946	0.7142	0.5562		3	20.57	6.857	0.5463	0.6570	
Camp:Prot:Loc	18	52.793	29.329	54.384	6,64E-07	***	18	225.94	12.552	50.267	4,84E-06	***
Residual	168	90.603	0.5393				168	419.50	2.497			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.b. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por

Oblada melanura





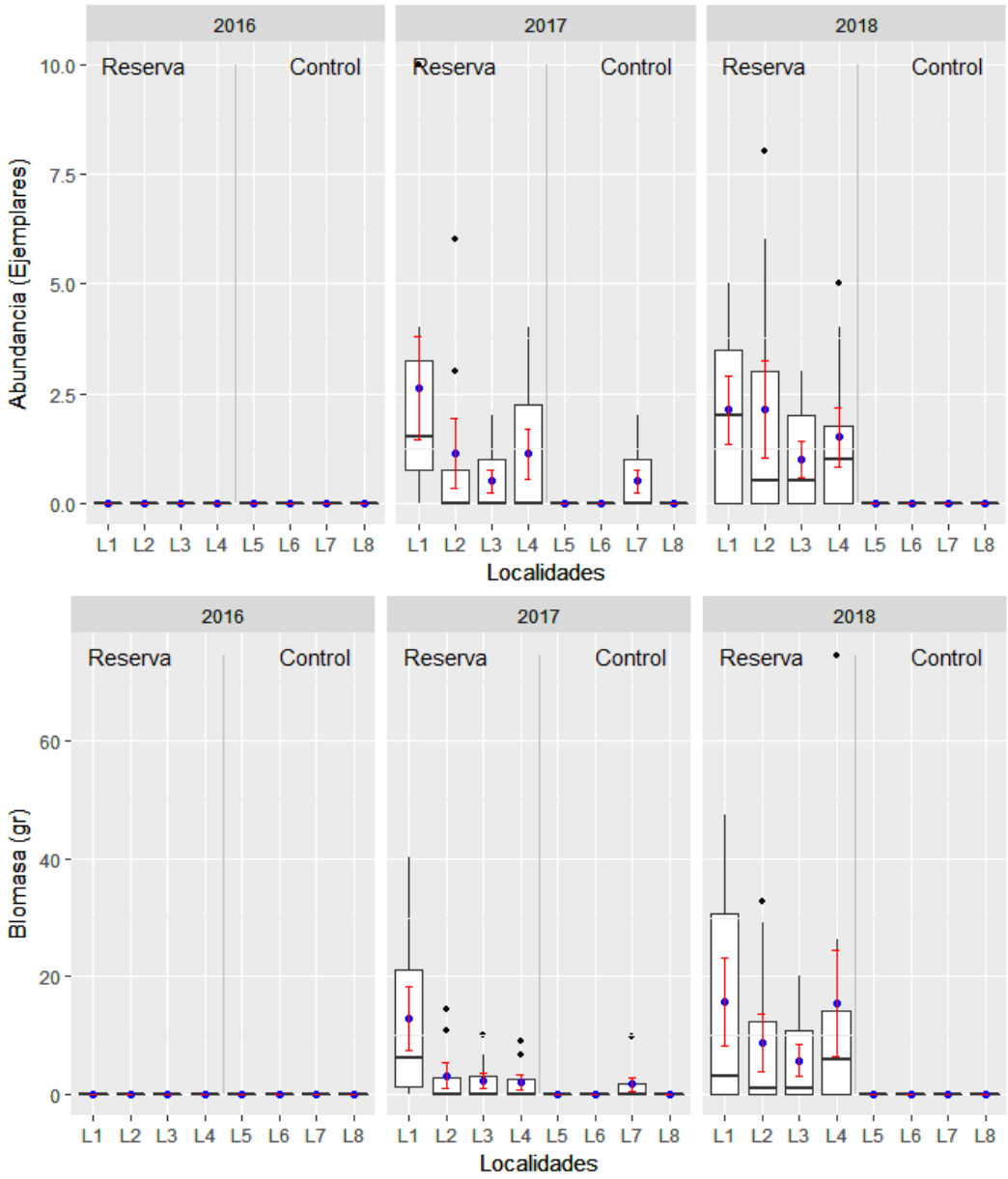
Oblada melanura		**Abundancia**						**Biomasa**				
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,0525					log(x+1)	Cochran(P)= 0,1338		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	35.193	35.193	91.946	0.02303	*	1	82.807	82.807	58.865	0.05143	.
Prot:Loc	6	22.966	3.828	22.329	0.14508		6	84.404	14.067	13.944	0.32301	
Prot:Loc:Sit	8	13.714	1.714	21.274	0.05114	.	8	80.708	10.088	23.567	0.03168	*
Residual	48	38.677	0.806				48	205.480	4.281			

	Abundancia		log(x+1)	Cochran(P)= 0,045 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,0055 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	19.307	9.654	0.2616	0.785762		2	44.98	22.488	0.3108	0.75395	
Camp:Prot	3	110.724	36.908	52.335	0.008975	**	3	217.09	72.363	46.752	0.01385	*
Camp:Prot:Loc	18	126.942	7.052	67.404	1,51E-09	***	18	278.61	15.478	49.342	7,59E-06	***
Residual	168	175.773	1.046				168	527.00	3.137			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.c. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por especies.

Parablennius rouxi



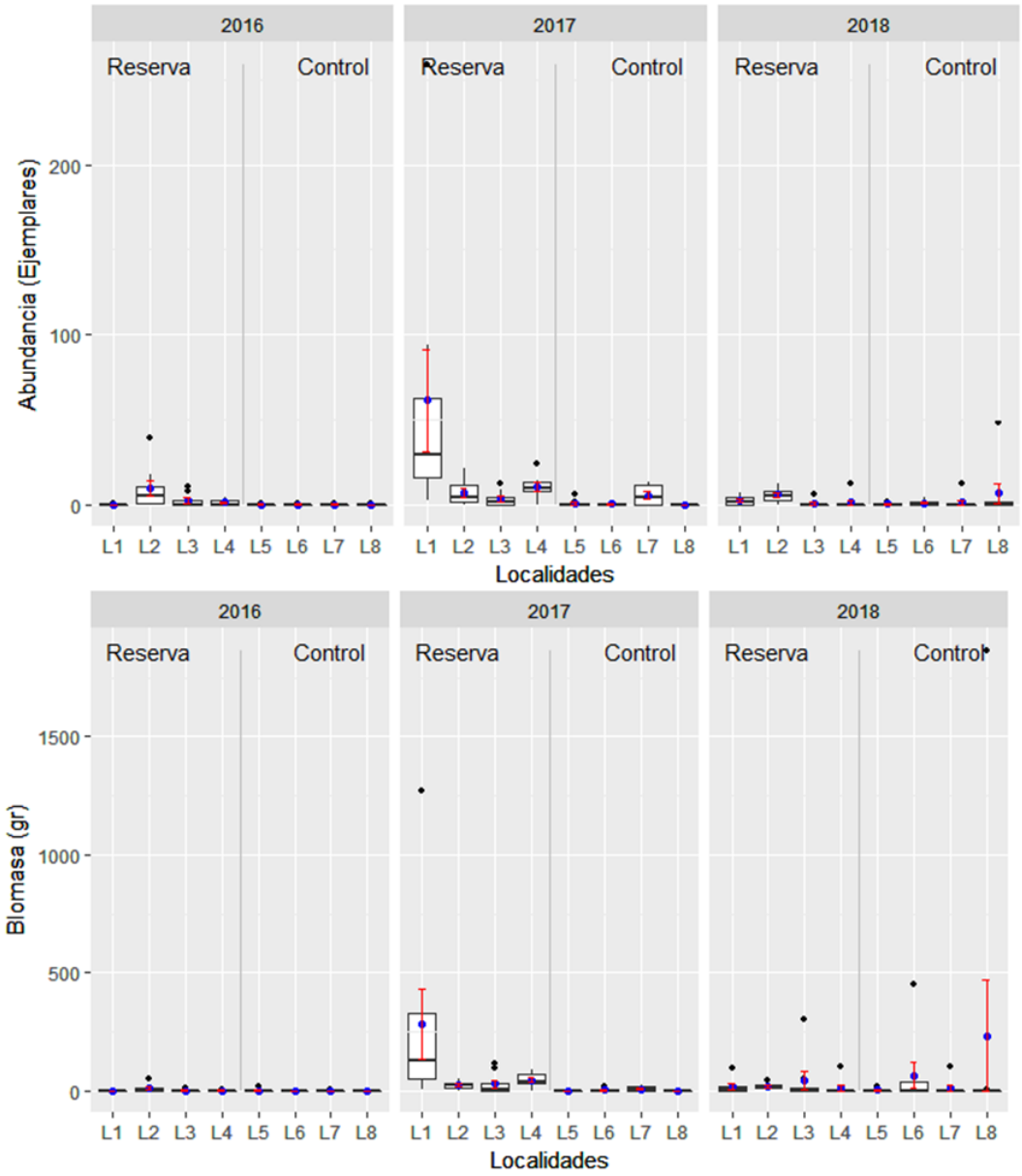
Parablennius rouxi	Abundancia						Biomasa					
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,15					log(x+1)	Cochran(P)= 0,1031		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	80.808	80.808	982.272	6,10E-02	***	1	32.890	32.890	1.091.502	4.51e-05	***
Prot:Loc	6	0.4936	0.0823	0.1768	0.9756		6	1.808	0.301	0.0863	0.996090	
Prot:Loc:Sit	8	37.216	0.4652	17.543	0.1101		8	27.928	3.491	38.381	0.001475	**
Residual	48	127.280	0.2652				48	43.659	0.910			

	Abundancia		log(x+1)	Cochran(P)= 0,0005 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,00026 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	4.866	24.331	0.6217	0.5944		2	18.010	90.048	0.6180	0.5960	
Camp:Prot	3	11.741	39.136	220.381	2.98e-06	***	3	43.712	145.707	211.227	4,00E-03	***
Camp:Prot:Loc	18	3.197	0.1776	0.9365	0.5358		18	12.417	0.6898	0.9978	0.4648	
Residual	168	31.857	0.1896				168	116.141	0.6913			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.d. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por especies.

Mullus surmuletus



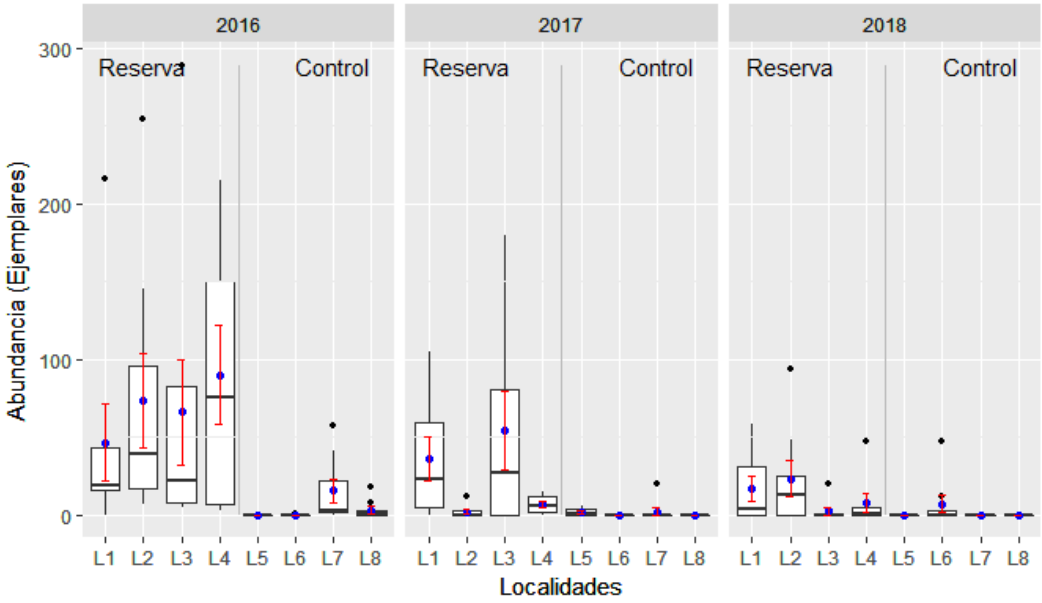
Mullus surmuletus		Abundancia						Biomasa				
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,0224 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,0710		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	2.141	214.062	11.469	0.3254		1	4.327	43.271	10.147	0.3527	
Prot:Loc	6	11.199	186.649	24.377	0.1213		6	25.586	42.644	0.9350	0.5190	
Prot:Loc:Sit	8	6.125	0.76567	0.9370	0.4954		8	36.486	45.607	12.869	0.2727	
Residual	48	39.222	0.81713				48	170.107	35.439			

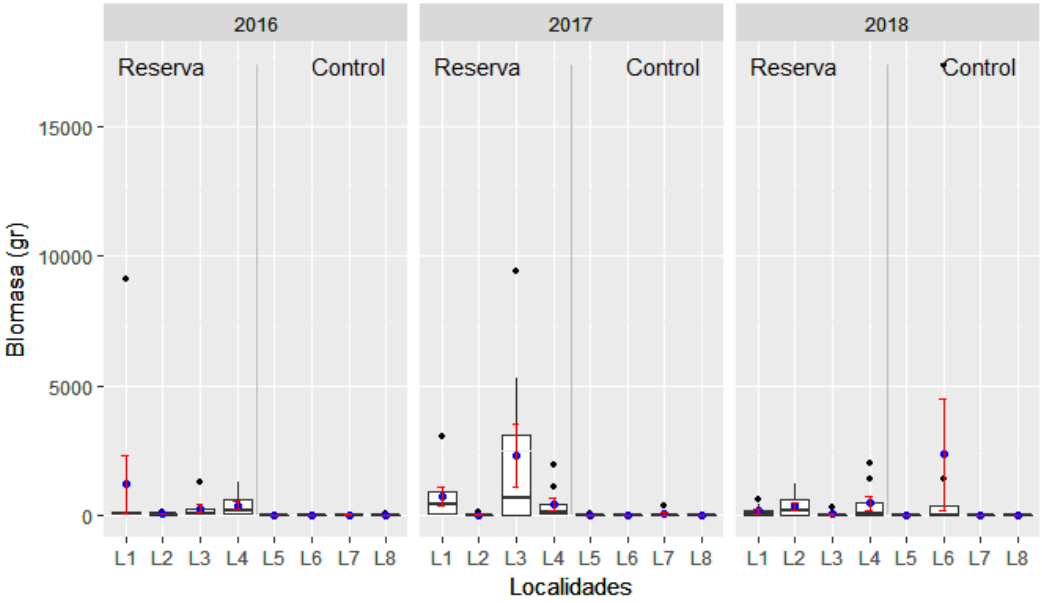
	Abundancia		log(x+1)	Cochran(P)= 0,1183					log(x+1)	Cochran(P)= 0,0189 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	23.354	116.768	0.7775	0.53450		2	59.55	29.774	0.8316	0.516020	
Camp:Prot	3	45.055	150.185	50.178	0.01059	*	3	107.41	35.805	78.309	0.001496	**
Camp:Prot:Loc	18	53.875	29.930	40.047	7.37e-07	***	18	82.30	4.572	21.801	0.005397	**
Residual	168	125.562	0.7474				168	352.33	2.097			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.e. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por especies.

Sarpa salpa





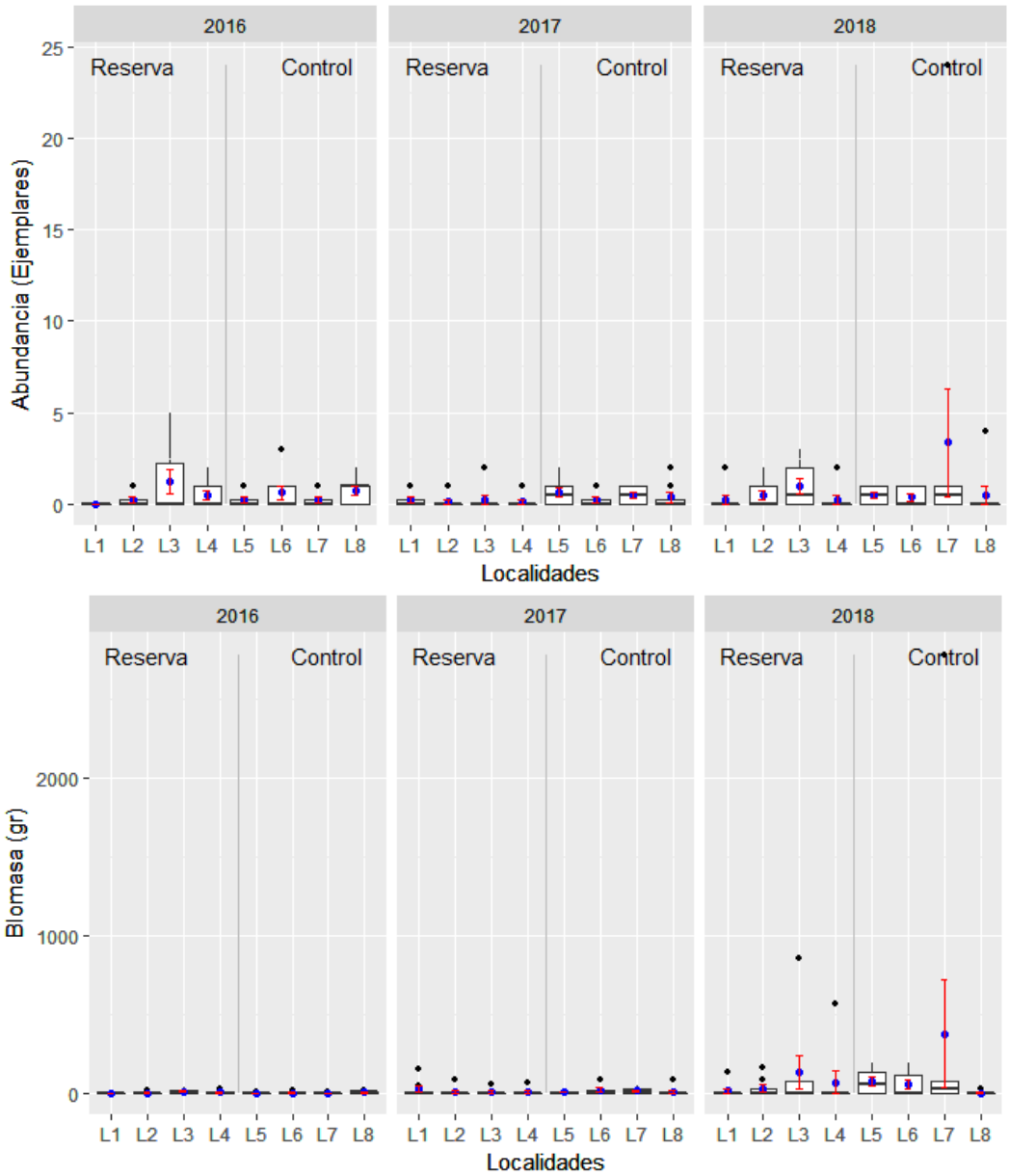
Sarpa salpa			Abundancia						Biomasa		
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,2917					log(x+1)	Cochran(P)= 0,0521	
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	21.132	211.322	83.889	0.02746	*	1	78.096	78.096	85.370	0.02657	*
Prot:Loc	6	15.114	25.190	0.8263	0.58037		6	54.888	9.148	0.7642	0.61794	
Prot:Loc:Sit	8	24.390	30.488	23.053	0.03528	*	8	95.764	11.971	20.966	0.05452	.
Residual	48	63.481	13.225				48	274.051	5.709			

	Abundancia		log(x+1)	Cochran(P)= 0,0038 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,0016 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	58.767	29.384	0.4933	0.652782		2	36.05	18.026	0.1228	0.88863	
Camp:Prot	3	178.685	59.562	180.823	1,15E-02	***	3	440.23	146.742	162.170	2,34E-02	***
Camp:Prot:Loc	18	59.291	3.294	20.842	0.008337	**	18	162.88	9.049	19.225	0.01704	*
Residual	168	265.513	1.580				168	790.73	4.707			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.f. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por especies.

Serranus scriba



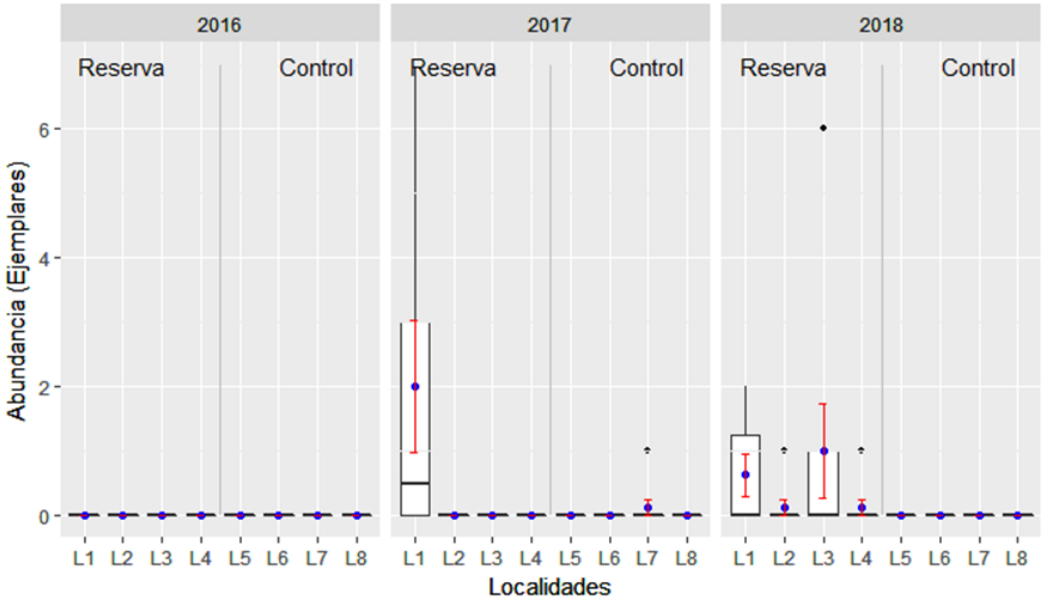
Serranus scriba		Abundancia					Biomasa			
			log(x+1)	Cochran(P)= 0.0006 ω				log(x+1)	Cochran(P)= 1,6563	
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**
Prot	1	0.1226	0.12259	0.3945	0.5531	1	6.254	62.538	10.740	0.3400
Prot:Loc	6	18.643	0.31071	0.7371	0.6349	6	34.939	58.231	0.9156	0.5295
Prot:Loc:Sit	8	33.721	0.42152	13.410	0.2467	8	50.879	63.598	11.645	0.3398
Residual	48	150.877	0.31433			48	262.147	54.614		

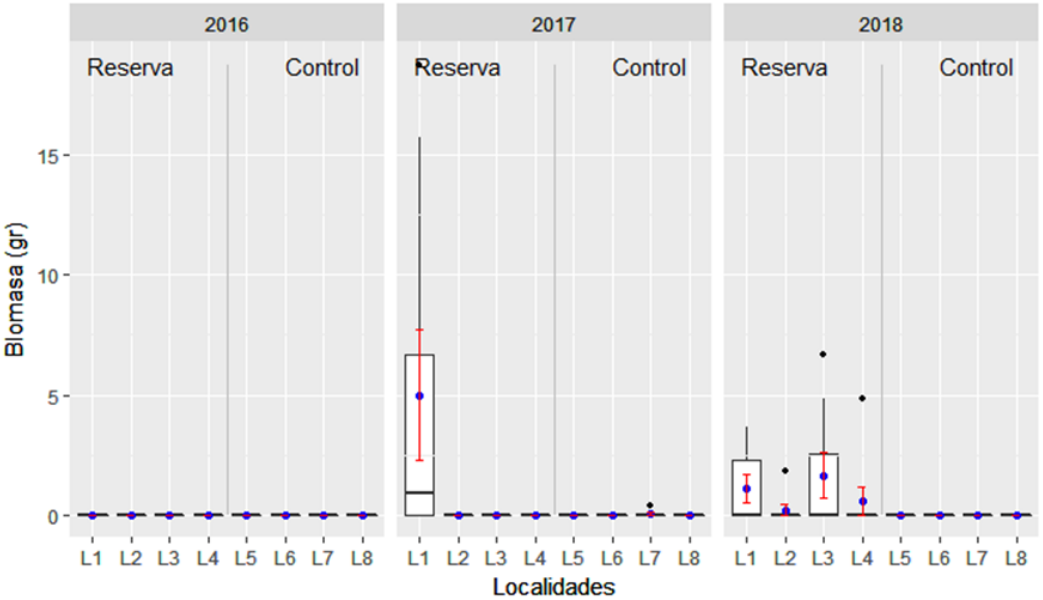
	Abundancia		log(x+1)	Cochran(P)= 9.99e-06 ω				log(x+1)	Cochran(P)= 0,0957	
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**
Camp	2	0.471	0.23532	12.179	0.4100	2	23.97	119.837	32.918	0.1751
Camp:Prot	3	0.580	0.19321	0.8837	0.4682	3	10.92	36.405	13.084	0.3024
Camp:Prot:Loc	18	3.935	0.21863	10.141	0.4465	18	50.08	27.824	0.8631	0.6236
Residual	168	36.219	0.21559			168	541.59	32.238		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.g. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por

Parablennius plicornis





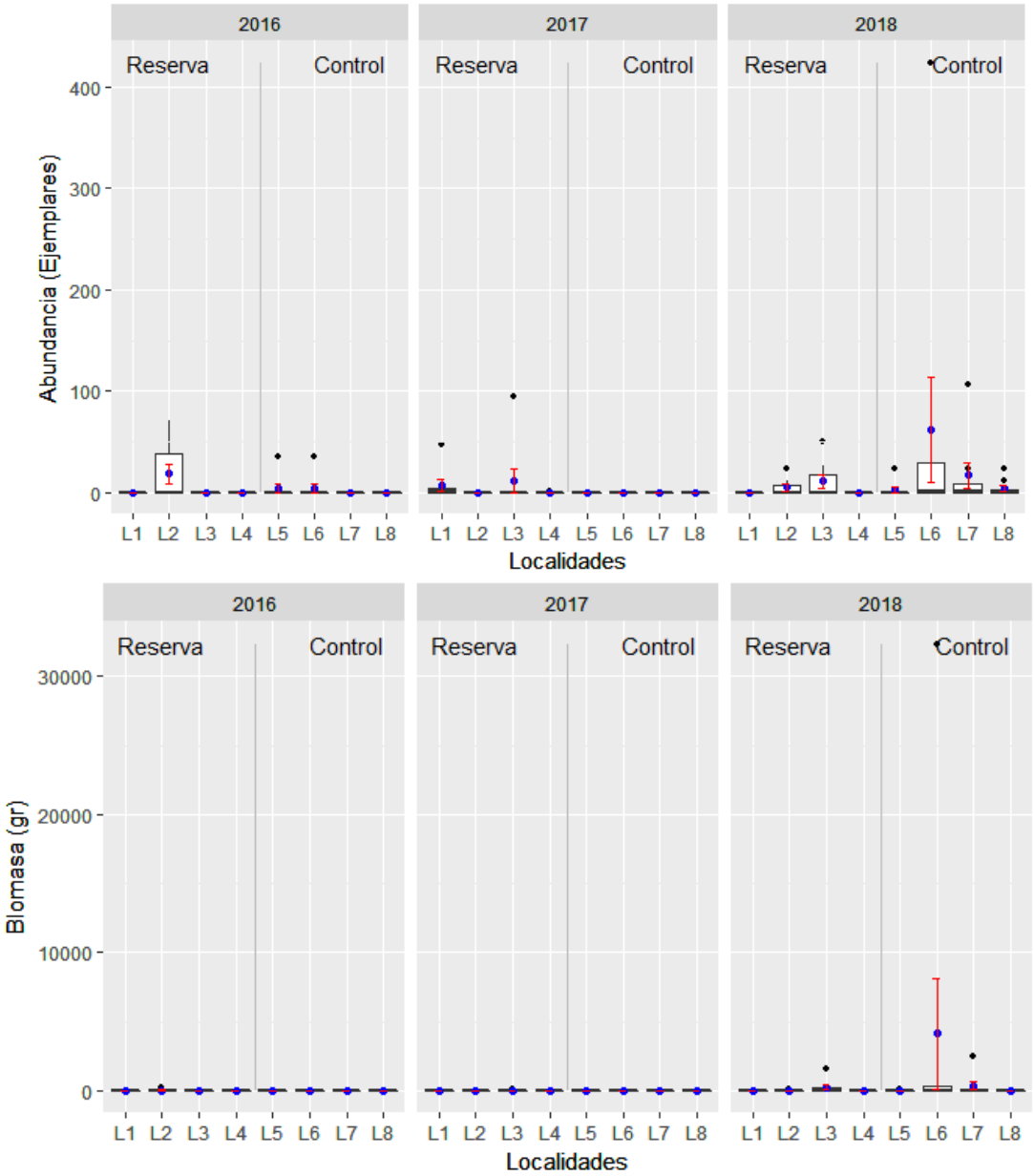
Parablennius pilicornis		**Abundancia**						**Biomasa**				
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,00001 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,0037 ω		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	0.9046	0.90461	73.038	0.0354553	*	1	21.539	215.387	103.743	).0181163	*
Prot:Loc	6	0.7431	0.12385	0.3882	0.8673485		6	12.457	0.20762	0.2991	).9206507	
Prot:Loc:Sit	8	25.523	0.31904	43.779	0.0005052	***	8	55.534	0.69418	46.311	).0003091	***
Residual	48	34.980	0.07288				48	71.950	0.14990			

	Abundancia		log(x+1)	Cochran(P)= 0 ω				log(x+1)	Cochran(P)= 0,00001 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	0.5286	0.26428	0.6030	0.6024	2	11.612	0.58060	0.5511	).6253854	
Camp:Prot	3	13.148	0.43828	19.919	0.1513	3	31.604	105.348	24.232	).0993081	.
Camp:Prot:Loc	18	39.606	0.22003	30.705	7,60E-02	*** 18	78.253	0.43474	29.982	).0001084	***
Residual	168	120.390	0.07166			168	243.600	0.14500			

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Figura 2.18.h. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por

Boops boops



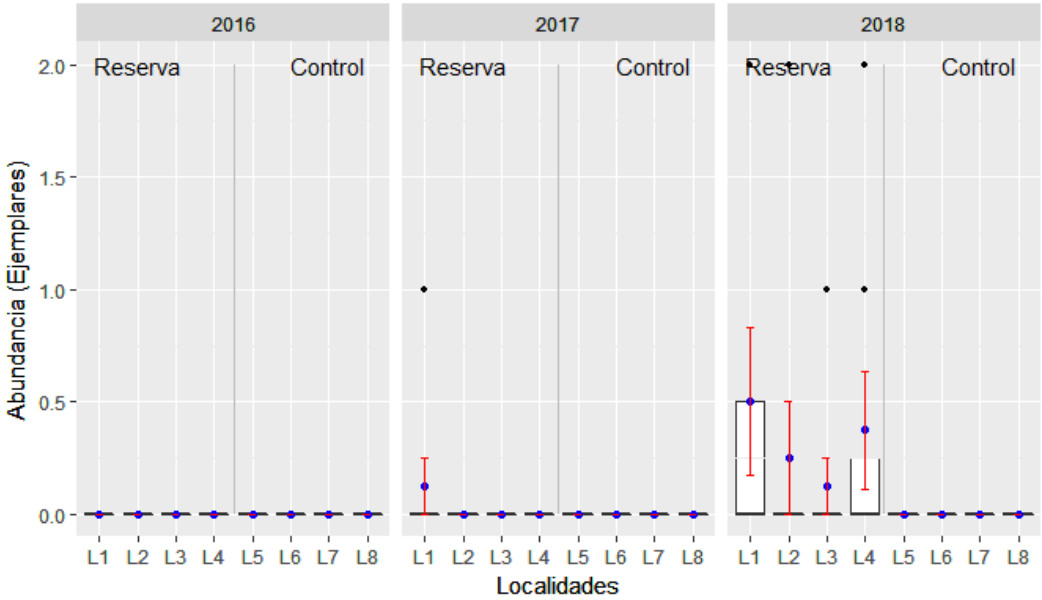
Boops boops		Abundancia						Biomasa				
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,1268					log(x+1)	Cochran(P)= 0,3142		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	4.490	44.903	12.337	0.30920		1	18.433	184.334	11.510	0.324589	
Prot:Loc	6	21.838	36.397	0.8968	0.53989		6	96.094	160.157	10.791	0.446946	
Prot:Loc:Sit	8	32.467	40.584	24.718	0.02489	*	8	118.728	148.410	42.243	0.000683	***
Residual	48	78.812	16.419				48	168.635	35.132			

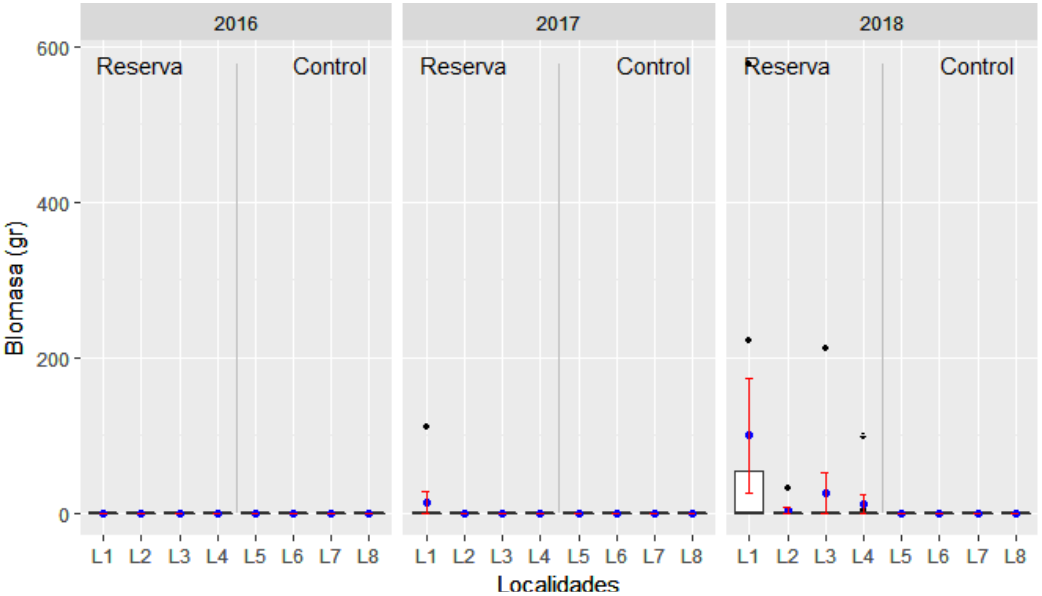
	Abundancia		log(x+1)	Cochran(P)= 0,00006 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,000006 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	14.858	74.292	28.615	0.20169		2	69.91	34.953	48.249	).1154941	
Camp:Prot	3	7.789	25.963	11.102	0.37088		3	21.73	7.244	10.843	).3809334	
Camp:Prot:Loc	18	42.094	23.385	20.191	0.01115	*	18	120.26	6.681	29.668	).0001265	***
Residual	168	194.584	11.582				168	378.34	2.252			

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Figura 2.18.i. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por especies.

Parablennius gattorugine





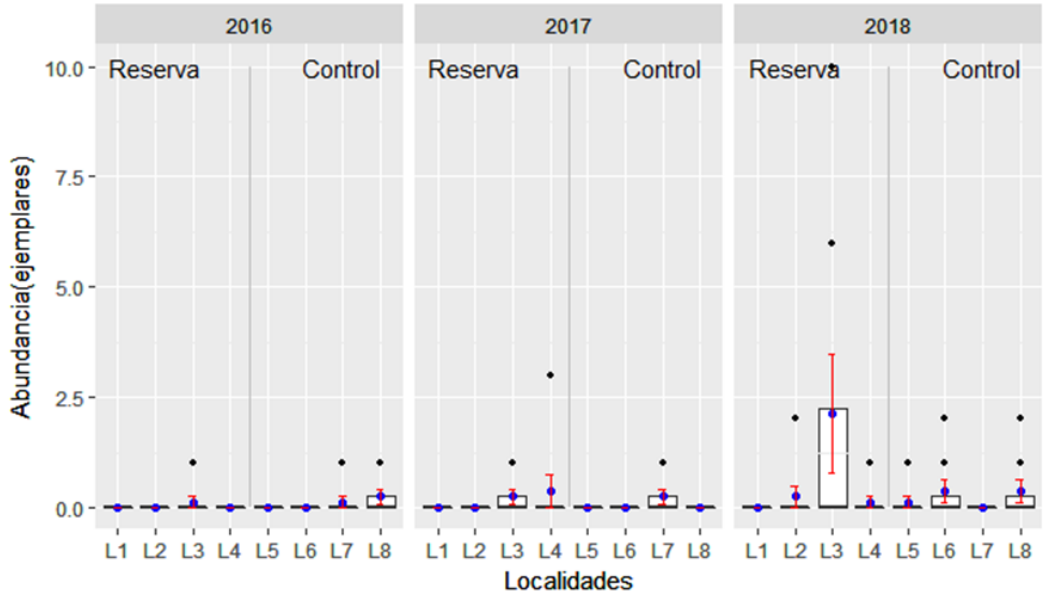
Parablennius gattorugine		Abundancia						Biomasa				
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,0079 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,00026 ω		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	0.5221	0.52214	182.760	0.005234	**	1	11.118	111.182	140.397	0.009544	**
Prot:Loc	6	0.1714	0.02857	0.2737	0.934123		6	4.751	0.7919	0.2671	0.937512	
Prot:Loc:Sit	8	0.8349	0.10437	13.402	0.247128		8	23.722	29.652	17.078	0.120887	
Residual	48	3,7381	0,07788				48	83.341	17.363			

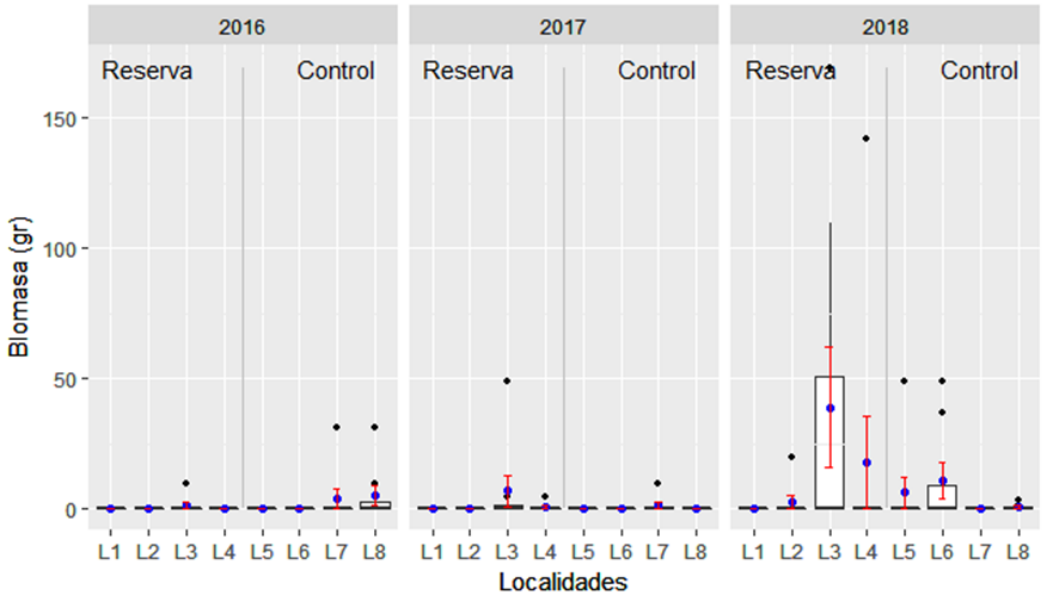
		Abundancia	log(x+1)	Cochran(P)= ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,000000 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	0.3114	0.155680	0.8818	0.4998		2	6.333	31.665	0.8285	).5170353	
Camp:Prot	3	0.5296	0.176549	146.811	4.41e-05	***	3	11.466	38.220	100.608	).0004068	***
Camp:Prot:Loc	18	0.2165	0.012026	0.4046	0.9856		18	6.838	0.3799	0.5044	).9534876	
Residual	168	49.934	0.029723				168	126.537	0.7532			

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Figura 2.18.j. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por especies.

Symphodus ocellatus





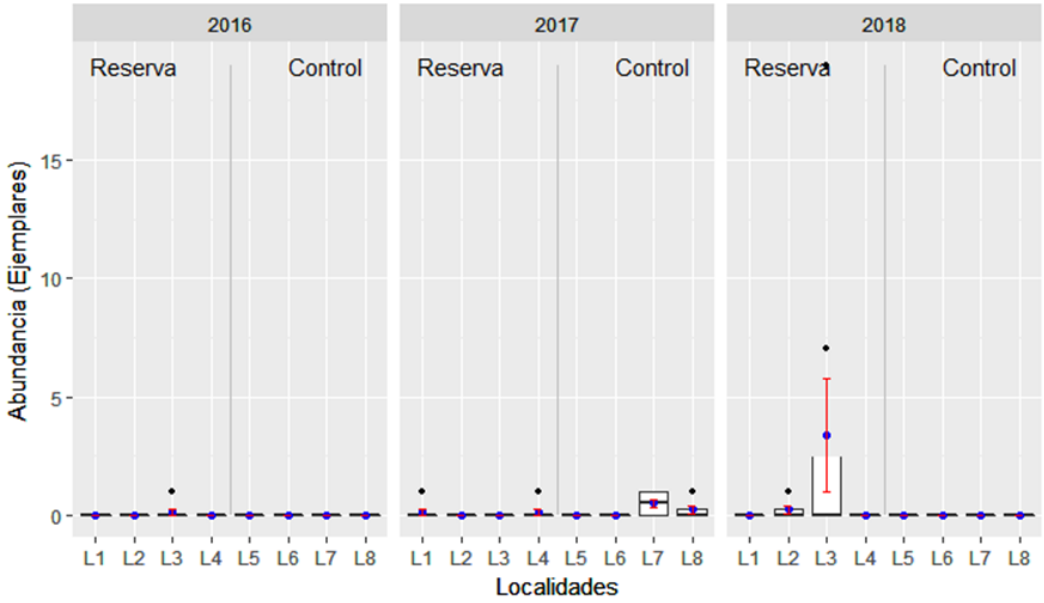
Symphodus ocellatus		Abundancia						Biomasa				
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,00000 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,0413		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	0.1018	0.10176	0.2755	0.618476		1	0.889	0.8887	0.3340	0.584339	
Prot:Loc	6	22.162	0.36936	0.6961	0.661158		6	15.965	26.609	0.5909	0.731104	
Prot:Loc:Sit	8	42.449	0.53062	36.027	0.002376	**	8	36.027	45.034	31.480	0.006054	**
Residual	48	70.697	0.14729				48	68.668	14.306			

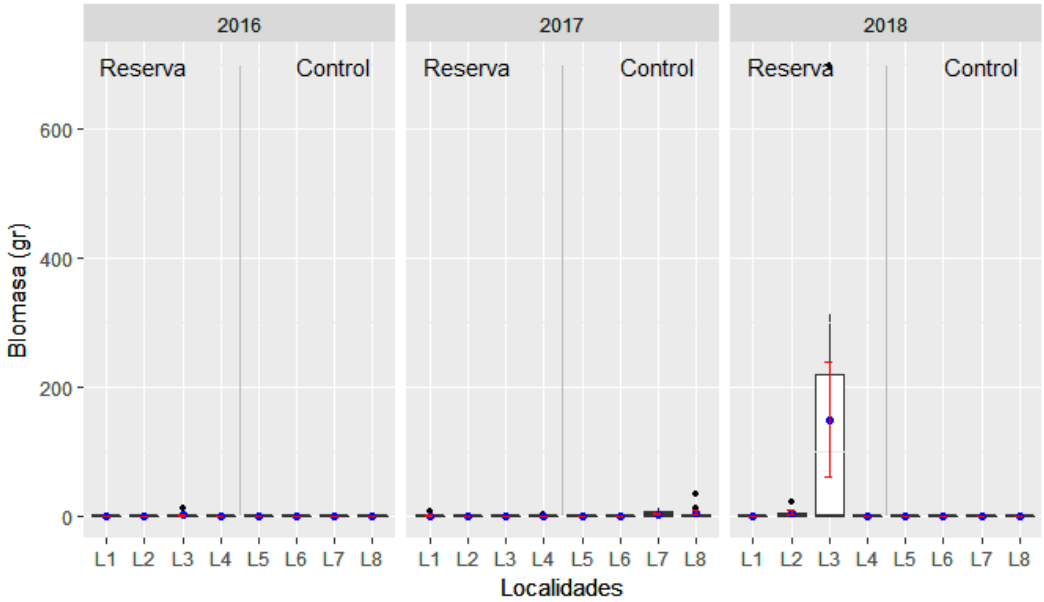
		Abundancia	log(x+1)	Cochran(P)= 0,000000 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,000000 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	0.6230	0.311487	57.746	0.09363	.	2	5.964	298.200	47.316	0.1181	
Camp:Prot	3	0.1618	0.053940	0.3411	0.79591		3	1.891	0.63023	0.4899	0.6937	
Camp:Prot:Loc	18	28.468	0.158153	16.607	0.05099	.	18	23.157	128.652	13.917	0.1412	
Residual	168	159.991	0.095232				168	155.303	0.92442			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.k. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por especies.

Symphodus roissali





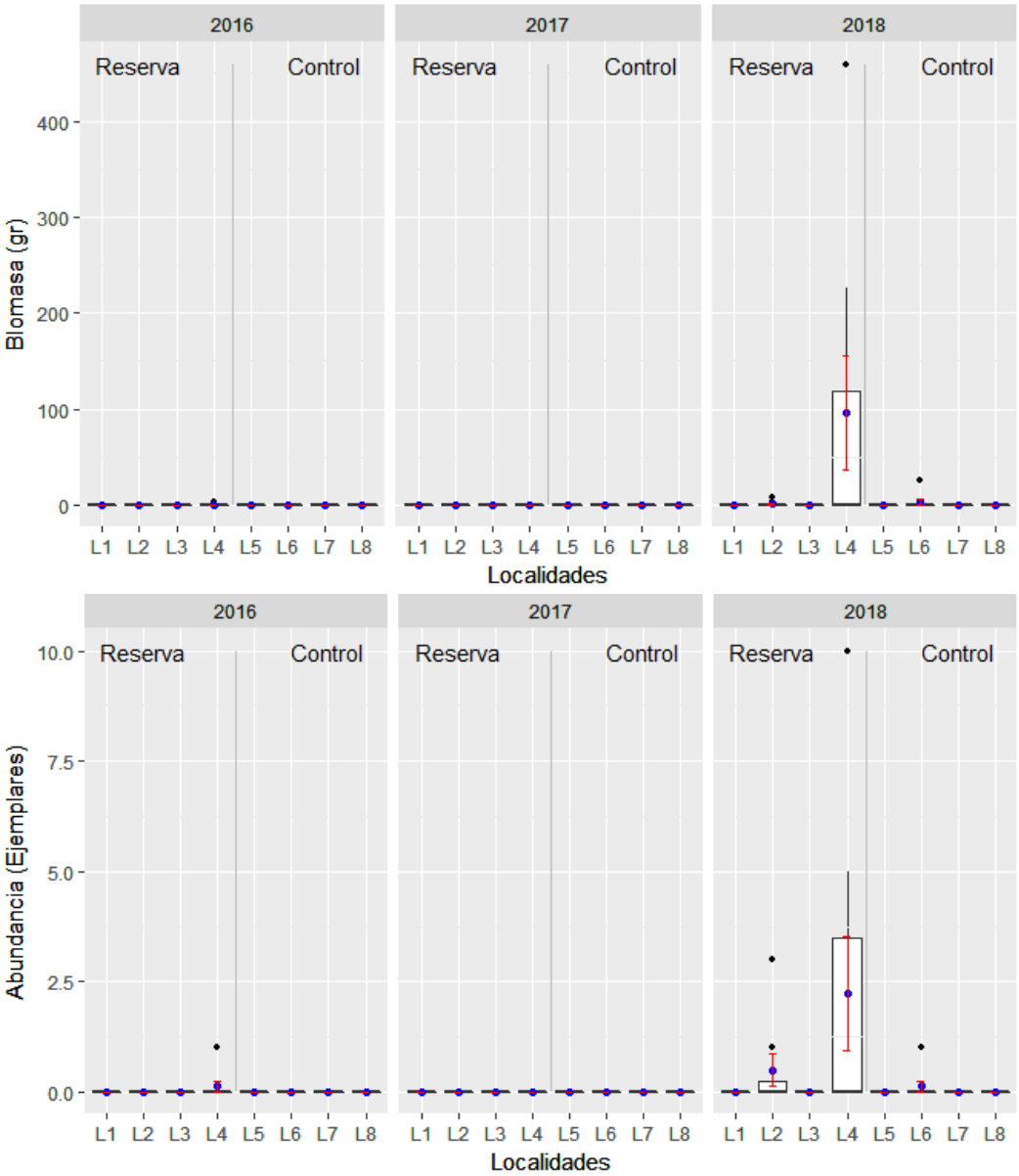
Symphodus roissali		Abundancia						Biomasa				
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,00000 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,000000 ω		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	0.1018	0.10176	0.2755	0.618476		1	8.801	88.008	20.587	0.20135	
Prot:Loc	6	22.162	0.36936	0.6961	0.661158		6	25.650	42.750	55.112	0.01542	*
Prot:Loc:Sit	8	42.449	0.53062	36.027	0.002376	**	8	6.206	0.7757	0.5091	0.84354	
Residual	48	70.697	0.14729				48	73.136	15.237			

	Abundancia		log(x+1)	Cochran(P)= 0,00000 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,000000 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	0.6230	0.311487	57.746	0.09363	.	2	3.664	18.319	0.5139	).6428217	
Camp:Prot	3	0.1618	0.053940	0.3411	0.79591		3	10.695	35.649	19.490	).1579109	
Camp:Prot:Loc	18	28.468	0.158153	16.607	0.05099	.	18	32.925	18.291	27.160	).0004298	***
Residual	168	159.991	0.095232				168	113.143	0.6735			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.l. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por especies.

Thalassoma pavo



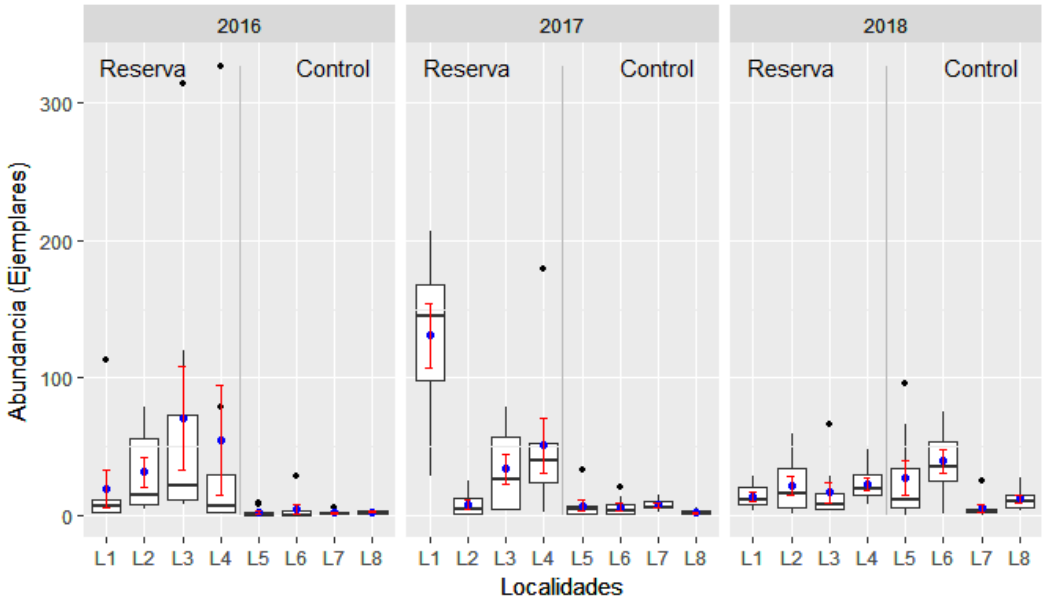
Talassoma pavo		Abundancia						Biomasa				
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,000000 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,000000 ω		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	0.7574	0.75739	17.210	0.2375225		1	4.051	40.507	10.747	0.3399	
Prot:Loc	6	26.405	0.44009	0.8788	0.5500217		6	22.615	37.692	0.9047	0.5355	
Prot:Loc:Sit	8	40.065	0.50081	45.603	0.0003543	***	8	33.328	41.660	56.580	4.54e-05	***
Residual	48	52.714	0.10982				48	35.343	0.7363			

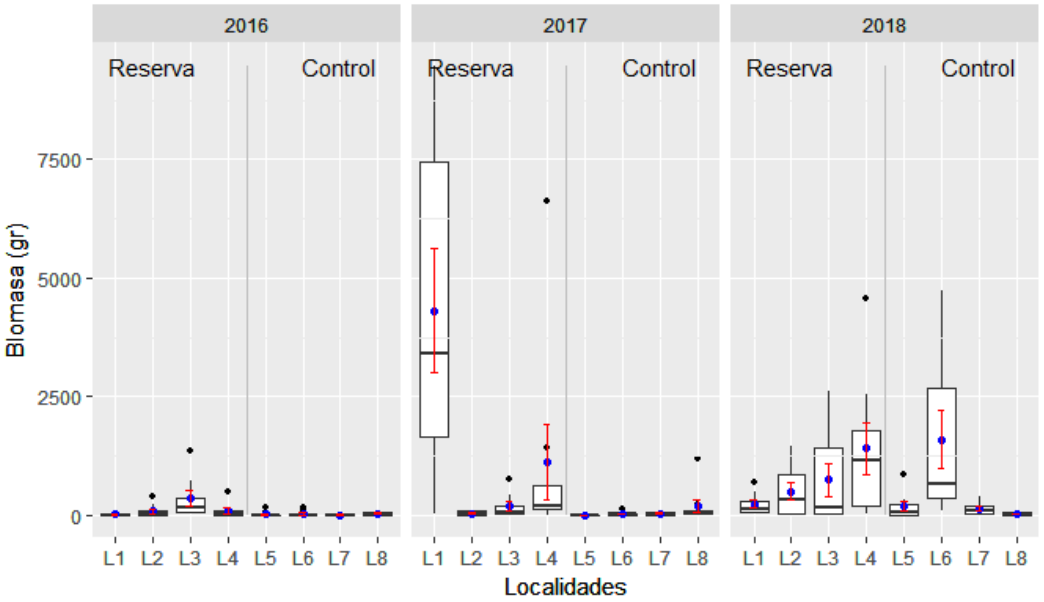
	Abundancia		log(x+1)	Cochran(P)= 0,000000 ω					log(x+1)	Cochran(P)= 0,000000 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	0.6707	0.33537	13.154	0.3888958		2	5.055	252.762	18.608	0.2982	
Camp:Prot	3	0.7649	0.25497	17.089	0.2009043		3	4.075	135.838	10.742	0.3849	
Camp:Prot:Loc	18	26.856	0.14920	25.845	0.0008096	***	18	22.762	126.455	30.331	9,13E-02	***
Residual	168	96.983	0.05773				168	70.042	0.41692			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.m. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por

Resto de especies





Otras Especies			Abundancia						Biomasa			
			log(x+1)	Cochran(P)= 0,0948					log(x+1)	Cochran(P)= 0,1456		
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Prot	1	0.945	0.94490	0.3085	0.5987		1	22.361	223.609	19.686	0.210169	
Prot:Loc	6	18.374	306.241	22.660	0.1409		6	68.152	113.587	16.779	0.243466	
Prot:Loc:Sit	8	10.812	135.147	13.694	0.2340		8	54.157	67.696	29.540	0.009064	**
Residual	48	47.370	0.98687				48	110.000	22.917			

	Abundancia		log(x+1)	Cochran(P)= 0,1326					log(x+1)	Cochran(P)= 0,7768		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	16.112	8.056	0.2316	0.8062584		2	148.70	74.350	16.241	0.33269	
Camp:Prot	3	104.364	34.788	88.300	0.0008159	***	3	137.33	45.778	34.224	0.03955	*
Camp:Prot:Loc	18	70.915	3.940	33.920	1,55E-02	***	18	240.77	13.376	46.541	2,98E-05	***
Residual	168	195.126	1.161				168	482.83	2.874			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.18.n. Gráficas y resultado del ANOVA sobre los datos de Abundancia y Biomasa, por

PERMANOVA

Abundancia	Df	Sum Of Sqs	R2	F	Pr(>F)	
Campaña	2	4.603	0.07643	11.7274	0.001	***
Campaña:Protección	3	8.098	0.13446	13.7550	0.001	***
Campaña:Protección: Localidad	18	10.205	0.16945	2.8890	0.001	***
Campaña:Protección: Localidad:Sitio	24	9.061	0.15045	1.9239	0.001	***
Residual	144	28.258	0.46922			
Total	191	60.224	1.00000			

Biomasa	Df	SumOfSqs	R2	F	Pr(>F)	
Campaña	2	4.603	0.07643	11.7274	0.001	***
Campaña:Protección	3	8.098	0.13446	13.7550	0.001	***
Campaña:Protección: Localidad	18	10.205	0.16945	2.8890	0.001	***
Campaña:Protección: Localidad:Sitio	24	9.061	0.15045	1.9239	0.001	***
Residual	144	28.258	0.46922			
Total	191	60.224	1.00000			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 2.19. Resultado del análisis permutacional (PERMANOVA) sobre los datos de las especies principales en las tres campañas (2016, 2017 y 2018), tras 999 permutaciones.

2.2. SEGUIMIENTO DE LAS CAPTURAS DE ESPECIES OBJETIVO

2.2.1. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA

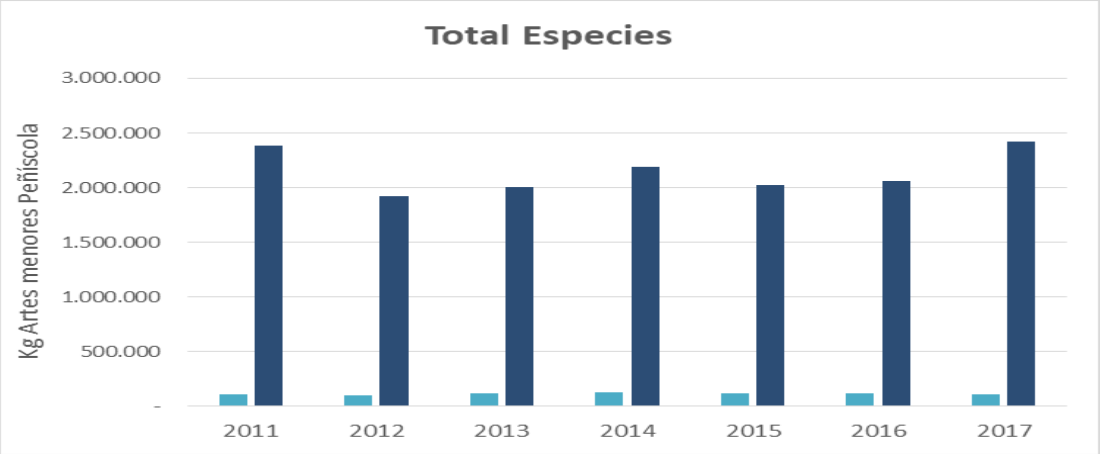
El seguimiento de las capturas se ha realizado siguiendo idéntico criterio al planteado en el primer informe de 2016, basándose en los datos del registro de capturas diarias subastadas en el puerto más cercano a la reserva, que es el de Peñíscola (Castellón), en comparación con los datos del conjunto de la Comunitat Valenciana, y analizando la tendencia de las capturas globales y de 5 especies objetivo de la flota artesanal del puerto de Peñíscola.

Las especies escogidas fueron las principales especies en los desembarcos pesqueros del puerto seleccionado: *Octopus vulgaris, Sepia officinalis, Pagellus erythrinus, Lithognathus mormyrus* y *Penaeus kerathurus*, y se ha tenido en cuenta sólo los datos de las flotas de artes menores, tanto a nivel local como global.

A los datos analizados en el informe anterior (2011-2016) se han añadido los datos del último año completo (2017) y se han confeccionado las mismas gráficas obteniendo los siguientes resultados.

2.2.2. RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DE CAPTURAS.

Conforme indican los datos presentados en la Figura 2.2.1, las capturas del conjunto de la flota de artes menores de la Comunitat Valenciana son del orden de las 2.000 toneladas anuales, superando las 2.400 en 2017. Las capturas de la flota de artes menores de Peñíscola están por encima de las 100.000 toneladas anuales, que suponen entre el 4 y el 6% del total. El año 2017 fue un buen año de pesca en conjunto, pero de los peores de la serie para Peñíscola, en términos de biomasa.



	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total Peñíscola	114.671	104.186	117.858	124.744	115.742	122.904	106.480
Total CV	2.381.870	1.919.174	2.008.721	2.190.867	2.026.997	2.060.822	2.418.714
%	4,81	5,43	5,87	5,69	5,71	6,00	4,40

Figura 2.20. Capturas totales de la flota de artes menores de Peñíscola y del conjunto de la Comunitat Valenciana.

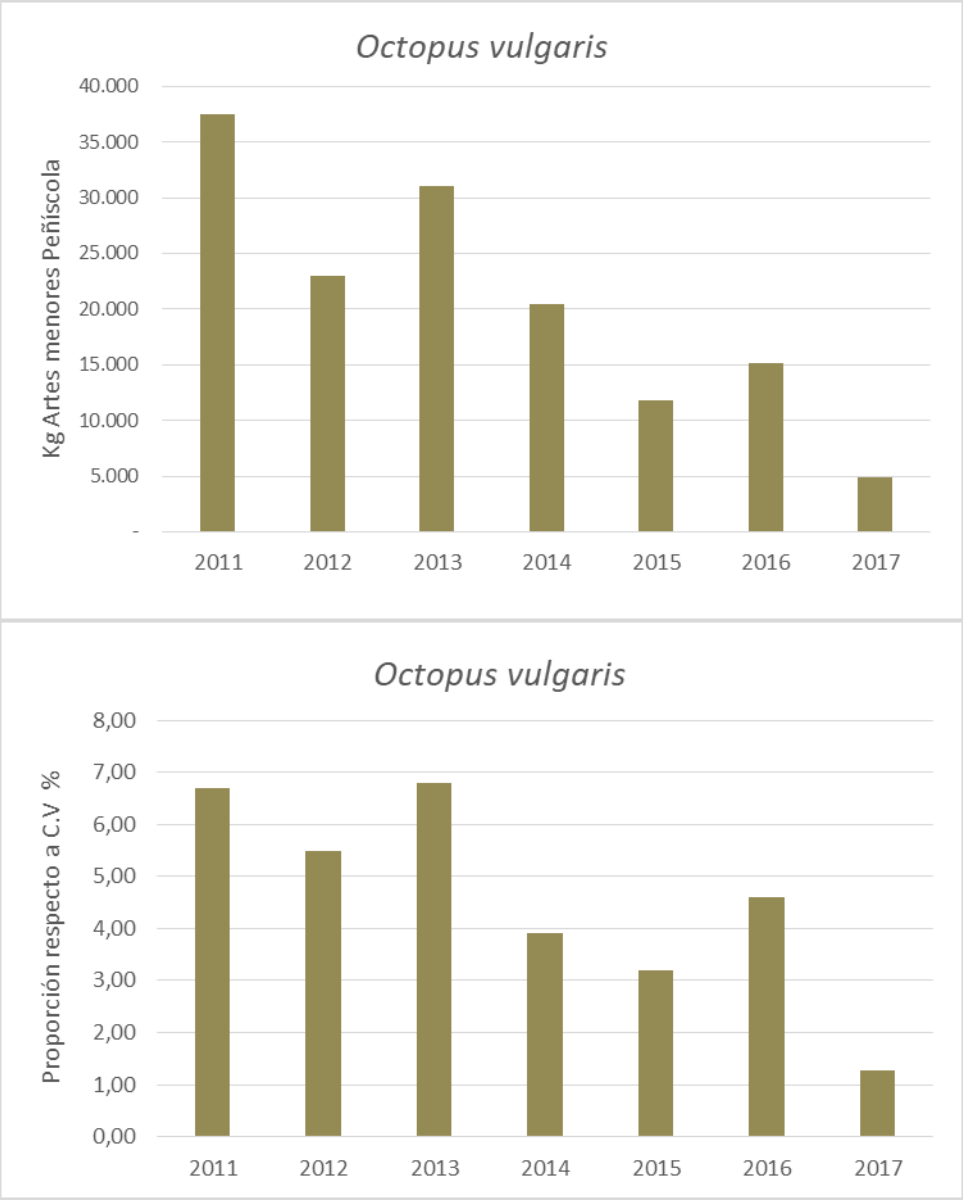


Figura 2.21. Evolución de las capturas de pulpo por parte de la flota de artes menores de Peñíscola, e importancia relativa en el conjunto de la Comunitat Valenciana.

Las capturas de pulpo en Peñíscola en 2017 continúan la tendencia decreciente puntualmente interrumpida en el 2016. Su incidencia en el conjunto apenas supera el 1%.

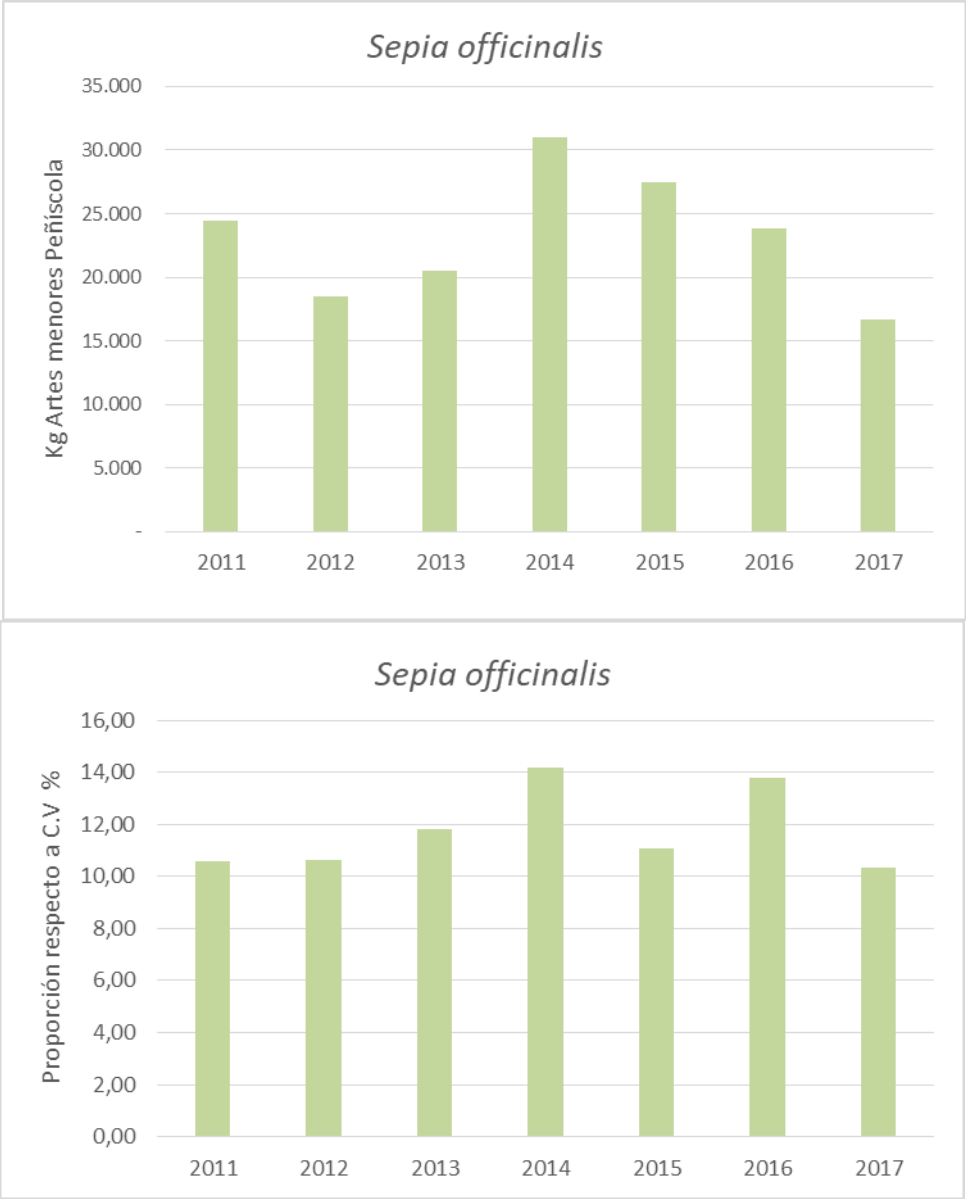


Figura 2.22. Evolución de las capturas de sepia por parte de la flota de artes menores de Peñíscola, e importancia relativa en el conjunto de la Comunitat Valenciana.
.

Para la sepia las capturas son menores que el año anterior, y continúan descendiendo desde 2014, aunque en conjunto siguen siendo importantes, representando más de un 10% del total autonómico.

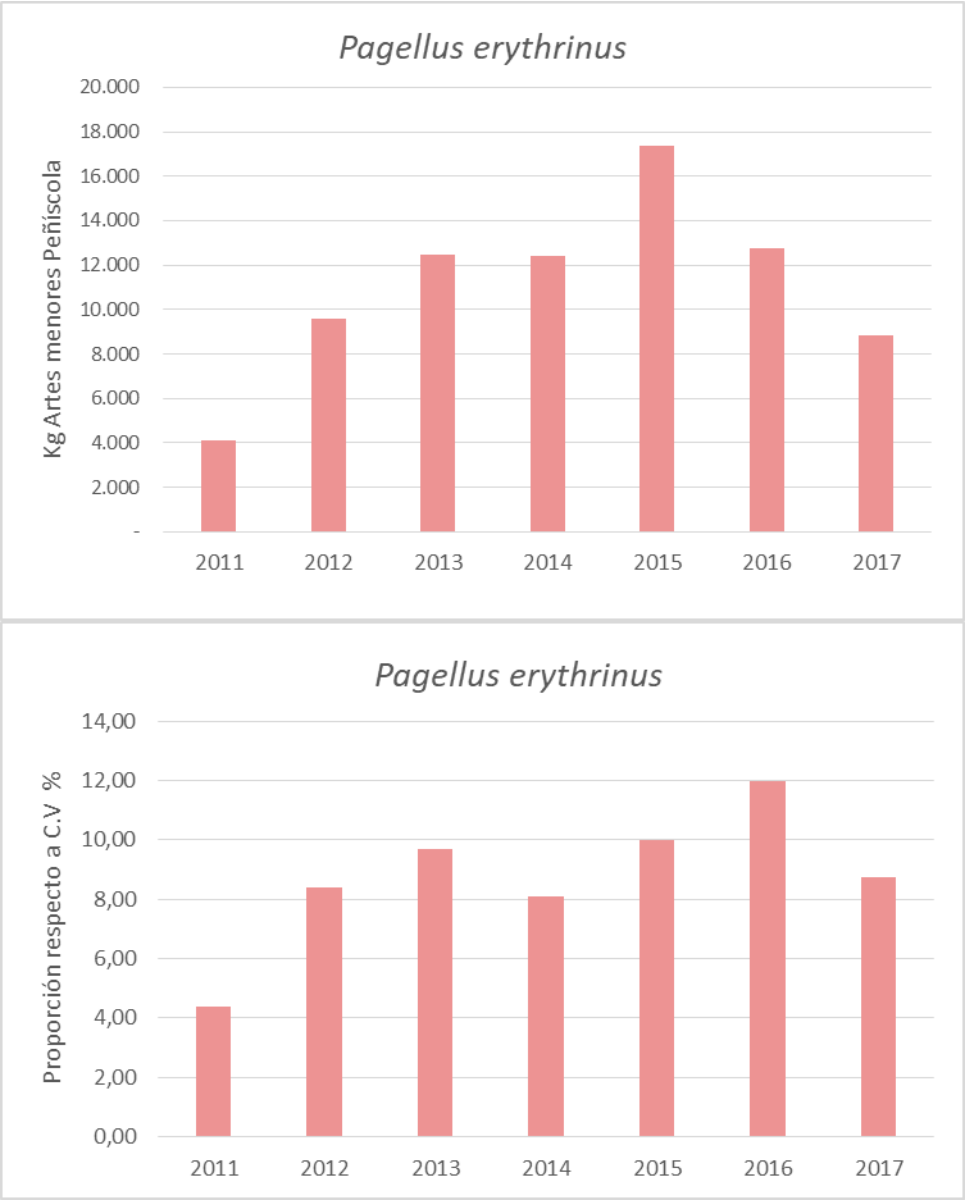


Figura 2.23. Evolución de las capturas de pagel por parte de la flota de artes menores de Peñíscola, e importancia relativa en el conjunto de la Comunitat Valenciana.

Las capturas de Pagel, que seguían una tendencia creciente en Peñíscola hasta el 2015 siguen bajando desde entonces, y aunque en 2016 tuvieron su mayor participación en el conjunto, este año no llega al 9%.

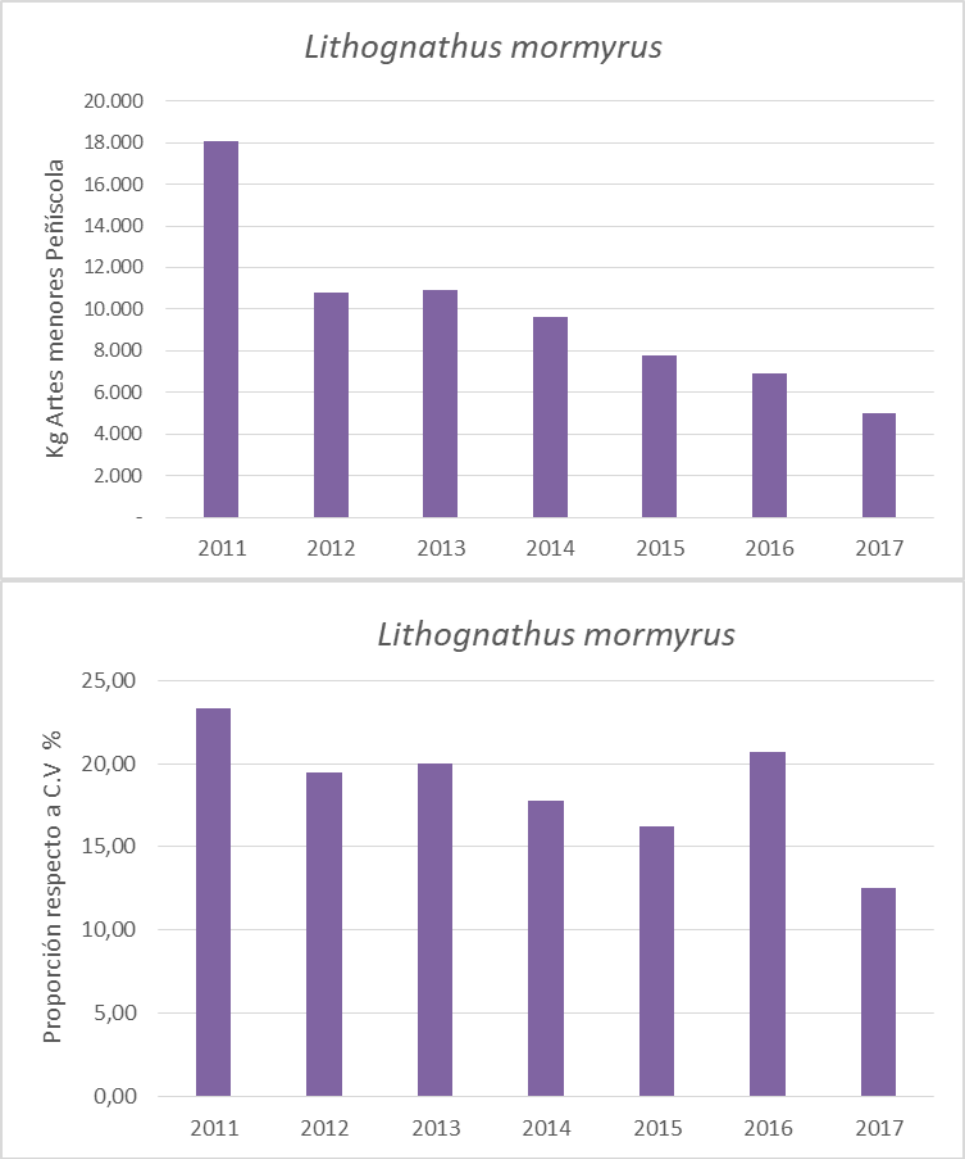


Figura 2.24. Evolución de las capturas de mabra por parte de la flota de artes menores de Peñíscola, e importancia relativa en el conjunto de la Comunitat Valenciana.

Las capturas de mabra siguen decreciendo en Peñíscola desde 2011, perdiendo importancia relativa en el conjunto.

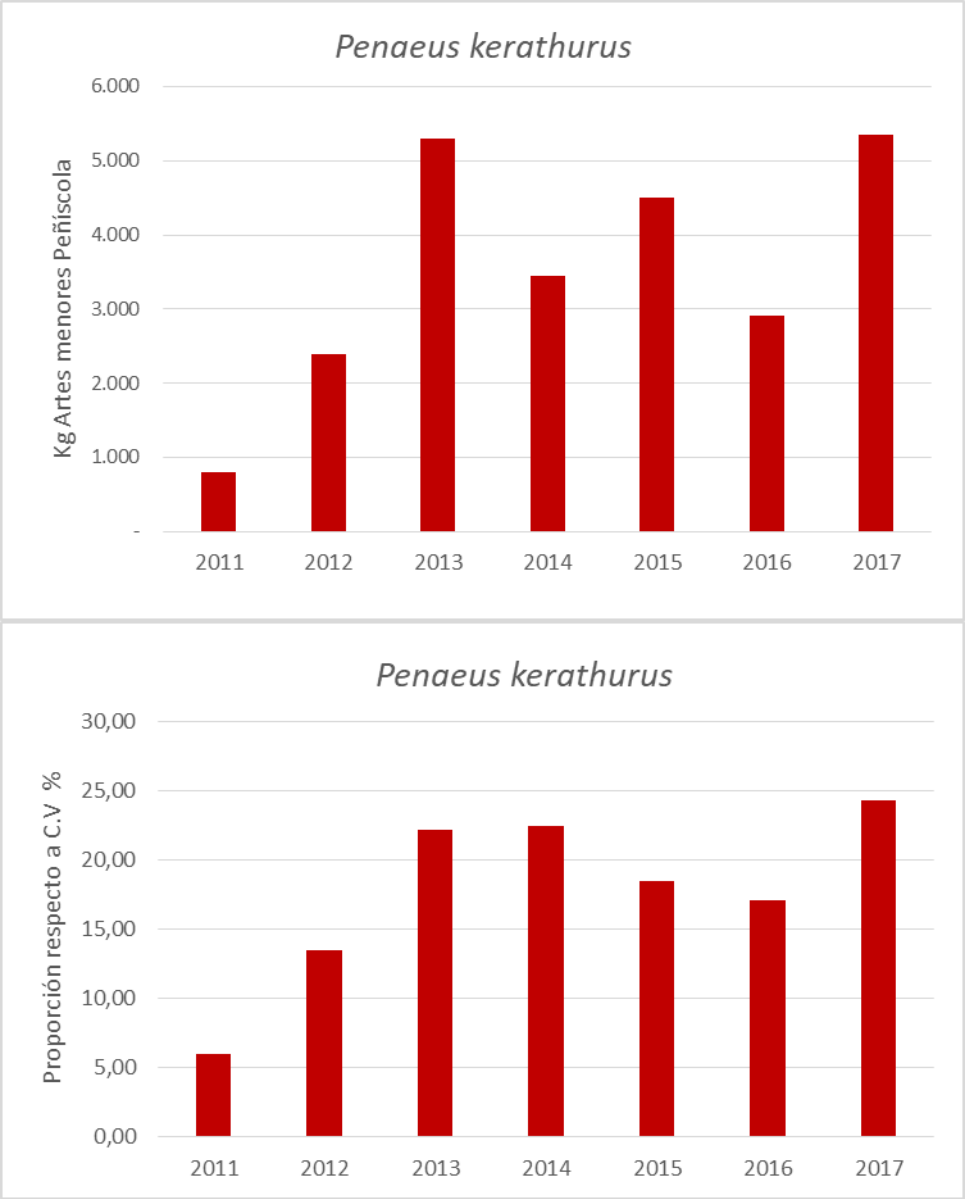


Figura 2.25. Evolución de las capturas de langostino por parte de la flota de artes menores de Peñíscola, e importancia relativa en el conjunto de la Comunitat Valenciana.

Al contrario de las otras especies analizadas, las capturas de langostino se han incrementado sensiblemente en 2017 llegando a los niveles del 2013 y superándose en importancia relativa, hasta representar cerca del 25% del total de la Comunitat.

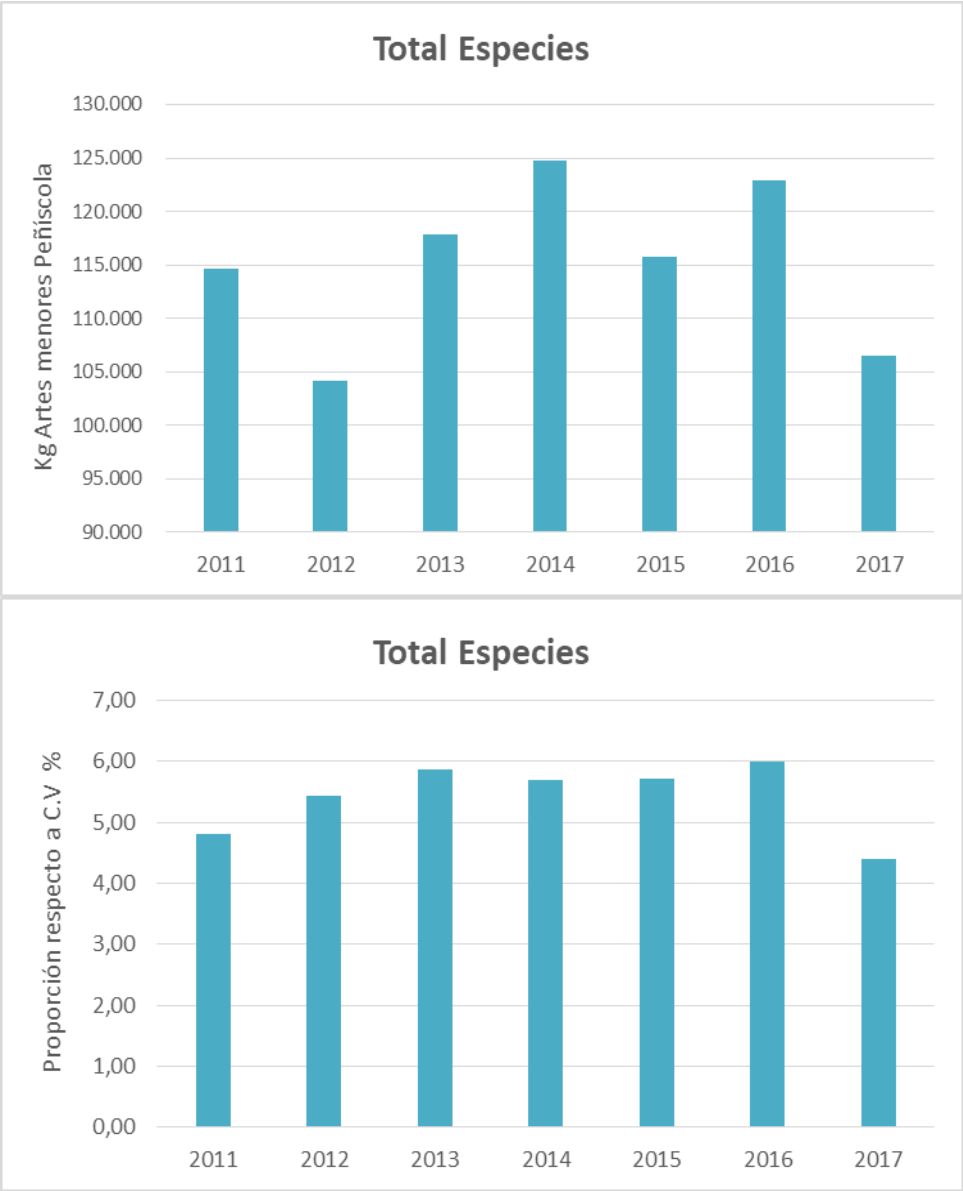


Figura 2.26. Evolución de las capturas totales de la flota de artes menores de Peñíscola, e importancia relativa en el conjunto de la Comunitat Valenciana.

A nivel del conjunto de especies se aprecia un notable descenso da las capturas desde el año anterior, aunque en relación con el total de la Comunitat el descenso no es tan acusado.

El hecho de que haya sido un buen año para el langostino explica fácilmente el descenso de las capturas de las otras especies. Debido a que esta especie posee elevado valor comercial, la flota dedica mucho más esfuerzo a su captura que al resto de especies, obtenido mejor rentabilidad económica. Como el langostino es una especie pequeña, en términos de biomasa aporta poco al conjunto, pero en términos económicos seguramente tendrá una gran repercusión.

No obstante, exceptuando el langostino, la importancia relativa de las otras especies respecto al conjunto de la Comunitat tiende a decrecer, en oposición a lo que cabría esperar si se diera un efecto reserva, que favorecería a las capturas cercanas al entorno protegido frente a las más distantes (en este caso el conjunto).

3. SEGUIMIENTO DE COMUNIDADES Y ESPECIES DE INTERÉS PATRIMONIAL O ECOLÓGICO

3.1. PRADERAS DE ANGIOSPERMAS MARINAS

3.1.1. MATERIAL Y MÉTODOS

En la Reserva Marina de la Sierra de Irta encontramos dos especies de angiospermas marinas: *Cymodocea nodosa*, ampliamente distribuida por toda la reserva, entre los 5 y 15m de profundidad y *Posidonia oceanica,* la cual tienen una distribución mucho más limitada y somera (1-7 m).

Para estimar el estado de conservación de dichas praderas de angiospermas se han muestreado 9 localidades, establecidas previamente en la campaña de seguimiento científico de la RMIP del 2016. Estas localidades se encuentran distribuidas por toda la reserva y se muestrearon durante el mes de julio de 2018 mediante buceo con escafandra autónoma. De las 9 localidades de muestreo, siete de ellas se sitúan en pradera de *Cymodocea nodosa* y dos de ellas en pradera de *Posidonia oceanica* (tabla 3.1, figura 3.1).

Tabla 3.1. Especie de fanerógama marina presente posición y profundidad de las localidades muestreadas.

Localidad	Fanerógama	Latitud	Longitud	Profundidad (m)
Localidad 1	*C. nodosa*	40º 18’ 50.0” N	000º 22’ 43.7” E	12
Localidad 2	*C. nodosa*	40º 19’ 21.1” N	000º 22’ 03.6” E	5
Localidad 3	*C. nodosa*	40º 18’ 24.5” N	000º 22’ 01.3” E	10
Localidad 4	*C. nodosa*	40º 17’ 15.3” N	000º 20’ 29.0” E	7.5
Localidad 5	*C. nodosa*	40º 16’ 13.2” N	000º 19’ 19.0” E	6.5
Localidad 6	*C. nodosa*	40º 15’ 32.1” N	000º 19’ 43.5” E	13.5
Localidad 7	*C. nodosa*	40º 15’ 10.3” N	000º 19’ 18.9” E	14
Localidad 8	*P. oceanica*	40º 17’ 42.0” N	000º 20’ 47.8” E	4
Localidad 9	*P. oceanica*	40º 17’ 39.0” N	000º 20’ 32.5” E	3

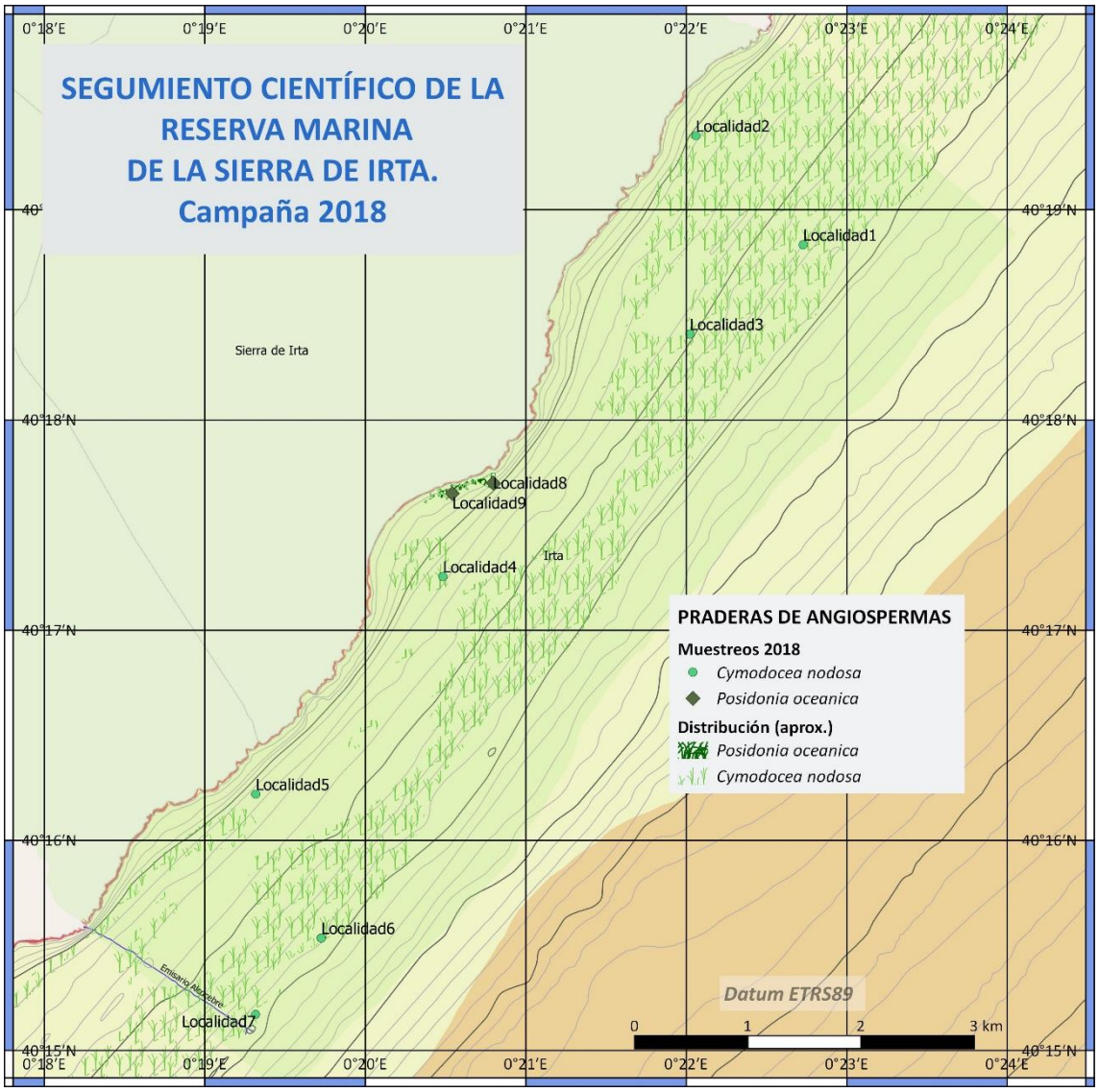


Figura 3.1. Situación de las localidades muestreadas en la Reserva de Sierra de Irta durante julio de 2018.

Caracterización del estado de la pradera de *Posidonia oceanica*

Para estimar el estado de conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* se han utilizado descriptores relacionados tanto con la estructura de las praderas, como con la morfología de las plantas, empleando el método que se aplica en la Comunidad Valenciana para la clasificación de las praderas de *Posidonia oceanica* en la Directiva Marco del Agua (Fernández-Torquemada *et al.,* 2008) pero a una profundidad menor (3-7 m), ya que en la reserva no existen praderas de esta especie a mayores profundidades.

En las dos localidades de muestreo con *Posidonia oceanica* (Localidad 8 y Localidad 9) se seleccionaron tres sitios de muestreo separados entre ellos 50 metros donde se tomaron datos de los siguientes descriptores:

- **Densidad**: número de haces por metro cuadrado de pradera (Romero, 1985). Se empleó un cuadrado de 25 x 25 cm^2 arrojado de forma aleatoria sobre las manchas de *Posidonia*. Se tomaron tres replicas en cada uno de los sitios, donde se contó el número de haces existentes dentro de cada cuadrado, extrapolándose hasta una unidad de 1 m^2 de superficie.

- **Cobertura:** porcentaje de la superficie del substrato cubierta por *Posidonia oceanica.* Se estimó empleando una cinta métrica de 20 metros en las que se registró la longitud cubierta por la pradera, así como la presencia de mata muerta, y la de otros substratos o especies presentes (roca, arena, caulerpa, etc.). Se realizaron 3 réplicas por cada sitio de muestreo. Posteriormente los valores obtenidos fueron expresados como porcentajes de recubrimiento.

- **Grado de descalzamiento o enterramiento de los haces:** Se determinó midiendo la distancia existente entre la lígula de las hojas adultas y el sedimento para diez rizomas ortótropos en cada uno de los sitios.

- **Tipo de crecimiento del rizoma:** Para estimar este descriptor se empleó un cuadrado de 50 x 50 cm^2, arrojado de forma aleatoria sobre las manchas de *P. oceanica*, donde se determinó la proporción de rizomas plagiotropos (crecimiento horizontal), frente a la de ortótropos (crecimiento vertical). En cada uno de los sitios se tomaron tres replicas y se calculó el porcentaje de haces plagiotropos existentes por sitio de muestreo.

- **Morfología de los haces:** Consiste en la obtención y comparación de parámetros biométricos de las hojas de *P. oceanica*, ya que estos descriptores pueden presentar variaciones significativas en función de múltiples impactos o presiones antrópicas (Delgado *et al.,* 1999; Ruiz, 2000). Para ello se trabajó en el laboratorio con cinco haces ortótropos recogidos de forma aleatoria en cada uno de los sitios (Romero, 1985).
  En el laboratorio se procede a la separación del haz del rizoma, manteniendo siempre el rango de inserción de las hojas. Las hojas separadas se conservaron en una bandeja con agua para evitar su desecación durante el periodo de manipulación, en el que se procedió a su desepifitación y a la toma de las siguientes medidas:

  - Número de hojas presentes en cada haz.
  - Longitud total: longitud del limbo foliar desde el meristemo basal hasta su ápice.
  - Anchura: se mide en la parte media de las hojas para que sea lo más representativa posible.
  - Superficie foliar: valor que se obtiene al multiplicar la longitud por la anchura media de todas las hojas de un haz.
  - Estado del ápice: puede aparecer entero, roto o mordido por algún herbívoro.
  - Manchas de necrosis: superficie de la hoja en la que aparece tejido necrosado que suele ser indicativo de que la planta está sometida a algún tipo de estrés.
  - Biomasa foliar: las hojas desepifitadas se dejaron secar en una estufa a 70º C durante 48 h y se procedió al pesado de las mismas.
  - Biomasa de epífitos: los epífitos se separan de las hojas empleando una cuchilla y se secan en una estufa a 70º C durante un mínimo de 48 horas, ya que es cuando se alcanza el peso constante. Tras el secado se pesan para establecer la biomasa de epífitos por haz.
  - Carga de epífitos: con los valores de peso seco de epífitos se estimó la carga de epífitos por unidad de superficie, usando los datos de superficie foliar total del haz calculados con las medidas de longitud y anchura foliar.

Caracterización del estado de las praderas de *Cymodocea nodosa*

Para estimar el estado de conservación de las praderas de *Cymodocea nodosa* se ha empleado una metodología similar a la anterior, sin incluir los parámetros que no aportaban información o modificando la forma de adquirir los datos adaptándola a la biología de esta especie.

Las siete localidades muestreadas se encuentran en un rango de profundidades de entre 5 y 14 m. En todas estas localidades se registró presencia de *C. nodosa* durante el estudio de seguimiento de la Reserva llevado a cabo en septiembre de 2016. Sin embargo, durante el estudio de seguimiento de julio de 2017 no se encontró *Cymodocea nodosa* en los puntos de muestreo más someros correspondientes a las localidades 2, 4 y 5, probablemente debido a los efectos del temporal de otoño-invierno de 2016 que afectaron a las praderas de esta fanerógama situadas por debajo de los 10 m.

En cada localidad se seleccionaron tres sitios de muestreo separados entre ellos 50 metros donde se tomaron datos de los siguientes descriptores:

- **Densidad**: se empleó un cuadrado de 25 x 25 cm^2 arrojado de forma aleatoria sobre las manchas de *C. nodosa*. Se tomaron tres replicas en cada uno de los sitios, donde se contó el número de haces existentes dentro de cada cuadrado, extrapolándose hasta una unidad de 1 m^2 de superficie.

- **Cobertura:** porcentaje de la superficie del substrato cubierta por *C. nodosa.* Se estimó empleando una cinta métrica de 20 metros, también con 3 réplicas, en las que se registró la longitud cubierta por la pradera, así como la presencia de otros substratos (roca, arena, etc.). Posteriormente los valores obtenidos fueron expresados como porcentajes de recubrimiento.

- **Morfología de los haces:** Consiste en la obtención y comparación de parámetros biométricos de las hojas de *C. nodosa*. Para ello se trabajó en el laboratorio con cinco haces recogidos de forma aleatoria en cada uno de los sitios. Las hojas separadas se conservaban en una bandeja con agua para evitar su desecación durante el periodo de manipulación, en el que se procede a su desepifitación y a la toma de las siguientes medidas:

    - Número de hojas presentes en cada haz.
    - Longitud total: longitud del limbo foliar desde el meristemo basal hasta su ápice.
    - Anchura: que se mide en la parte media de las hojas para que sea lo más representativa posible.
    - Superficie foliar: valor que se obtiene al multiplicar la longitud por la anchura media de todas las hojas de un haz.
    - Manchas de necrosis: superficie de la hoja en la que aparece tejido necrosado que suele ser indicativo de que la planta está sometida a algún tipo de estrés.
    - Biomasa foliar: las hojas desepifitadas se dejaron secar en una estufa a 70º C durante 48 h. Posteriormente se procedió a su pesado.
    - Biomasa de epífitos**:** los epífitos se separan de las hojas empleando una cuchilla y se secan en una estufa a 70º C durante un mínimo de 48 horas, ya que es cuando se alcanza el peso constante. Tras el secado se pesan para establecer la biomasa de epífitos por haz.

- Carga de epífitos: con los valores de peso seco de epífitos se estimó la carga de epífitos por unidad de superficie, usando los datos de superficie foliar total del haz calculados con las medidas de longitud y anchura foliar.

Análisis de datos

Se realizó el análisis estadístico de cada uno de los descriptores medidos en las distintas localidades mediante el análisis de la varianza. Para ellos se comprobó con anterioridad la homogeneidad de las varianzas mediante el test de Shapiro-Wilk. Para estos análisis se empleó un ANOVA anidado de dos factores, con la localidad como factor principal y fijo, y con el factor sitio aleatorio y anidado en el anterior. Los cálculos fueron realizados con el programa estadístico R, empleando un nivel de significación mínimo de $p<0.05$.

Los valores de los descriptores analizados se trataron mediante un análisis de componentes principales (PCA) con el fin de establecer el índice de calidad ambiental de cada uno de los sitios estudiados. Se emplearon los componentes principales I y II, que definen un plano que permite la representación de la mayor parte de la varianza del conjunto de datos. Los objetos proyectados en este plano representan las distancias euclídeas en el espacio formado por los descriptores originales. Los resultados obtenidos con la PCA muestran un cluster de variables distribuidas a lo largo del primer componente (CI), el cual se identifica como la principal fuente de variabilidad. En general, las métricas indicativas de un mal estado ecológico se correlacionan con el CI en dirección a la posición de la estación representativa de la condiciones de referencia, mientras que las indicativas de buen estado ecológico presentan una correlación con el CI en dirección a la estación representativa de condiciones degradadas. Las estaciones de referencia y de sitios degradados también fueron representadas en este análisis, definiendo el índice de calidad ambiental como la puntuación sobre el CI de la PCA .

3.1.2. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO DE LAS PRADERAS DE *POSIDONIA OCEANICA*

Las praderas de *Posidonia oceanica* se encuentran en el centro de la reserva muy cercanas a la costa, en las inmediaciones de la platja d´Irta. Son praderas someras formadas por manchas de *Posidonia* de tamaño variable sobre un fondo heterogéneo con rocas y arena y no se distribuyen a profundidades mayores de 6-7 m.

A continuación se presentan los resultados para cada uno de los descriptores evaluados.

Densidad

Se encontraron diferencias significativas en la densidad de haces de *P. oceanica* entre las dos localidades estudiadas (tabla 3.2). Los valores de densidad más elevados se observaron en la Localidad 9 (figura 3.2), coincidiendo con los resultados obtenidos en el informe de seguimiento del 2016 y del 2017. En esta localidad, los sitos de muestreo se sitúan a menor profundidad (1,5-2,4 m) que en la Localidad 8 (3,5-4,5 m), lo que podría explicar estas diferencias significativas en la densidad de haces entre las diferentes localidades, así como la mayor variabilidad espacial entre sitios de la Localidad 9 más somera en comparación con la localidad 8.

Tabla 3.2. Resumen del análisis univariante ANOVA para los valores de densidad (haces m^{-2}) de *Posidonia oceanica* obtenidos en los tres sitios de muestreo de las dos localidades de estudio.

Descriptor	Fuente de variabilidad	Gl	Sum sq	F value	p-valor
Densidad	Localidad	1	881792	7.497	*
	Localidad:Sitio	4	2128839	4.525	*
	Residual	12	1411413		

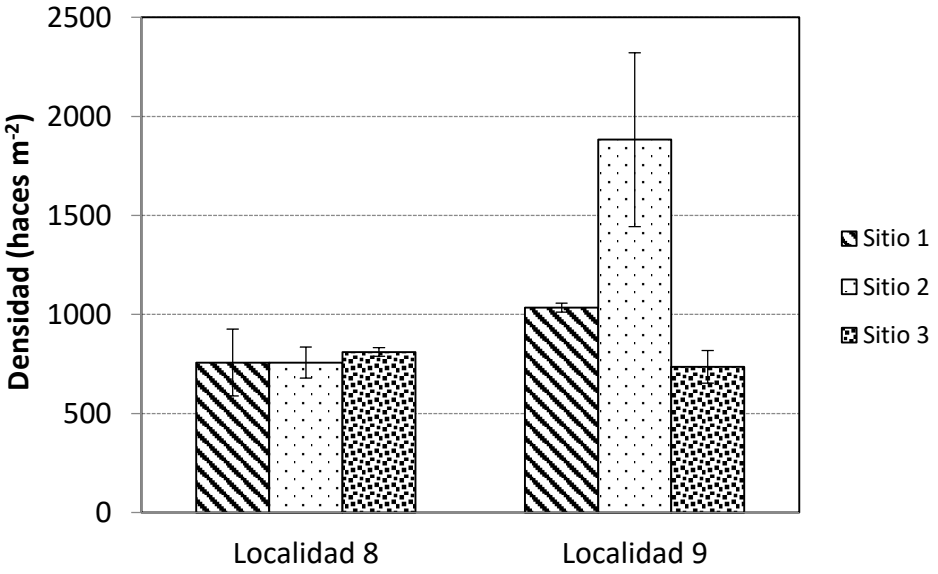


Figura 3.2. Valores medios de densidad de *Posidonia oceanica* (haces m^{-2}) obtenida en las localidades de estudio. Las barras representan el error típico.

Tabla 3.3. Comparación de los valores medios de densidad de *Posidonia oceanica* (haces m^{-2}) obtenidos en los estudios de seguimiento de la RMIP realizados en julio de 2017 y julio de 2018.

Localidad	Sitio	Densidad 2017 (haces/m^2)	Densidad 2018 (haces/m^2)
L8	Sitio 1	858,7	757,3
	Sitio 2	837,3	757,3
	Sitio 3	693,3	810,7
L9	Sitio 1	1189,3	1034,7
	Sitio 2	1578,7	1882,7
	Sitio 3	2053,3	736,0

Los valores medios de densidad más elevados se observaron en el sitio 2 de la Localidad 9, localizado a 2,4 metros de profundidad (1882,7 haces m^2). Los valores medios más bajos se registraron en los sitios 1 y 2 de la Localidad 8 situados a 3,5 y 4,5 m metros de profundidad respectivamente (757,3 haces m^2) (figura 3.2). Las densidades estimadas en los tres sitios de ambas localidades son muy similares a las obtenidas en el estudio del 2017, excepto en el sitio 3 de la Localidad 9, donde ha disminuido más de un 50% la densidad de haces (tabla 3.3). Dicha diferencia probablemente se deba a la variabilidad espacial comentada anteriormente. En

cualquier caso, los datos siguen correspondiendo a praderas en equilibrio o bien conservadas según la clasificación de Pergent *et al* (1995).

Cobertura

No se detectaron diferencias significativas entre los valores de cobertura de las distintas localidades (tabla 3.4, figura 3.3). Los valores de cobertura de *Posidonia* fueron de un 36,7-51,7 % de recubrimiento para la Localidad 8 y de un 31,7-51 % para la Localidad 9. Estos valores son menores que los obtenidos en los estudios de seguimiento de 2016 y 2017, especialmente en la Localidad 8 (tabla 3.5). Los datos de cobertura obtenidos en el estudio de 2016 oscilaron entre un 25-78% de cobertura en L8 y un 16-46% en L9.

Tabla 3.4. Resumen del análisis univariante ANOVA para los valores de cobertura (% de recubrimiento) de *Posidonia oceanica* obtenidos en los tres sitios de muestreo de las dos localidades de estudio.

Descriptor	Fuente de variabilidad	Gl	Sum sq	F value	p-valor
Cobertura	Localidad	1	40.5	0.411	ns
	Localidad: sitio	4	959.8	2.435	ns
	Residual	12	1182.7		

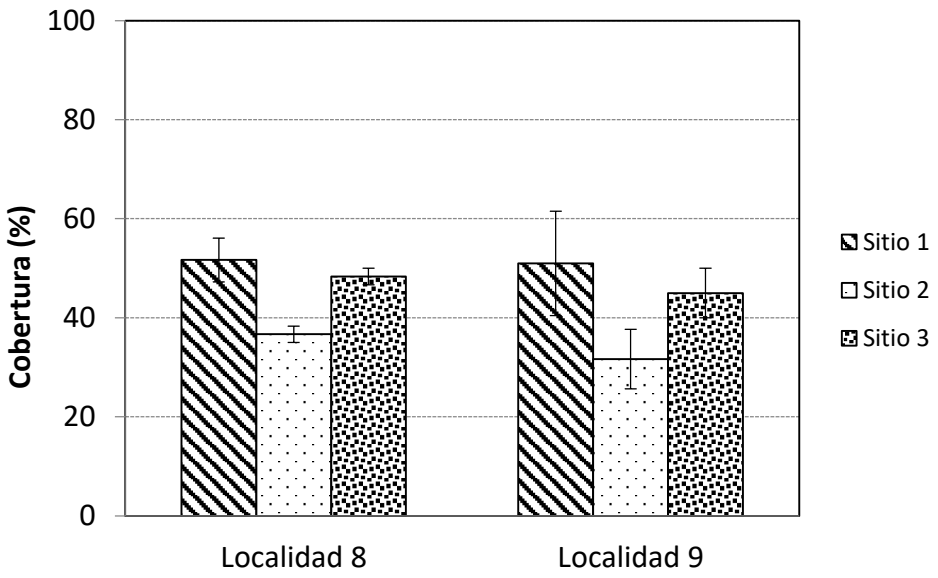


Figura 3.3. Representación gráfica de los valores medios de cobertura de *P. oceanica* (%) en las localidades de estudio. Las barras representan el error típico.

Tabla 3.5. Comparación de los valores medios de cobertura de *Posidonia oceanica* (%) obtenidos en los estudios de seguimiento de la RMIP realizados en julio de 2017 y julio de 2018.

Localidad	Sitio	Cobertura 2017 (%)	Cobertura 2018 (%)
L8	Sitio 1	40,0	51,7
	Sitio 2	76,7	36,7
	Sitio 3	68,3	48,3
L9	Sitio 1	61,7	51,0
	Sitio 2	41,7	31,7
	Sitio 3	35,0	45,0

En ambas localidades los fondos son bastante heterogéneos, alternando zonas de pradera con fondo cubierto con arena, roca o pequeñas zonas de mata muerta. En el estudio de este año ha aumentado la cobertura de arena en la Localidad 8 (10-50%) en comparación con la obtenida en 2017 (5-10%).

Tipo de crecimiento del rizoma

El tipo de crecimiento del rizoma (ortótropo o plagiotropo) es considerado como un buen indicador de la estabilidad o retroceso de las praderas (Boudouresque *et al.,* 2006). Los rizomas plagiotropos presentan un crecimiento horizontal y, por lo tanto, están relacionados con la expansión de las praderas, frente a los ortótropos que son de crecimiento vertical. En praderas densas y estables dominan los rizomas ortótropos, mientras que en algunas zonas alteradas se ha observado mayor abundancia de rizomas plagiotropos (Francour *et al.,* 1999).

En las praderas estudiadas en el presente trabajo se han encontrado proporciones similares (tabla 3.6) y muy bajas de rizomas plagiotropos (figura 3.4). Por lo tanto, aunque se muestrease en praderas someras, formadas por manchas de *Posidonia* de tamaño variable sobre un fondo heterogéneo con rocas y arena, estas manchas parecen encontrarse en equilibrio, tal y como se apuntó en el estudio de 2017.

Tabla 3.6. Resumen del análisis univariante ANOVA para los valores de haces plagiótropos (% haces m^{-2}) de *Posidonia oceanica* obtenidos en los tres sitios de muestreo de las dos localidades de estudio.

Descriptor	Fuente de variabilidad	Gl	Sum sq	F value	p-valor
Plagiótropos	Localidad	1	206.72	4.512	ns
	Localidad: sitio	4	6.72	0.147	ns
	Residual	12	45.82		

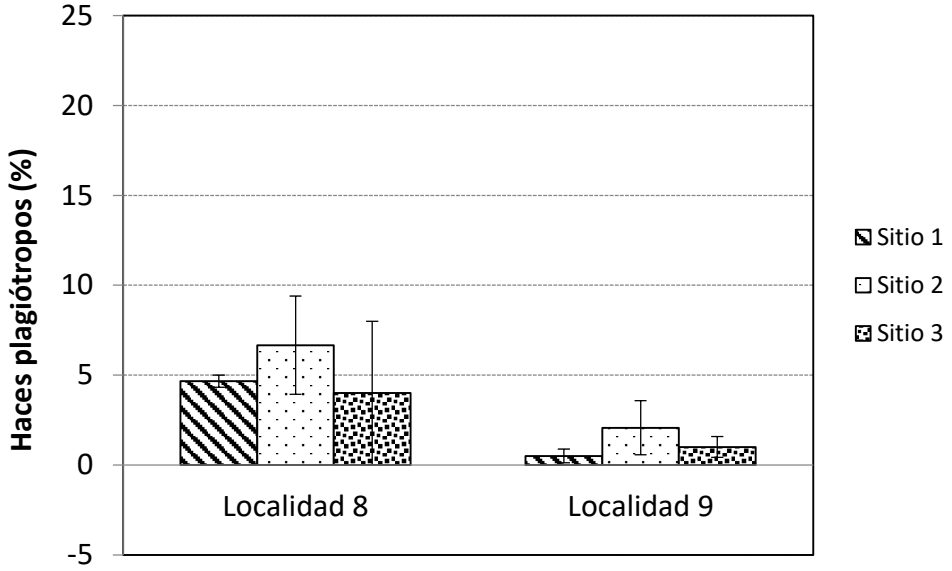


Figura 3.4. Porcentajes de haces plagiotropos de *Posidonia oceanica* (%) obtenidos en las localidades de estudio. Las barras representan el error típico.

Grado de descalzamiento o enterramiento de los haces

Este parámetro nos indica en qué estado se encuentran los rizomas de *Posidonia oceanica* respecto al sedimento, si las plantas sufren una elevada hipersedimentación y por lo tanto su meristemo de crecimiento se encuentra enterrado, o si por el contrario el rizoma sobresale excesivamente del sedimento y debido a ese "descalzamiento" es más sensible a determinadas alteraciones mecánicas, como el fondeo de embarcaciones (Marbà y Duarte, 1997).

En el presente muestreo no se detectaron diferencias significativas para este descriptor entre las dos localidades muestreadas (tabla 3.7), sin embargo, se encontró una alta variabilidad entre los sitios de estudio. El grado de descalzamiento fue mayor en la Localidad 8 que en la Localidad 9 aunque esas diferencias no fueron significativas (figura 3.5). En ambos casos el grado de descalzamiento fue bajo, ya que las plantas sobresalen entre 0,03 y 5,12 cm sobre el sedimento. Estos valores no implican ni una elevada sedimentación en la zona, ni una pérdida de sedimento que implique problemas de descalzamiento para las plantas. Estos valores coinciden con los registrados en 2016 y 2017. Los valores máximos de descalzamiento encontrados en ambas localidades fueron 13,2 cm en Localidad 8 y 7,8 cm en Localidad 9.

Tabla 3.7. Resumen del análisis univariante ANOVA para los valores de descalzamiento (cm) de *Posidonia oceanica* obtenidos en los tres sitios de muestreo de las dos localidades de estudio.

Descriptor	Fuente de variabilidad	Gl	Sum sq	F value	p-valor
Descalzamiento	Localidad	1	25.9	3.836	ns
	Localidad: sitio	4	117.3	4.348	**
	Residual	54	364.2		

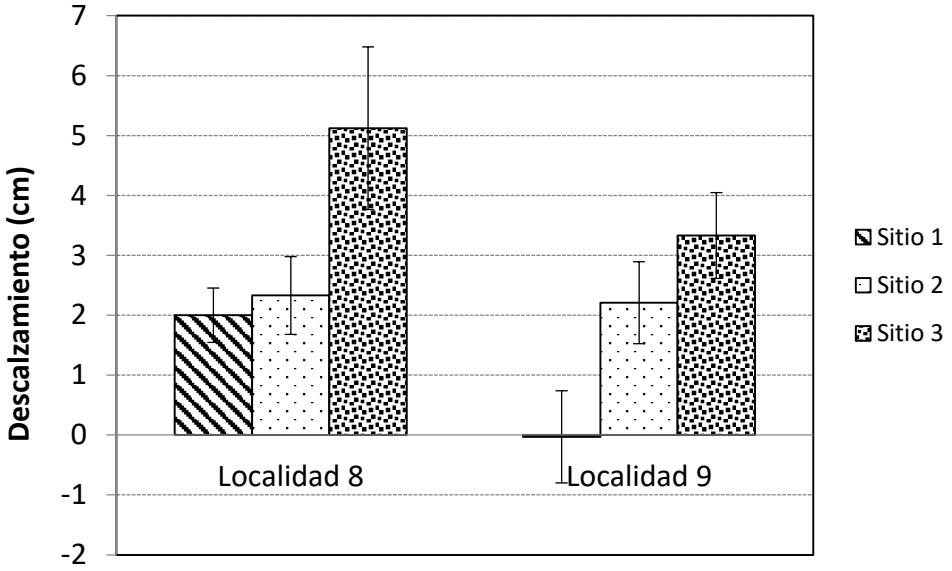


Figura 3.5. Valores medios de descalzamiento de *P. oceanica* (cm) obtenida en las localidades de estudio. Las barras representan el error típico.

Morfología de los haces:

Al caracterizar los haces de *Posidonia oceanica* procedentes de las distintas localidades, únicamente detectamos diferencias significativas entre las dos localidades para la anchura de hojas y la carga de epifitos (tabla 3.8).

Centrándonos en cada uno de los descriptores por separado, y empezando por el número de hojas por haz obtenidas en el momento de muestreo, no se observaron diferencias significativas entre ambas localidades. En esta época del año los haces presentan un promedio de 6 hojas por haz, coincidiendo con los resultados obtenidos en 2017. El mayor número de hojas por haz registrado fue en el sitio 3 de la Localidad 9 con 10 hojas haz^{-1}. Mientras que el menor valor de este parámetro se observó en varios sitios de ambas localidades con 4 hojas haz^{-1} (fig. 3.6).

En este muestreo tampoco se detectaron diferencias significativas para la longitud máxima foliar (tabla 3.8), obteniéndose los valores más bajos en el sitio 3 de la Localidad 9 (24,3 cm) y los más elevados en el sitio 2 de la misma localidad (40,7 cm). En el resto de los sitios los valores de longitud foliar máximo de las plantas rondaron en torno a 30-35 cm (fig. 3.7), valores algo mayores que los registrados en 2017.

Los valores de anchura máxima foliar si mostraron diferencias significativas entre las localidades estudiadas (fig. 3.8, tabla 3.8), siendo más anchas las hojas de la Localidad 8 que las de la Localidad 9. Los valores registrados en ambas localidades oscilaron entre 0,78 y 1 cm.

En cuanto a las estimaciones de superficie foliar (fig. 3.9) no se encontraron diferencias significativas entre las dos localidades (tabla 3.8). El sitio 2 de la Localidad 9 presentó los haces con mayor superficie foliar (220,3 cm^2 haz^{-1}) y el sitio 3 de la Localidad 9, los haces con menor superficie (141,8 cm^2 haz^{-1}).

Tabla 3.8. Resumen del análisis univariante ANOVA para los valores morfológicos de *Posidonia oceanica* obtenidos en los tres sitios de muestreo de las dos localidades de estudio.

Descriptor	Fuente de variabilidad	Gl	Sum sq	F value	p-valor
Número de hojas	Localidad	1	0.3	0.187	ns
	Localidad: sitio	4	6.8	1.062	ns
	Residual	24	38.4		
Longitud máxima foliar	Localidad	1	73.6	0.594	ns
	Localidad: sitio	4	771.5	1.557	ns
	Residual	24	2972.5		
Anchura máxima foliar	Localidad	1	0.1427	10.496	**
	Localidad: sitio	4	0.0602	1.106	ns
	Residual	24	0.3262		
Superficie foliar	Localidad	1	2151	0.385	ns
	Localidad: sitio	4	25117	1.125	ns
	Residual	24	133966		
Biomasa foliar	Localidad	1	0.0401	0.360	ns
	Localidad: sitio	4	0.8720	1.957	ns
	Residual	24	0.11138		
Carga de epífitos	Localidad	1	1.014	5.410	*
	Localidad: sitio	4	0.095	0.126	ns
	Residual	24	4.499		
Herbivorismo	Localidad	1	2757	13.624	ns
	Localidad: sitio	4	1225	0.403	ns
	Residual	24	18264		

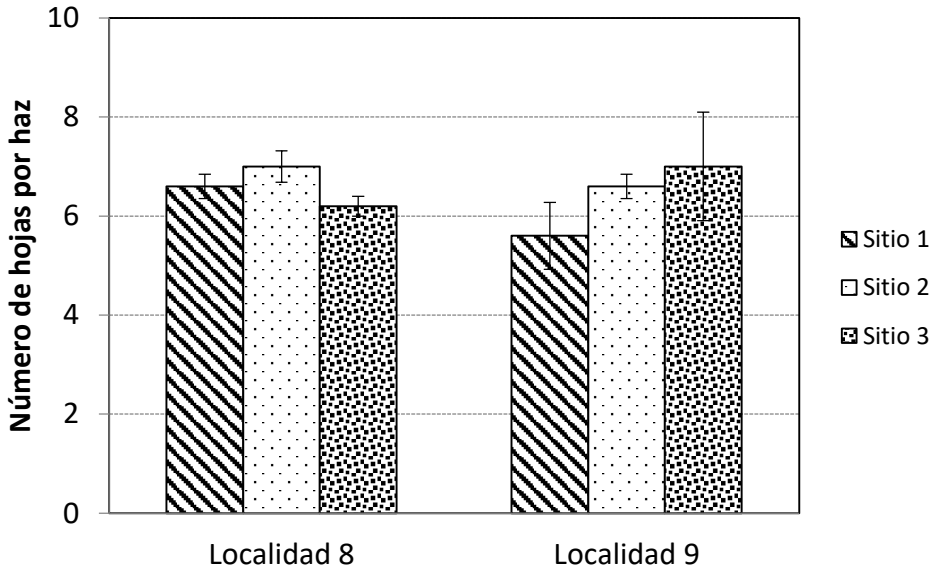


Figura 3.6. Número medio de hojas por haz de *P. oceanica* obtenido en las localidades con *P. oceanica* de (las barras representan el error típico).

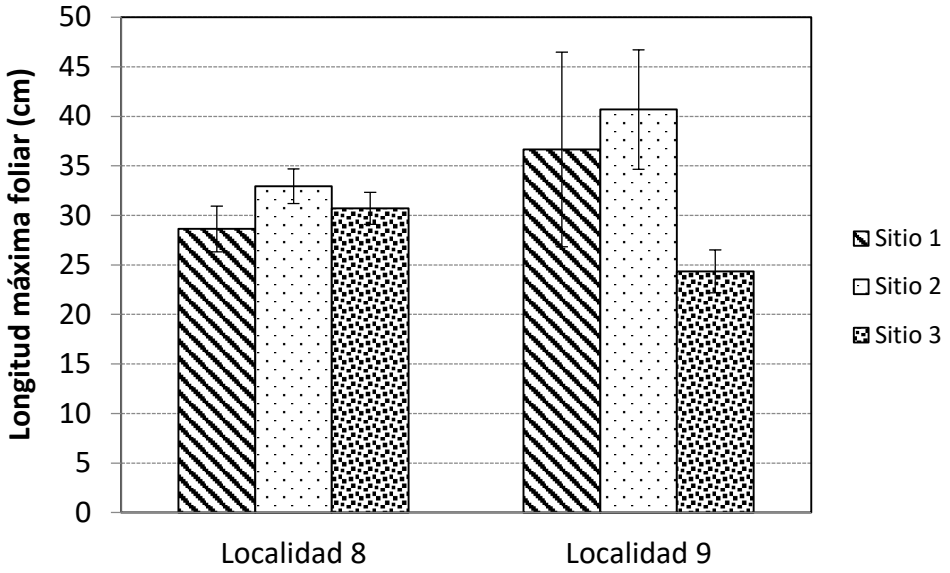


Figura 3.7. Longitud máxima foliar (cm) de los haces de *P. oceanica* pertenecientes a las localidades de estudio 8 y 9 (las barras representan el error típico).

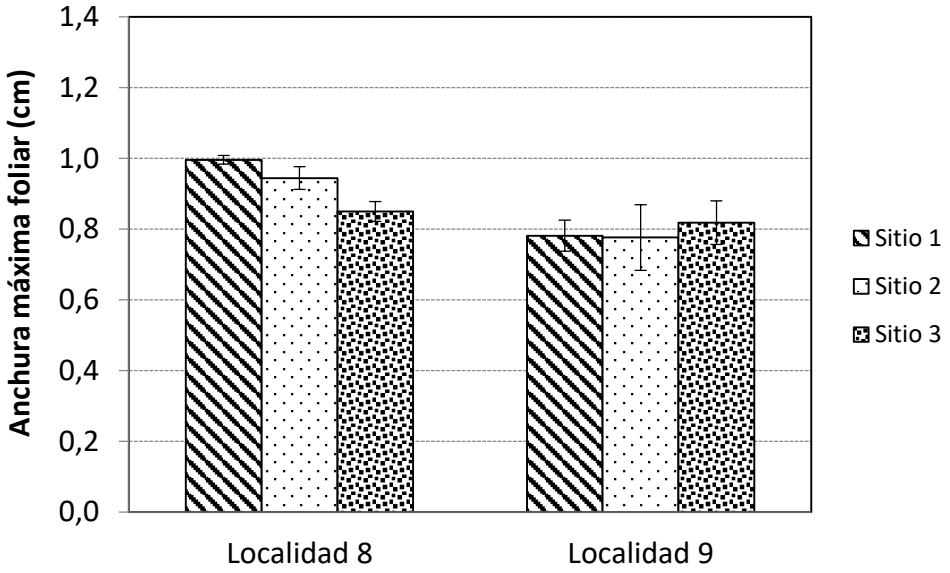


Figura 3.8. Anchura máxima foliar (cm) de los haces de *P. oceanica* pertenecientes a las localidades de estudio 8 y 9. (*) indica diferencias estadísticamente significativas para $p<0.05$). Las barras representan el error típico.

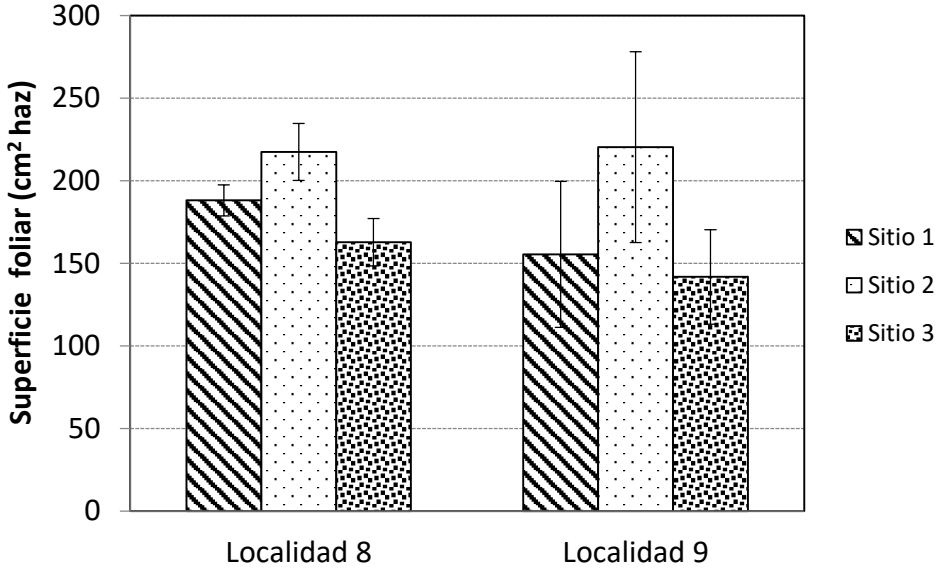


Figura 3.9. Superficie foliar (cm^2 haz^{-1}) de los haces de *P. oceanica* pertenecientes a las localidades de estudio (las barras representan el error típico).

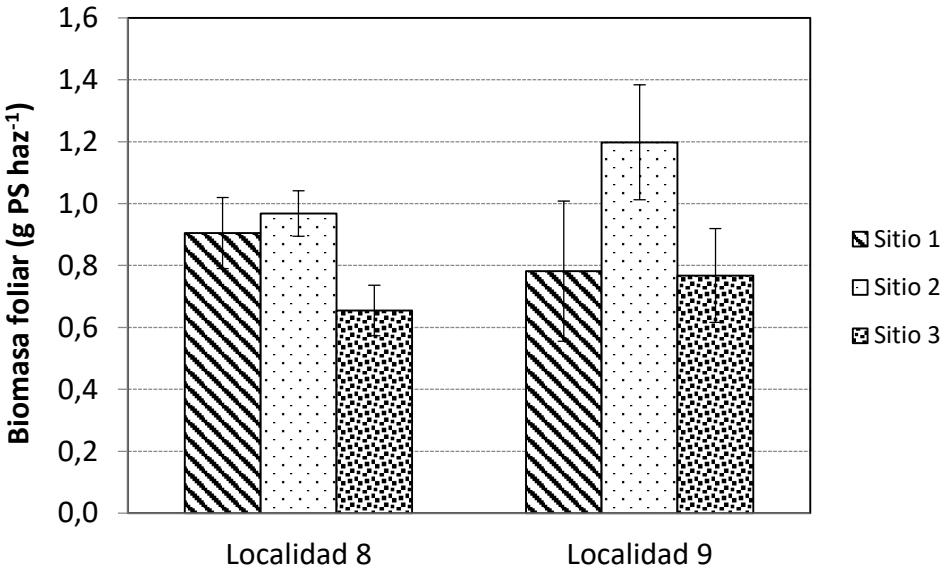


Figura 3.10. Biomasa foliar (g Ps haz^{-1}) de los haces de *P. oceanica* pertenecientes a las localidades de estudio 8 y 9 (las barras representan el error típico).

Como era de esperar, la biomasa foliar (fig. 3.10, tabla 3.8) presenta una tendencia muy similar a la del parámetro anterior. Así, los valores más elevados de este parámetro se encontraron en el sitio 2 de la Localidad 9 (1,20 g Ps haz^{-1}), mientras que los haces que presentaron una menor biomasa foliar pertenecían al sitio 3 de esa Localidad 9 (0,77 g Ps haz^{-1}). Tanto los valores de superficie foliar como los de biomasa foliar fueron algo mayores a los registrados en 2017.

Respecto a la carga de epífitos (fig. 3.11), se detectaron diferencias significativas en función de la localidad de procedencia de los haces (tabla 3.8). Las cargas más bajas se encontraron en las plantas de la Localidad 9 (0,82 – 1,01 mg Ps cm^{-2}) y las más elevadas en la localidad 8 (1,25 – 1,29 mg Ps cm^{-2}).

La tasa de herbivorismo (fig. 3.12) sin embargo, no presentó diferencias significativas entre las distintas localidades (tabla 3.8), aunque los resultados apuntan a una mayor presión en la Localidad 9 (39 -56,5 %) que en la Localidad 8 (20-30,8 %). Esto podría explicar la menor carga de epífitos registrada en la Localidad 9.

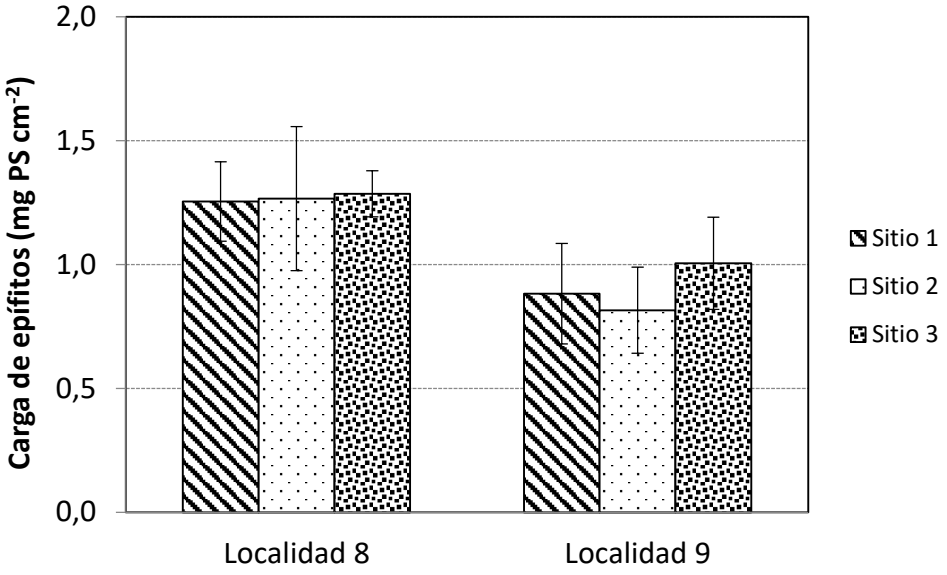


Figura 3.11. Carga de epífitos (mg Ps cm-2) de los haces de *P. oceanica*. (*) indica diferencias estadísticamente significativas para p<0.05). Las barras representan el error típico.

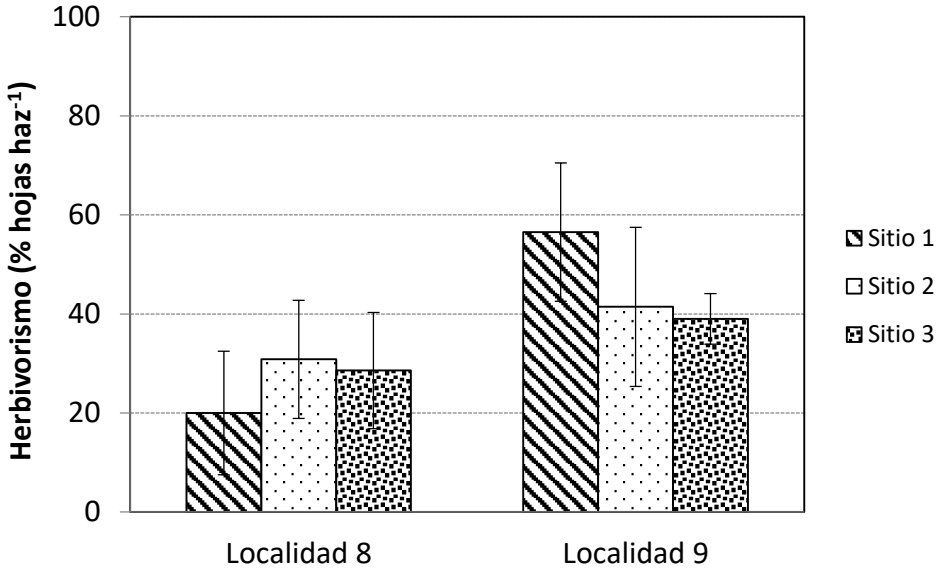


Figura 3.12. Tasa de herbivorismo (% hojas mordidas por haz) obtenida en los haces de *P. oceanica* en las distintas localidades de estudio. (*) indica diferencias estadísticamente significativas para p<0.05). Las barras representan el error típico.

Análisis multivariante de las praderas de *Posidonia oceanica*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de los componentes principales (PCA) con los descriptores de *Posidonia oceanica* previamente seleccionados nos muestran la distribución de los sitios de muestreo a lo largo del primer componente (fig. 3.13). Este componente explica por si solo el 71 % del total de la variabilidad de los datos, lo que indicaría la existencia de una fuente principal de variación común para todos los descriptores. Los parámetros que se encuentran positivamente correlacionados con el componente I son indicativos de buena calidad ambiental (densidad, cobertura, superficie foliar y cierto descalzamiento frente al enterramiento), mientras que aquellos que se correlacionan de forma negativa indican mal estado ambiental (herbivorismo, carga de epífitos y predominancia de rizomas plagiotropos).

Al representar los sitios de las dos localidades estudiadas en el gráfico obtenido mediante el análisis de las componentes principales, vemos como éstos se hallan distribuidos a lo largo del eje del componente I. Los valores mayores se acercan más a las condiciones de referencia y los menores a las estaciones con condiciones ambientales degradadas.

En este estudio, la mayor parte de los sitios de las diferentes localidades presentan un estado ecológico bueno (L8S1, L9S1, L9S2 y L9S3) presentando una combinación de valores para los diferentes descriptores cercanos a la estación de referencia (figura 3.13, tabla 3.9). Los únicos sitios que muestran un EQR moderado, pero cercano al estado al estado ecológico bueno, son los sitios dos y tres de la Localidad 8 (L8S2 y L8S3), probablemente debido a los valores más elevados que se han registrado en cuanto a su carga de epífitos y porcentaje de haces plagiótropos.

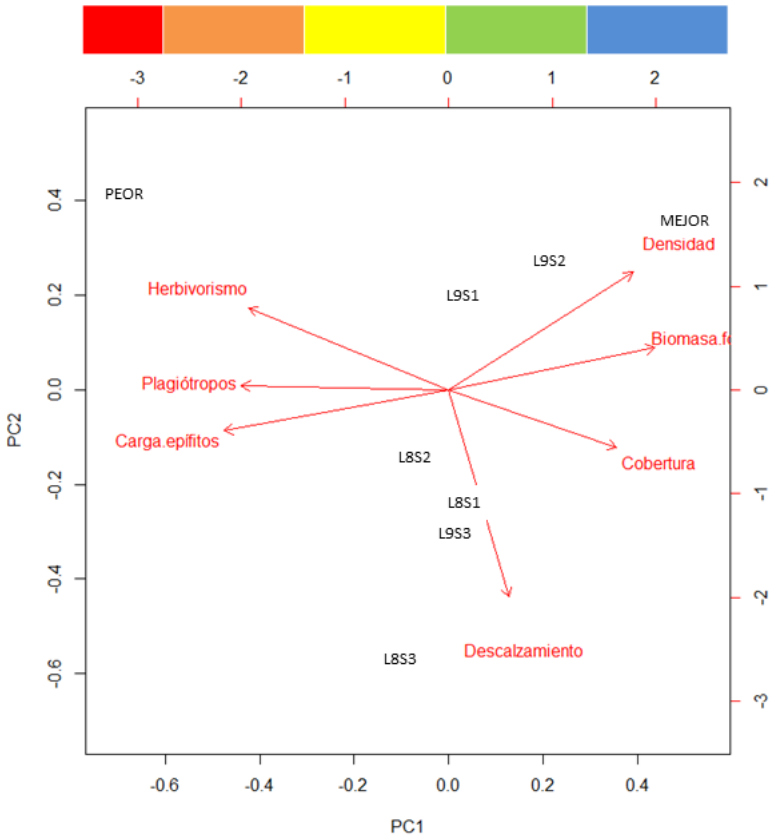


Figura 3.13. Resultado del análisis de los componentes principales (PCA) de las localidades estudiadas (incluyendo las localidades de referencia) y donde también se representan los descriptores y ejes implicados en la formación de los componentes principales.

Tabla 3.9. Valores de los umbrales de EQR para establecer los estados ecológicos basándonos en *Posidonia oceanica*.

EQR	Estado ecológico
>0,775-1,00	Muy bueno
>0,550- 0,774	Bueno
>0,325- 0,0549	Moderado
>0,11- 0,324	Deficiente
0, 0-0,1	Malo

3.1.3. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO DE LAS PRADERAS DE *CYMODOCEA NODOSA*

En el presente estudio, las Localidades 2 y 5 no presentaron pradera de *Cymodocea nodosa*. En el estudio de seguimiento de la Reserva del 2017 tampoco se encontró pradera de *C. nodosa* en estas localidades, ni tampoco en la Localidad 4, sin embargo, en el estudio del 2016 existía pradera en las tres localidades, presentando un estado de conservación muy bueno en el caso de la Localidad 2 y bueno en el caso de la Localidad 5 y deficiente en la Localidad 4. Estas tres localidades son las más someras de las estudiadas y las más cercanas a la línea de costa. Los resultados del 2017 apuntaban a que estas praderas pudieron desaparecer fruto de los intensos temporales de otoño e invierno que se sucedieron en 2016 y que alteraron los fondos sedimentarios de las zonas por debajo de los 10 metros. Los resultados de este año señalan una recuperación de la pradera menos somera de las tres (Localidad 4).

A continuación, se presentan los resultados para cada uno de los descriptores evaluados. Al igual que con las praderas de *Posidonia oceanica*, inicialmente se presentan los resultados de los análisis univariantes realizados a cada uno de los descriptores evaluados. Posteriormente se presentan estos mismos datos agrupados y estudiados mediante análisis multivariante. Se incluirán en los análisis estadísticos solo los datos obtenidos en localidades con presencia de *Cymodocea nodosa.*

Densidad

En las localidades en las que hubo presencia de *C. nodosa* (Localidad 1, 3, 4, 6 y 7) se encontraron diferencias significativas de la densidad entre localidades (tabla 3.10, figura 3.14). Los valores de densidad más elevados se observaron en la Localidad 6 (485,3 haces m^{-2}), igual que el año anterior. En la localidad 7, la más profunda de las localidades muestreadas (14 m) se obtuvieron las densidades más bajas (90,7 haces m^{-2}). En comparación con los datos obtenidos en 2017, las localidades 1 y 7 han empeorado los valores de densidad, las localidades 3 y 6 permanecen sin cambios y en la localidad 4 se ha recuperado la pradera.

La variabilidad de estos valores puede deberse a la distinta profundidad de las praderas, pero también a la irradiancia recibida y al tipo de sedimento presente en las mismas, siendo densidades similares a las de praderas de esta especie en otras localidades (Oliva *et al.,* 2012).

Tabla 3.10. Resumen del análisis univariante ANOVA para los valores de densidad (haces m^{-2}) de *Cymodocea nodosa* obtenidos en los tres sitios de muestreo de las cuatro localidades de estudio con presencia de pradera.

Descriptor	Fuente de variabilidad	Gl	Sum SQ	F value	p-valor
Densidad	Localidad	4	808414	14.87	***
	Sitio (Localidad)	10	274546	2.02	ns
	Residual	30	407723		

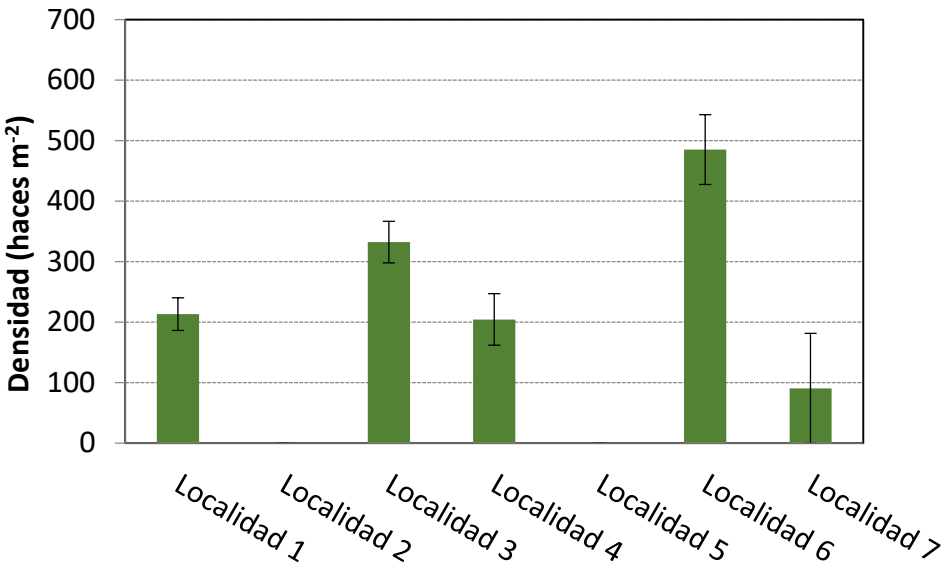


Figura 3.14. Representación de los valores medios de densidad de *C. nodosa* (haces m^{-2}) obtenida en las localidades de estudio. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes para $p<0.05$ (las barras representan el error típico).

Cobertura

Respecto a este descriptor, se encontraron diferencias significativas de la cobertura entre las distintas localidades (tabla 3.11, figura 3.15). La localidad que presentó unos mayores porcentajes de cobertura de *C. nodosa* fue la Localidad 1 (73,9 %), mientras que los valores más bajos se detectaron en la Localidad 7 (1,7 %).

En comparación con los datos obtenidos en 2017, todas las localidades con *C. nodosa* han mejorado los valores de cobertura, excepto la Localidad 7 que los ha empeorado sustancialmente.

Las coberturas de estas praderas siguen siendo algo menores a las detectadas en otros trabajos (Barberá *et al.,* 2005), en particular en las Localidades 3, 4 y 6. Esto puede ser debido a factores ambientales intrínsecos o ambientales más que a un peor estado de conservación de las praderas. En la Localidad 7, las coberturas han disminuido tanto respecto al año anterior, que puede haber algún factor alterando la estructura de dicha pradera.

Tabla 3.11. Resumen del análisis univariante ANOVA para los valores de cobertura (% de recubrimiento) de *Cymodocea nodosa* obtenidos en los tres sitios de muestreo de las cuatro localidades de estudio con presencia de pradera.

Descriptor	Fuente de variabilidad	Gl	Sum SQ	F value	p-valor
Cobertura	Localidad	4	24274	12.725	***
	Sitio (Localidad)	10	4833	1.014	ns
	Residual	30	14307		

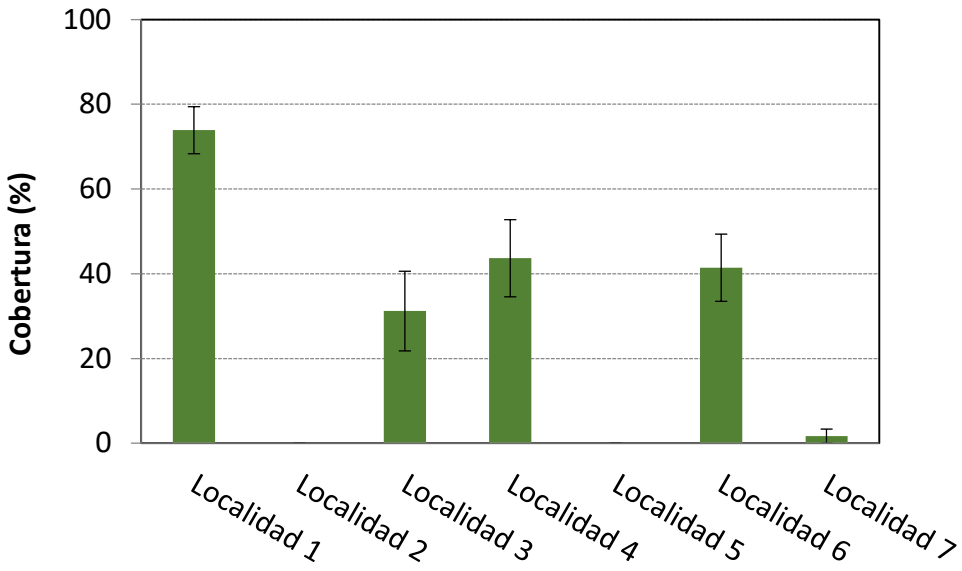


Figura 3.15. Representación gráfica de los valores medios de cobertura de *C. nodosa* (%) en las localidades de estudio (las barras representan el error típico).

Morfología de los haces

Al caracterizar los haces de *Cymodocea nodosa* procedentes de las distintas localidades observamos diferencias significativas para algunos de los descriptores analizados, como son anchura máxima de las hojas y carga de epífitos (tabla 3.11).

Estudiando cada uno de estos descriptores por separado, se puede observar que no existen diferencias significativas en el número de hojas por haz obtenidas en el momento de muestreo (tabla 3.12). El número máximo de hojas se observó en la localidad 3 con 3,7 hojas haz^{-1} y el menor valor de este descriptor se observó en la localidad 7 (2,8 hojas haz^{-1}) (figura 3.16).

Tampoco se observaron diferencias significativas entre las localidades para la longitud máxima foliar (figura 3.17, tabla 3.12). Los valores más bajos se observaron en la Localidad 6 (15.9 cm) y los más elevados en la Localidad 3 (20.0 cm). La longitud foliar en todas las localidades presentó en general valores similares a los observados en el estudio de seguimiento de la RMIP del año 2017.

Tabla 3.12. Resumen del análisis univariante ANOVA para los valores morfológicos de *Cymodocea nodosa* obtenidos en los tres sitios de muestreo de las cuatro localidades de estudio con presencia de pradera.

Descriptor	Fuente de variabilidad	Gl	SumSQ	F value	p-valor
Número de hojas	Localidad	4	4.77	1.151	ns
	Sitio (Localidad)	8	23.17	2.796	*
	Residual	50	51.80		
Longitud máxima foliar	Localidad	4	166.2	1.841	ns
	Sitio (Localidad)	8	652.9	3.616	**
	Residual	50	1128.6.20		
Anchura máxima foliar	Localidad	4	0.0312	5.363	**
	Sitio (Localidad)	8	0.0618	5.305	***
	Residual	50	0.0729		
Superficie foliar	Localidad	4	455.3	2.271	ns
	Sitio (Localidad)	8	286.9	0.716	ns
	Residual	50	2505.5		
Biomasa foliar	Localidad	4	0,0003	0.0866	ns
	Sitio (Localidad)	8	0,00234	1.4303	ns
	Residual	50	0,00610		
Carga de epífitos	Localidad	4	0.0384	152.87	***
	Sitio (Localidad)	8	0.0005	0.8954	ns
	Residual	50	0.0034		

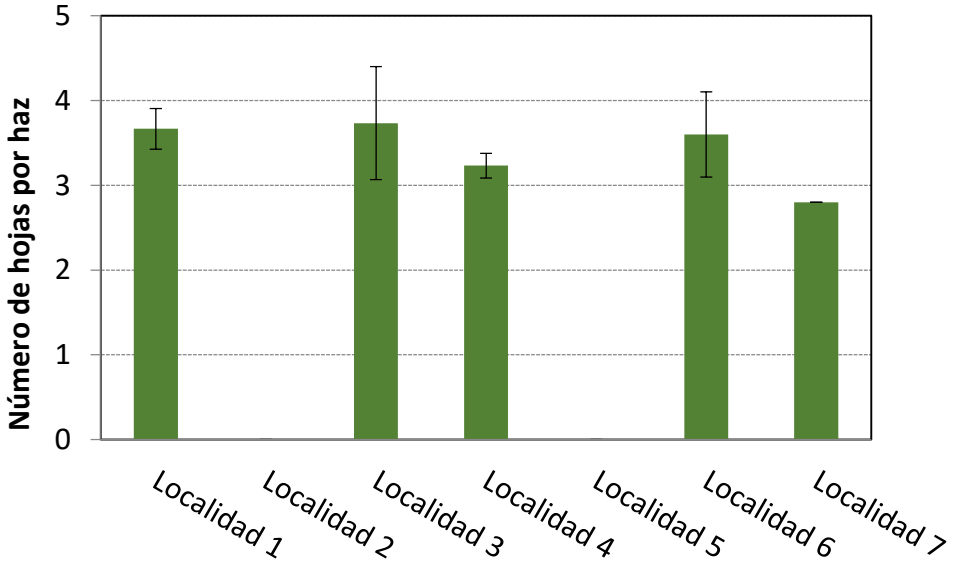


Figura 3.16. Representación del número medio de hojas por haz de *C. nodosa* obtenido en las siete localidades de estudio. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes para p<0.05 (las barras representan el error típico).

Los valores de anchura máxima foliar (figura 3.18) si presentaron diferencias significativas entre las diferentes localidades (tabla 3.12). Los haces de mayor anchura pertenecieron a las Localidades 3 y 7 (0.28cm), mientras que los valores más bajos se observaron en la localidad 6 (0.22 cm).

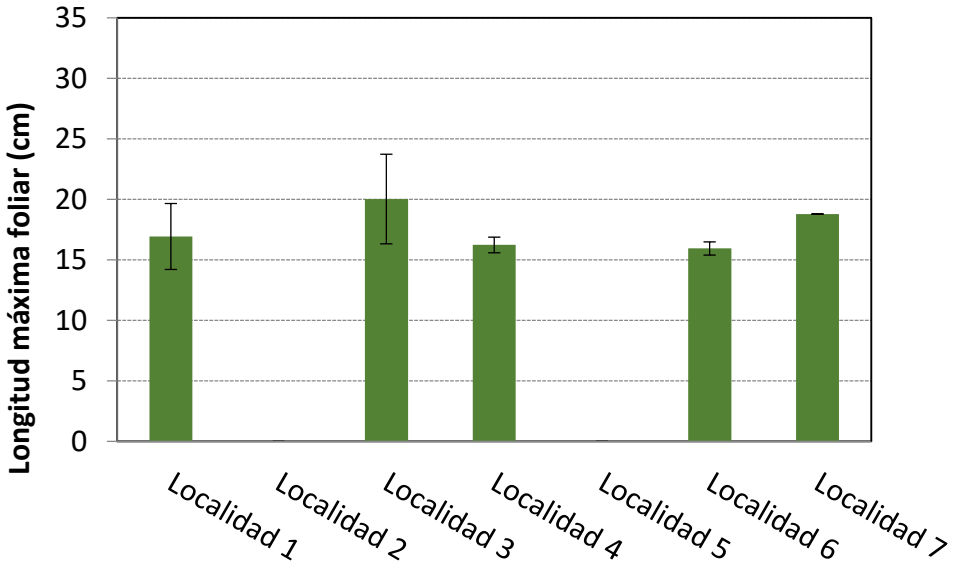


Figura 3.17. Representación de la longitud máxima foliar (cm) de los haces de *C. nodosa* pertenecientes a las siete localidades de estudio (las barras representan el error típico).

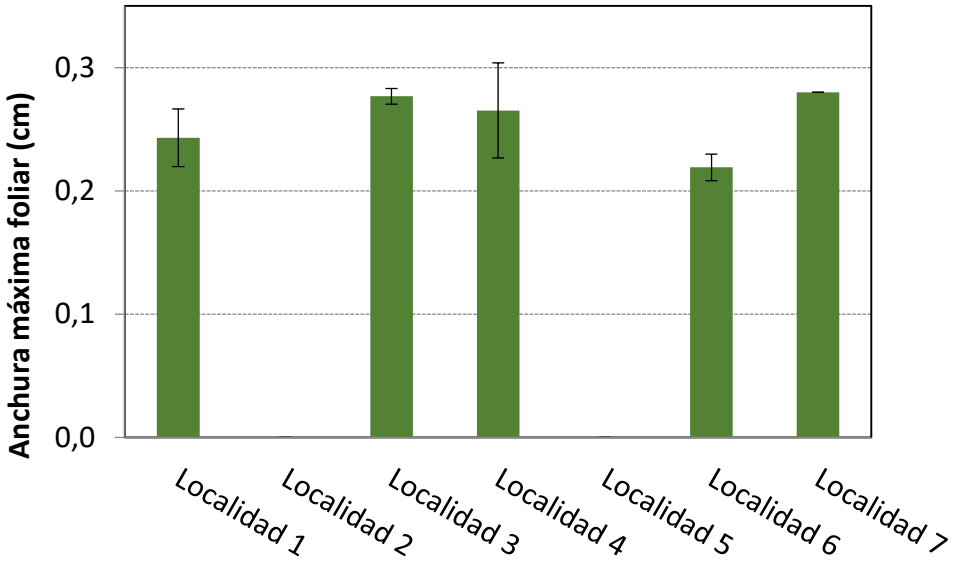


Figura 3.18 Representación de la anchura máxima foliar (cm) de los haces de *C. nodosa* pertenecientes a las siete localidades de estudio (las barras representan el error típico).

En cuanto a las estimas de superficie foliar (figura 3.19) aunque tampoco se encontraron diferencias significativas entre las localidades (tabla 3.12), encontramos los valores más bajos en la Localidad 6, con 12,5 cm^2 haz^{-1} y los más altos en la Localidad 3, con 19,8 cm^2 haz^{-1}.

Como era de esperar, la biomasa foliar (figura 3.20, tabla 3.12) presentó una tendencia muy similar a la del parámetro anterior, encontrando los valores más elevados de este descriptor en la Localidad 3 (0.066 g ps haz^{-1}). Mientras que los haces presentaron una menor biomasa foliar en la Localidad 6 (0.042 g ps haz^{-1}). Estos valores son similares a los encontrados en praderas de esta especie en trabajos de otros autores (Oliva *et al.,* 2012).

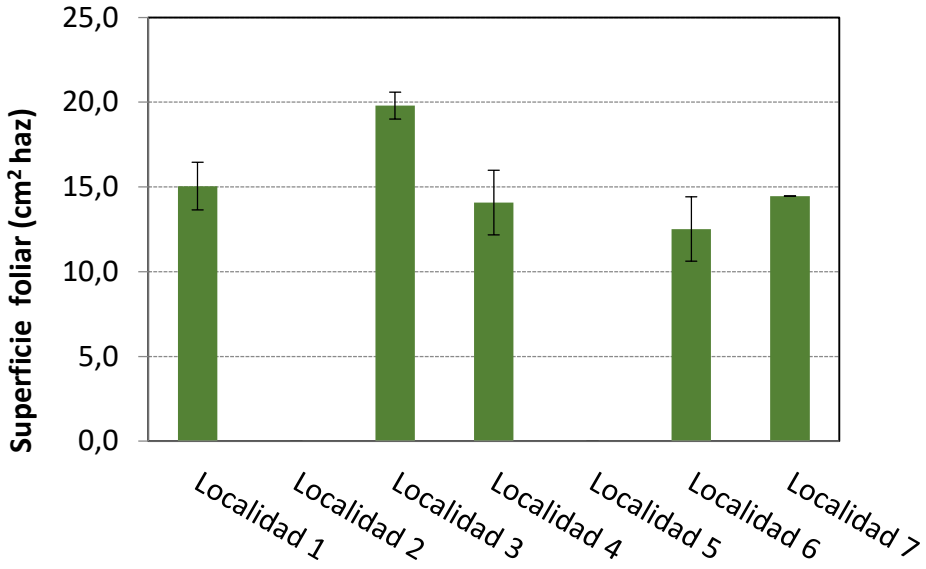


Figura 3.19. Representación de la superficie foliar (cm^2 haz^{-1}) de los haces de *C. nodosa* pertenecientes a las siete localidades de estudio (las barras representan el error típico).

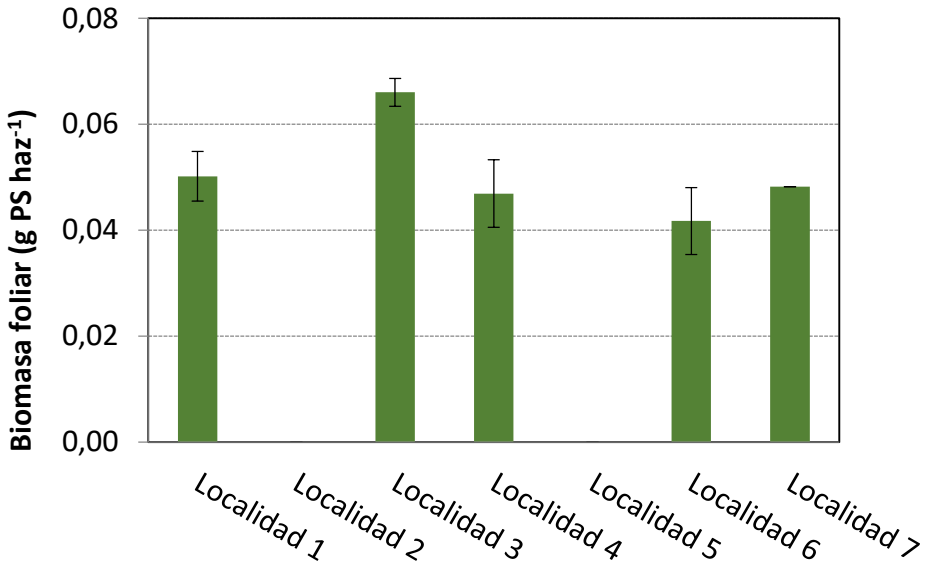


Figura 3.20. Representación de la biomasa foliar (g ps haz^{-1}) de los haces de *Cymodocea nodosa* pertenecientes a las siete localidades de estudio (las barras representan el error típico).

En cuanto a la carga de epífitos (figura 3.21), ésta sí presentó diferencias significativas en función de la localidad de procedencia de los haces (tabla 3.12). Las cargas más bajas se encontraron en las plantas de la Localidad 1 (0.05 mg ps cm^{-2}). Las cargas de epífitos más elevadas en la Localidad 7 (0.016 mg ps cm^{-2}).

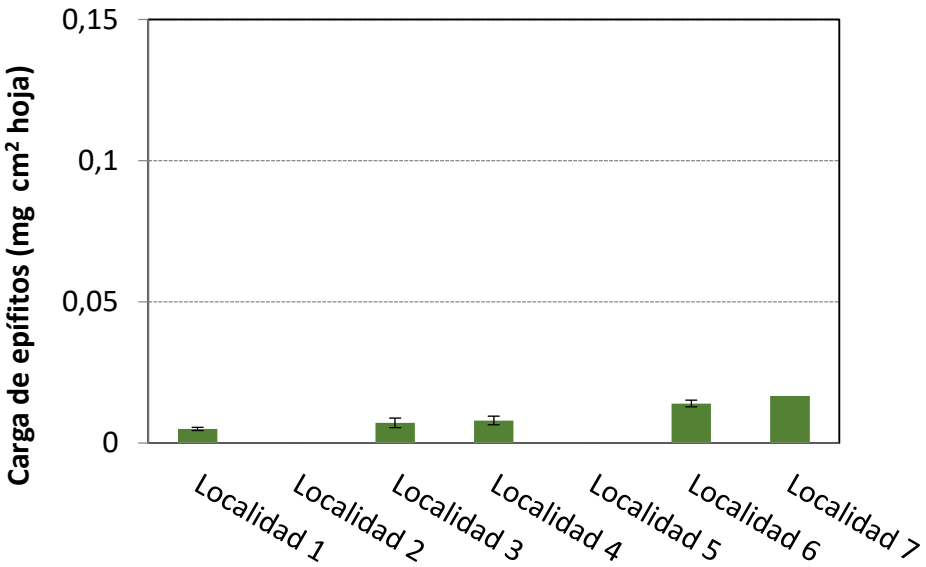


Figura 3.21. Representación de la carga de epífitos (mg Ps cm^{-2}) obtenida en los haces de *C. nodosa* pertenecientes a las siete localidades de estudio. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes para $p<0.05$ (las barras representan el error típico).

Análisis multivariante de las praderas de *Cymodocea nodosa*

Del mismo modo que para praderas de *Posidonia oceanica* se realizó el análisis de los componentes principales (PCA) con los descriptores de *Cymodocea nodosa* previamente seleccionados. Los resultados obtenidos nos muestran la distribución de las cinco localidades estudiadas a lo largo del primer componente (fig. 3.22). Este componente explica por si solo el 71,3 % del total de la variabilidad de los datos, lo que indicaría la existencia de una fuente principal de variación común para todos los descriptores. Los parámetros que se encuentran correlacionados con el componente I son indicativos de buena calidad ambiental (densidad, cobertura, número de hojas, longitud, anchura y superficie foliar), mientras que aquellos que se correlacionan de forma negativa indican mal estado ambiental (carga de epífitos).

Al representar las cinco localidades en el gráfico obtenido mediante el análisis de las componentes principales, vemos como éstos se hallan distribuidos en relación con el eje del componente I. Los valores mayores se acercan más a las condiciones de referencia y los menores a las condiciones que presenta la estación de ambientales degradados.

En este estudio solo la Localidad 3 presentó un estado ecológico bueno, presentando una combinación de valores para los diferentes descriptores cercanos a la estación de referencia (figura 3.22, tabla 3.13). El resto de las localidades presento un EQR moderado (L1, L4, L6 y L7).

Las localidades 1, 6 y 4 presentaron valores de EQR cercanos al estado ecológico bueno, sin embargo, la Localidad 7 fue la que presentó valores de EQR más alejados de las condiciones de referencia, probablemente debido a los valores más bajos que se han registrado en cuanto densidad y cobertura.

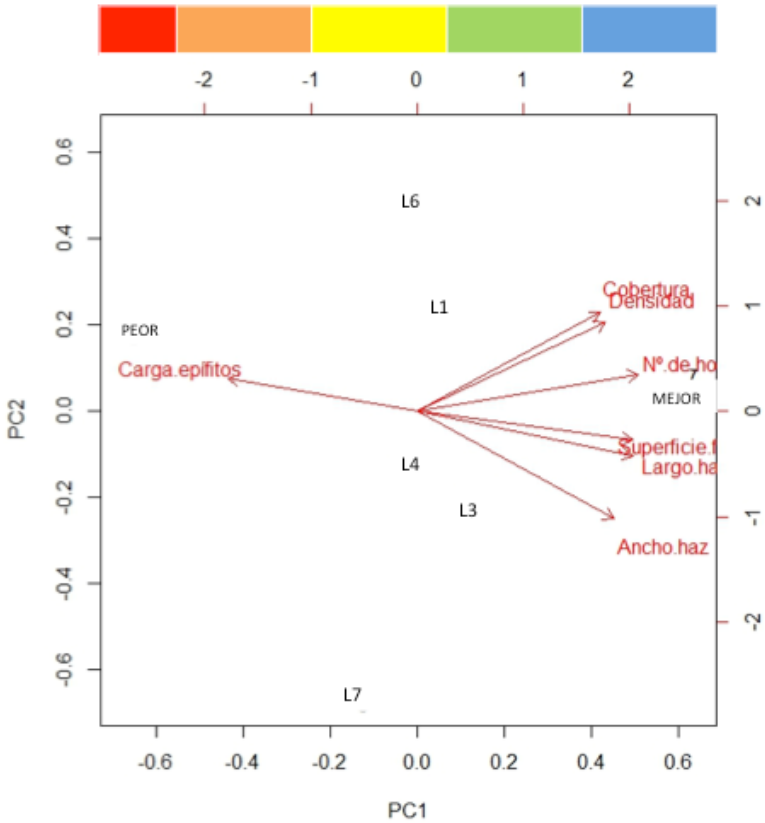


Figura 3.22. Resultado del análisis de los componentes principales (PCA) de las localidades estudiadas (incluyendo las localidades de referencia) y donde también se representan los descriptores y ejes implicados en la formación de los componentes principales.

Tabla 3.13. Valores de los umbrales de EQR para establecer los estados ecológicos basándonos en *Cymodocea nodosa*.

EQR	Estado ecológico
>0,81-1,00	Muy bueno
>0,61- 0,8	Bueno
>0,41- 0,6	Moderado
>0,21- 0,4	Deficiente
0, 0-0,2	Malo

3.2. FORMACIONES ORGANÓGENAS (*LITHOPHYLLUM BYSSOIDES*, *DENDROPOMA LEBECHE*); 'BOSQUES' DE *CYSTOSEIRA SPP*. E IMPACTOS SOBRE ELLAS.

3.2.1. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA

Para determinar el impacto del pisoteo y el estado ecológico del litoral de la RMIP de la Sierra de Irta se ha utilizado la metodología CARLIT, basada en la cartografía de comunidades bentónicas litorales que se desarrollan en el sustrato rocoso (Ballesteros *et al.,* 2007). Paralelamente, se ha estudiado la cobertura de *Lithophyllum byssoides* y de *Dendropoma lebeche.*

El CARLIT usa las macroalgas de la zona mediolitoral inferior e infralitoral superior como elemento biológico clave para evaluar el estado ecológico de las aguas costeras dentro del marco de la Directiva Marco del Agua (DMA) europea. Se caracteriza por ser un método no destructivo, que no requiere de trabajo en el laboratorio, sino de un tratamiento de datos con un sistema de información geográfica (SIG). Además, es una herramienta de monitoreo cartográfico que permite calcular el índice de calidad ecológica (EQR: Ecological Quality Ratio) y, por lo tanto, conocer la evolución del estado ecológico de las zonas costeras a lo largo del tiempo. Actualmente, es el método que se utiliza en la aplicación de la DMA en la Comunidad Valenciana.

Para la aplicación de este método se ha muestreado toda la costa rocosa de la RMIP, a pie, o con una pequeña embarcación neumática tan cerca de la costa como ha sido posible para detectar visualmente la comunidad de macroalgas dominante a lo largo del litoral. Dicha prospección se llevó a cabo en julio de 2018. A su vez se ha realizado un registro del tipo de costa (costa alta, costa baja, bloques de menos de un metro de diámetro) y de la artificialidad del sustrato (natural o artificial) ya que ambos parámetros son los que más influencia tienen en la presencia, ausencia y estado de las comunidades.

La zona de estudio se dividió en 177 en tramos de aproximadamente 50 m cada uno. En cada tramo de costa se realizó la prospección visual consistente en diferenciar las comunidades dominantes y la extensión de las mismas sobre mapas a escala de 1:5000. La información obtenida se trasladó a un Sistema de Información Geográfica, representando la especie dominante en cada comunidad.

Especies/asociaciones

El método CARLIT agrupa la gran diversidad de especies presentes a lo largo de la costa en unas pocas categorías a las que se les asigna un valor de sensibilidad (tabla 3.13). Las especies y/o asociaciones principales que se han considerado en la valoración del estado ecológico de cada tramo de costa han sido:

a) C*ystoseira amentacea/C. mediterranea*: Esta especie es indicadora de un excelente estado de calidad. Además de su presencia, se establecen 5 categorías en función de su abundancia:

    a. *Cystoseira* 5: El horizonte de *C. amentacea* es continuo, denso y muy bien constituido.

b. *Cystoseira* 4: El horizonte de *C. amentacea* es continuo, pero solamente en los lugares más favorables para el desarrollo de esta comunidad.

c. *Cystoseira* 3: El horizonte de *C. amentacea* es discontinuo. Aunque puede aparecer continuo en lugares más favorables, existen tramos más o menos amplios de litoral donde está ausente, o solamente aparecen individuos dispersos.

d. *Cystoseira* 2: *C. amentacea* no constituye poblaciones densas. Por tanto, no se puede hablar de un horizonte de esta especie, si no es en puntos muy favorables. Los individuos aislados son muy comunes y también abundantes.

e. *Cystoseira* 1: Se observan individuos aislados de *C. amentacea* implantados sobre otras comunidades. En ningún caso podemos hablar de horizonte. Con esta categoría, se constata solamente la presencia de la especie.

b) *Posidonia oceanica*: Esta especie de angiosperma formando arrecife es indicadora de aguas de muy buena calidad.

c) Dendropoma: Esta categoría engloba al gasterópodo *Dendropoma lebeche*, indicador de aguas de altísima calidad.

d) *Trottoir*: La presencia de esta formación biogénica compuesta por el alga *Lithophyllum byssoides* indica aguas de muy buena calidad. La existencia de un trottoir en la zona mediolitoral inferior dificulta o imposibilita el desarrollo de un horizonte de *Cystoseira* spp. o de otras algas fotófilas a nivel litoral estricto.

e) *Cystoseira compressa*: Esta especie, más resistente, puede sustituir a *C. amentacea* en aquellos lugares que por razones hidrodinámicas (más calmados) o antrópicas no permiten su desarrollo.

f) *Ellisolandia (=Corallina) elongata*: Esta especie está presente en una buena parte de las comunidades (alteradas o no), por lo que no sería *a priori* una buena indicadora. No obstante, su relativa abundancia en lugares donde deberían estar presentes otras especies indicadoras de un buen estado (*Cystoseira* spp., *Laurencia* spp.) puede definir una categoría de calidad moderada/buena (figura 3.23 a).

g) *Laurencia* spp.: Las especies del género Laurencia pueden tener un grado de desarrollo elevado, llegando incluso a ser la especie dominante dentro de la comunidad. En algunos casos, se encuentran en lugares en los que la presencia de *Cystoseira amentacea* y *C. compressa* es muy esporádica o nula. Las especies a considerar son *L. obtusa* y *L. papillosa* (figura 3.23 b).

h) *Hypnea* spp.: El horizonte está formado por especies del género *Hypnea*, principalmente, *Hypnea musciformis* que indica un grado de alteración de ligera a moderada (figura 3.23 c).

i) Mytilidae spp.**:** Esta categoría agrupa aquellos lugares en los que las especies mas abundantes son los bivalvos de las especies *Mytilus galloprovincialis* y *Mytilaster minimus* (siempre y cuando no haya también *Cystoseira*). Su presencia suele indicar un aumento de materia orgánica en el agua y puede aparecer acompañado de *Ellisolancia elongata* (figura 3.23 d).

j) Ulvaceae spp.**:** Categoría caracterizada por la ausencia de *Cystoseira* spp. y la dominacia de ulváceas (*Ulva* spp., *Enteromorpha* spp.), acompañadas de otras clorofíceas (*Cladophora, Chaetomorpha, Bryopsis*) y/o *Ellisolandia elongata*. Esta categoría suele indicar, al igual que la anterior, contaminación por materia orgánica.

k) Cianofíceas**:** Categoría de sitios altamente contaminados donde la población dominante la constituyen cianofíceas epífitas que crean una película mucilaginosa sobre el substrato. Pueden estar acompañadas de macroalgas muy resistentes a la contaminación orgánica (*Derbesia*, Ulváceas).

l) SC: zonas de playas o sustrato blando, no analizadas por esta metodología.

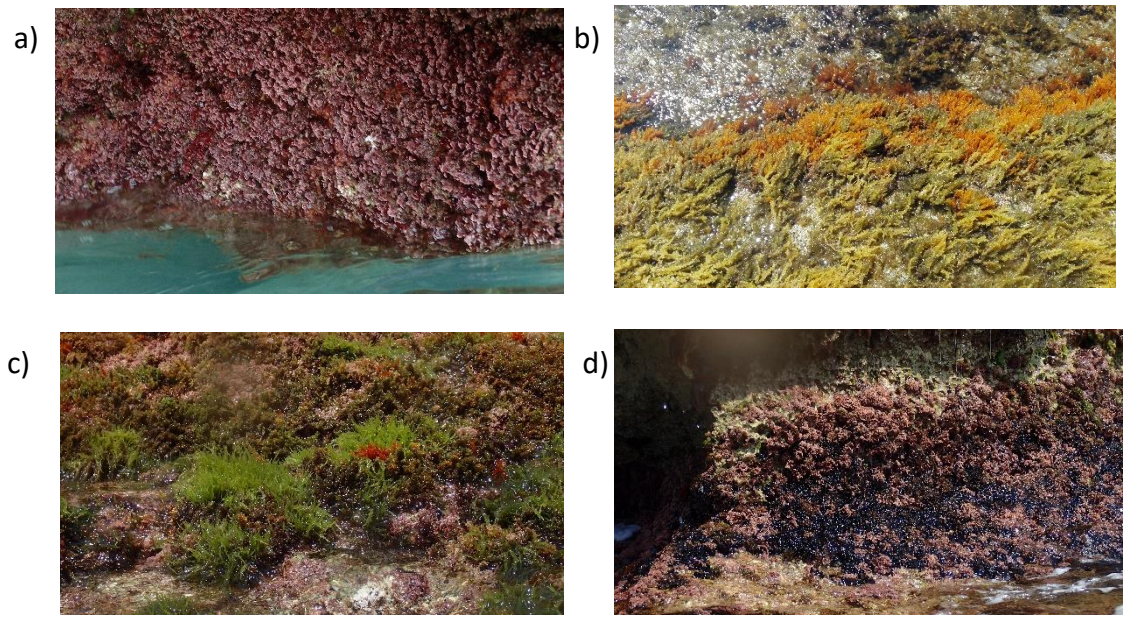


Figura 3.23. Ejemplo de comunidades algales: a) *Elliosandia* (=*Corallina) elongata;* b) *Laurencia spp;* c) *Hypnea sp.;* d) *Elliosandia* (=*Corallina) elongata* y Mytilidae;

Tratamiento de datos

La información obtenida mediante las prospecciones visuales se trasladó con la máxima fidelidad a un sistema de información geográfico (SIG) mediante el programa ArcGis versión 10.5. La información introducida en el SIG fue la siguiente: a) la distribución de las comunidades que se encuentran en el mediolitoral inferior e infralitoral superior de la costa de la RMIP de la Sierra de Irta, B) la tipología de la costa y c) el índice de calidad ambiental EQR asociado a cada tramo de costa.

Para el cálculo del EQR (*Ecological Quality Ratio*) se comparan los valores obtenidos en el área estudiada con los de zonas de referencia. Previamente se ha de asignar la calidad ecológica de las comunidades establecidas en una zona costera (EQ) que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$EQssi = \frac{\Sigma(lixSli)}{\Sigma li}$$

donde *EQssi* es la calidad ambiental de un tramo particular de costa, *li* es la longitud de costa ocupada por la comunidad *i*, y *SLi* es el nivel de sensibilidad de la comunidad *i.* Los valores de sensibilidad de cada comunidad se presentan en la tabla 3.14.

Tabla 3.14. Comunidad (especies/asociaciones) agrupadas por categorías y niveles de sensibilidad de las especies analizadas por el método CARLIT en el litoral de la RMIP de la Sierra de Irta.

COMUNIDAD	CATEGORÍA	NIVEL DE SENSIBILIDAD
Cystoseira amentacea predomina	C5	20
Posidonia	Po	20
Dendropoma	Dn	20
Trottoir	T	20
Cystoseira amentacea muy común	C4	19
Cystoseira amentacea común	C3	15
Cystoseira amentacea poco común	C2	12
Cystoseira compressa	Cc	12
Cystoseira amentacea escasa	C1	10
Ellisolandia elongata	Eo	8
Laurencia spp.	L	6
Hypnea spp.	H	6
Mitylus spp.	Myt	6
Ulvaceas	U	3
Cianoficeas	Cy	3
Playas - Sustrato blando	SC	SC

El valor EQR de cada tramo de costa se calcula como el cociente entre el EQ obtenido en el sitio de estudio y el EQ obtenido en las estaciones de referencia que corresponden a la misma situación geomorfológica que la zona muestreada. De esta manera, el EQR del índice CARLIT se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\mathrm{EQR} = \frac{\text{EQ para la zona estudiada (EQssi)}}{\text{EQ para la zona de referencia (EQrsi)}}$$

Donde *i*: es la situación; *EQssi*: calidad ambiental en el sitio de estudio para la situación *i*; *EQrsi*: calidad ambiental en las estaciones de referencia para la situación *i*. Los valores de *EQrsi* de las zonas de referencia se presentan en la tabla 3.15 en función de las diferentes morfologías costeras y tipos de sustrato.

Tabla 3.15. Calidad ecológica de las zonas de referencia para las diferentes morfologías costera y tipos de sustrato.

Morfología costera	Naturaleza del sustrato	EQ_{rsi}
Bloques decimétricos	Artificial	12,1
Costa baja	Artificial	11,9
Costa alta	Artificial	8.0
Bloques decimétricos	Natural	12,2
Costa baja	Natural	16,6
Costa alta	Natural	15,3

3.2.2 ESTADO ECOLÓGICO DE LA RESERVA MARINA DE LA SIERRA DE IRTA

Los resultados de la aplicación del CARLIT a la valoración del estado ecológico de la Sierra de Irta han sido muy similares a los obtenidos en la evaluación realizada en 2016 y 2017. Igual que en los estudios anteriores se diferenciaron dos sectores en el litoral de la RMIP de la Sierra de Irta

Un **Sector Norte** (entre cala Volante y playa del Russo), en el que los poblamientos de la franja litoral están dominados por *Ellisolandia* (= *Corallina*) *elongata* y otras especies oportunistas, favorecidas por los nutrientes aportados por las surgencias de agua dulce y limitados por la naturaleza acantilada de la costa. Este sector se caracteriza por presentar rocas calizas duras, con escasa o nula plataforma de abrasión (figura 3.24 a).

Un **Sector sur** (entre playa del Russo y cala Mundina), en el que el que varias especies del género *Laurencia,* proliferan por las extensas plataformas litorales batidas por el oleaje, salpicadas por frondes de *Cystoseira* spp indicando una óptima calidad de las aguas. Este sector está compuesto por areniscas y conglomerados principalmente y presenta plataformas de abrasión anchas (figura 3.24 b).

a) b)

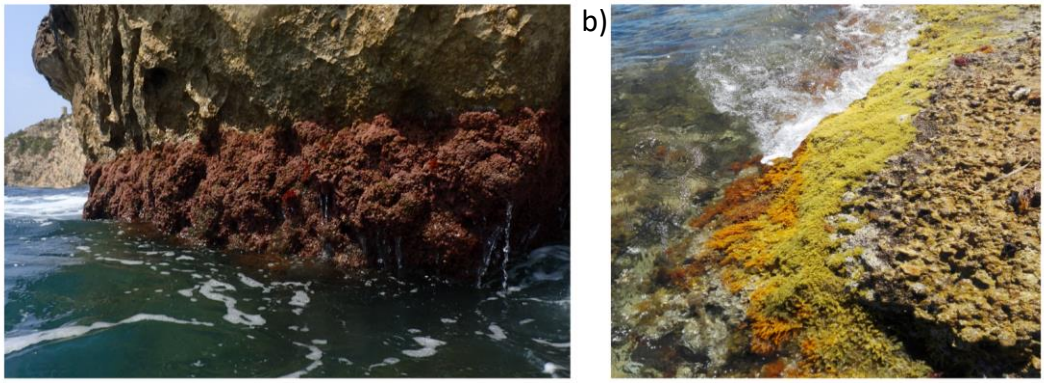


Figura 3.24. Sectores de la costa de la RMIP de la Sierra de Irta: a) costa acantilada del sector Norte, con dominancia de la comunidad de *Ellisolandia elongata*; b) costa rocosa baja del sector Sur, con la comunidad de *Laurencia spp*.

'Ecological Quality Ratio' (EQR)

Aplicando la metodología CARLIT, el valor de EQR correspondiente a la zona de la RMIP de la Sierra de Irta es de **0.8692,** lo que indica un estado de calidad "Muy bueno" (tabla 3.16). Los valores de EQR oscilan entre 0 y 1, indicando un buen estado ecológico cuando son cercanos a 1, y un mal estado ecológico cuando se acercan a 0. Dividiendo este rango entre 5 se obtienen los valores de EQR que limitan los cinco estados ecológicos propuestos por la DMA.

En la figura 3.25 se representan los valores de EQR obtenido en cada uno de los tramos estudiados. Con la metodología CARLIT se ha podido evaluar un 88,7 % de la costa de la RMIP. El 11,3% de los tramos no se evaluaron por tratarse de playas arenosas. Respecto al estado ecológico, de los 177 tramos evaluados, el 58,8 % se encuentra en un estado ecológico muy bueno y el 29,9 % en un estado moderado.

Lithophyllum byssoides, no se registró en ningún tramo de los estudiados mientras que *Dendropoma lebeche* apareció en el 46,9% de los tramos muestreados. La mayor parte de estos organismos se encontraban en buen estado de conservación, sin embargo, un pequeño porcentaje (10,2 %) presentaron signos de deterioro evidentes coincidiendo, en la mayor parte, con tramos con presencia de ulvales o cianobacterias.

Figura 3.25. Valor de EQR en los 177 tramos estudiados en la RMIP de Sierra de Irta. Año 2018

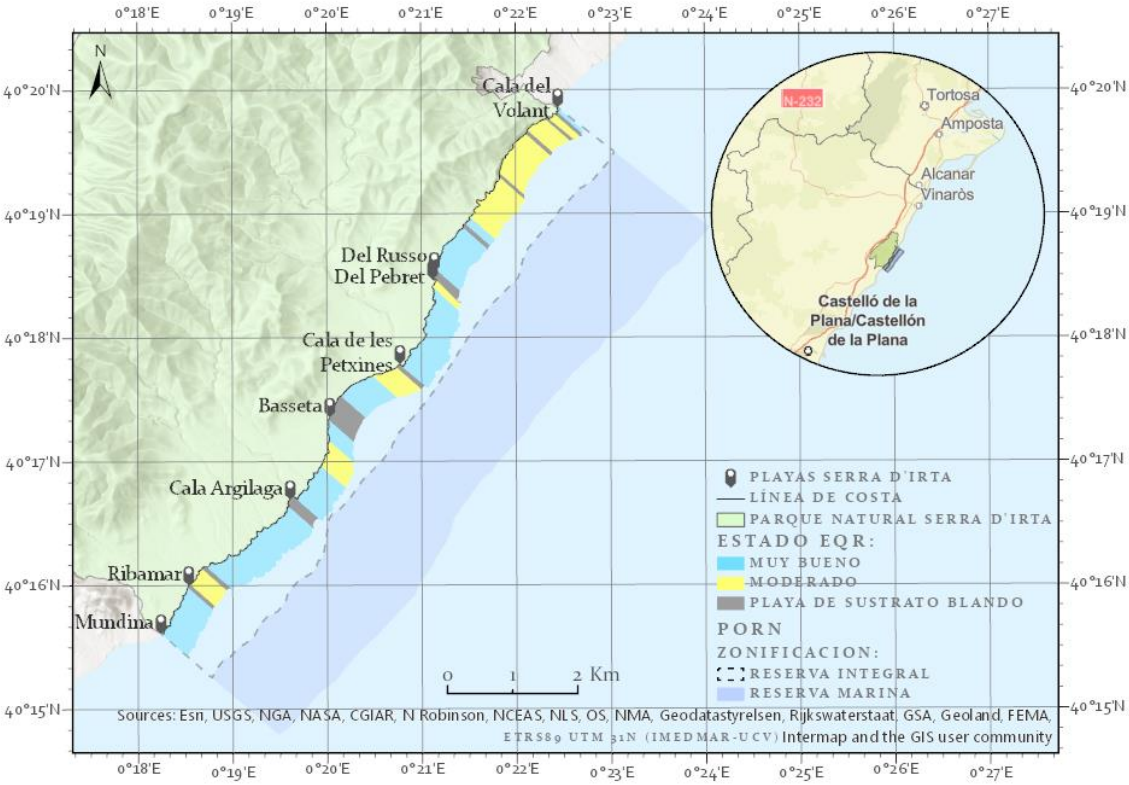


Tabla 3.16. Valores de los umbrales de EQR para establecer los estados ecológicos**.**

EQR	Nivel de alteración	Estado ecológico
>0,75-1,00	Inexistente o muy pequeña	Muy bueno
>0,60- 0,75	Ligera	Bueno
>0,40- 0,60	Moderada	Moderado
>0,25- 0,40	Grande	Deficiente
0, 0-0,25	Aguda	Malo

3.3. SÍNTESIS DEL ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA COMPARACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN ESTE ESTUDIO CON LOS OBTENIDOS EN 2016 y 2017.

Praderas de *Posidonia oceanica*

- Densidad:

Los valores de densidad más elevados se observaron en la Localidad 9 (más somera) coincidiendo con los resultados obtenidos en el informe de seguimiento del 2016 y del 2017. Estos valores de densidad corresponden a praderas en equilibrio o bien conservadas según la clasificación de Pergent *et al* (1995).

- Cobertura:

Durante los años 2016 y 2017 los valores de cobertura fueron significativamente diferentes entre ambas localidades de estudio siendo mayor la cobertura en la Localidad 8 que en la Localidad 9. En 2018 no se evidenciaron estas diferencias en cobertura entre ambas localidades, disminuyendo los valores registrados, especialmente en la Localidad 8. Esta disminución puede ser debida a la alta variabilidad espacial que existe en las praderas estudiadas ya que son praderas muy fragmentadas, por lo que la localización del sitio de muestreo puede influir de forma muy significativa en los resultados. Proponemos que para posteriores estudios se establezcan parcelas fijas para poder realizar el seguimiento de la cobertura con mayor precisión y descartar que la disminución de cobertura registrada tenga que ver con un incremento de los impactos antrópicos. También se podría monitorear, gracias a estas parcelas fijas, parámetros poblacionales como la tasa de natalidad y mortalidad de haces por año.

- Tipo de crecimiento del rizoma:

En las praderas de *Posidonia oceanica* de la RMIP de Sierra de Irta se han encontrado proporciones similares y muy bajas de rizomas plagiotropos durante los años 2016, 2017 y 2018. No ha superado en ningún caso el 10% de rizomas plagiótropos siendo los valores más frecuentes menores de 5%. Por lo tanto, a pesar de ser praderas someras, formadas por manchas de *Posidonia* de tamaño variable sobre un fondo heterogéneo con rocas y arena, estas manchas parecen encontrarse en equilibrio.

- Grado de descalzamiento o enterramiento de los haces

Los resultados obtenidos durante los tres años de estudio indican que la pradera no se encuentra sometida a impactos relacionados con altas tasas de sedimentación, ni con pérdida de sedimento que implique problemas de descalzamiento. En todos los años de estudio el grado de descalzamiento fue bajo y muy similar oscilando entre valores mínimos de 0,03 cm y máximos de 5,12 cm. En ninguno de los sitios de estudio se encontraron valores que indicasen impacto por enterramiento en las praderas.

- Morfología de los haces:

Respecto al número de hojas no se observaron diferencias significativas entre localidades en ninguno de los años de estudio, obteniéndose un número de hojas promedio muy similar en los tres años de recogida de datos (6-7 hojas/haz).

Tampoco se detectaron diferencias significativas para la longitud máxima foliar en ninguno de los años de estudio. Las longitudes encontradas en los años 2016 y 2017 fueron muy similares entre ellas (26 y 24 cm de longitud foliar media, respectivamente). Sin embargo, los valores encontrados en 2018 fueron algo mayores (30-35 cm de media). Quizás esta mayor longitud foliar pueda estar relacionada con la disminución registrada en 2018 de la presión por herbivoría.

Los valores de anchura máxima foliar mostraron diferencias significativas entre las localidades estudiadas en los años 2016 y 2018, siendo más anchas las hojas de la Localidad 8 que las de la Localidad 9 en ambos casos. Los valores registrados durante los tres años de estudio oscilaron entre 0,78 y 1,14 cm.

En cuanto a los valores registrados de superficie foliar y biomasa foliar, no se encontraron diferencias significativas entre las dos localidades, obteniéndose valores máximos de 220,3 cm^2 haz^{-1} y 1,20 g Ps haz^{-1} y mínimos de 74,9 cm^2 haz^{-1} y 0,36 g Ps haz^{-1}.

Respecto a la carga de epífitos, se detectaron diferencias significativas entre las localidades estudiadas, teniendo la Localidad 8 mayor carga de epífitos que la Localidad 9 en todos los casos. La carga de epífitos osciló entre 0,39 y 5,27 mg Ps cm^{-2} siendo los valores más habituales los cercanos a 1 mg Ps cm^{-2}. Estos valores indican baja carga de epífitos, por lo que factores como la eutrofización de las aguas parece no estar afectando a estas praderas.

Por último, la tasa de herbivorismo no presentó diferencias significativas entre localidades en ningún caso, registrando valores de herbivorismo de entre el 20 y el 60% durante los tres años de estudio.

- Análisis multivariante de las praderas de *Posidonia oceanica*:

Los resultados obtenidos en los tres años de seguimiento de la RMIP de Sierra de Irta muestran que estamos ante praderas estables, con un estado de conservación en su mayor parte bueno, y con algunas estaciones con estado moderado, aunque siempre cercano a bueno. En los tres años de estudio, la estación L8S2 ha sido de las peores valoradas por lo que recomendamos que en próximos años de seguimiento se preste especial atención a los impactos que puedan estar afectando a este sitio de muestreo.

Praderas de *Cymodocea nodosa*

Durante estos tres años de seguimiento, las praderas de *Cymodocea nodosa* no han permanecido estables debido a los intensos temporales de otoño e invierno que se sucedieron en 2016 y que alteraron los fondos sedimentarios de las zonas por debajo de los 10 metros. En el muestreo de 2016 se encontraron praderas bien establecidas en las siete localidades de muestreo, sin embargo en el muestro del 2017 las praderas de las localidades 2, 4 y 5 habían

desaparecido (todas localizadas por debajo de los 10 m). Durante el muestreo de 2018, las praderas de las localidades 2 y 5 no se han recuperado. Sin embargo, la pradera de la Localidad 4 ha recuperado valores de densidad y cobertura similares a los del 2016. En próximos muestreos podremos ver la evolución de las estaciones más someras y comprobar el potencial colonizador de esta angiosperma.

- Densidad:

Los valores de densidad más elevados se observaron en la Localidad 6 coincidiendo con los resultados obtenidos en el informe de seguimiento del 2016 y del 2017. Los valores más bajos de densidad se observaron en la Localidad 7, a pesar de que el año pasado los valores de densidad habían aumentado respecto a los del 2017.

- Cobertura:

Durante los años 2016, 2017 y 2018 los valores de cobertura fueron significativamente diferentes entre localidades de estudio, siendo mayor la cobertura en las Localidades 1 y 6 (12 y 13,5 respectivamente). Las localidades, en general, disminuyeron su densidad del 2016 al 2017 y la aumentaron del 2017 al 2018.

- Morfología de los haces:

Respecto al número de hojas no se observaron diferencias significativas entre localidades en ninguno de los años de estudio, obteniéndose un número de hojas promedio muy similar en los tres años de recogida de datos (2,8-3,9 hojas/haz).

Tampoco se detectaron diferencias significativas para la longitud máxima foliar en ninguno de los años de estudio. Las longitudes encontradas en los años 2016, 2017 y 2018 fueron muy similares entre ellas (16-20 cm de longitud foliar media).

Los valores de anchura máxima foliar mostraron diferencias significativas entre las localidades estudiadas, oscilando entre 0,22 y 0,28 cm.

En cuanto a los valores registrados de superficie foliar y biomasa foliar, no se encontraron diferencias significativas entre las dos localidades, obteniéndose valores máximos de 19,8 cm^2 haz^{-1} y 0,066 g Ps haz^{-1} y mínimos de 7,9 cm^2 haz^{-1} y 0,022 g Ps haz^{-1}.

Por último, se detectaron diferencias significativas en la carga de epífitos entre las localidades estudiadas. La carga de epífitos osciló entre 0,005 y 0,19 mg Ps cm^{-2} siendo los valores más habituales los menores a 0,05 mg Ps cm^{-2}.

- Análisis multivariante de las praderas de *Cymodocea nodosa*

Los resultados obtenidos en los tres años de seguimiento de la RMIP de Sierra de Irta muestran que estamos ante praderas con un estado de conservación moderado, salvo algunas estaciones en estado ecológico bueno que varían en función de los años. Las praderas de *Cymodocea nodosa* son ecosistemas dinámicos que cambian rápidamente en muy poco tiempo, por lo que

el seguimiento de las estaciones a lo largo del tiempo es lo que permitirá establecer el grado de estabilidad y conservación de estas praderas en la reserva marina.

Formaciones organógenas.

Los resultados obtenidos aplicando el método CARLIT para evaluar la calidad de las aguas y de las comunidades de macroalgas del supralitoral presentan valores muy similares en los tres años de estudio, correspondientes a un estado ecológico muy bueno. Habría que tener especial atención en muestreos futuros con la evolución de *Dendropoma lebeche* en las zonas con estado ecológico moderado con presencia de la especie para evaluar si las zonas muertas se recuperan o se expanden con el tiempo.

4. SEGUIMIENTO DE INVERTEBRADOS DE INTERÉS

4.1. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA

El seguimiento de invertebrados de interés ecológico y patrimonial pretende por una parte la cuantificación de poblaciones de comunes generalmente de amplia distribución y fáciles de medir de forma sistematizada, y por otra la identificación y localización de especies raras, poco frecuentes o de especial interés ecológico o conservacionista.

Para lo primero se han tomado como referencia las poblaciones de lapas, en la zona mesolitoral, las poblaciones de erizos en la zona infralitoral, y en esta campaña se han incorporado las poblaciones de nacras en la pradera de *Posidonia oceanica*. Los tres grupos son cuantificados mediante técnicas estandarizadas de recuentos sobre el terreno.

El segundo aspecto supone una actividad implícita en todos los trabajos de campo, que consiste en prestar atención a la presencia de gorgonias, corales, grandes briozoos, macroinvertebrados, y en general cualquier especie singular o que destaque sobre el entorno, tomando notas sobre su localización, dimensiones y estado de conservación y desarrollo.

El seguimiento de las poblaciones de lapas y erizos se ha basado en un diseño experimental, con muestreos repetitivos en localidades sometidas a diferentes grados de presión antrópica, con el fin de identificar si existen efectos negativos de la presencia de visitantes sobre el estado de conservación de las poblaciones.

Las localidades de referencia son las mismas para lapas y erizos y vienen señaladas en rojo en el mapa de la figura 4.1, como Loc1 a Loc4. Las localidades Loc2 y Loc3 situadas en la punta del Pebreret y en el cabo de Irta respectivamente responden a una presión antrópica alta, por estar en ubicaciones frecuentadas por visitantes, mientras las localidades Loc1 y Loc4, ubicadas en zonas rocosas más alejadas del camino representan localidades de baja presión antrópica, poco frecuentadas.

En 2017 no se encontraron erizos en la localidad señalada como Loc4.16, por lo que se trasladó el muestreo hacia el sur del punto original (Loc4), donde había poblaciones cuantificables, realizando también aquí los muestreos del 2018.

El diseño experimental para evaluar el estado de las poblaciones ha sido el mismo aplicado en la campaña inicial (2016), atendiendo a los tres factores:

- Presión antrópica: por el nivel de Frecuentación, alto o bajo. 2 niveles fijo y ortogonal.
- Localidad: 4 niveles, aleatorio de replicación espacial y anidado en el factor Presión.
- Sitio: 3 niveles, aleatorio de replicación espacial a menor escala y anidado en el factor Localidad.

En cada localidad se ha muestreado en tres sitios para contemplar la variabilidad espacial a pequeña escala.

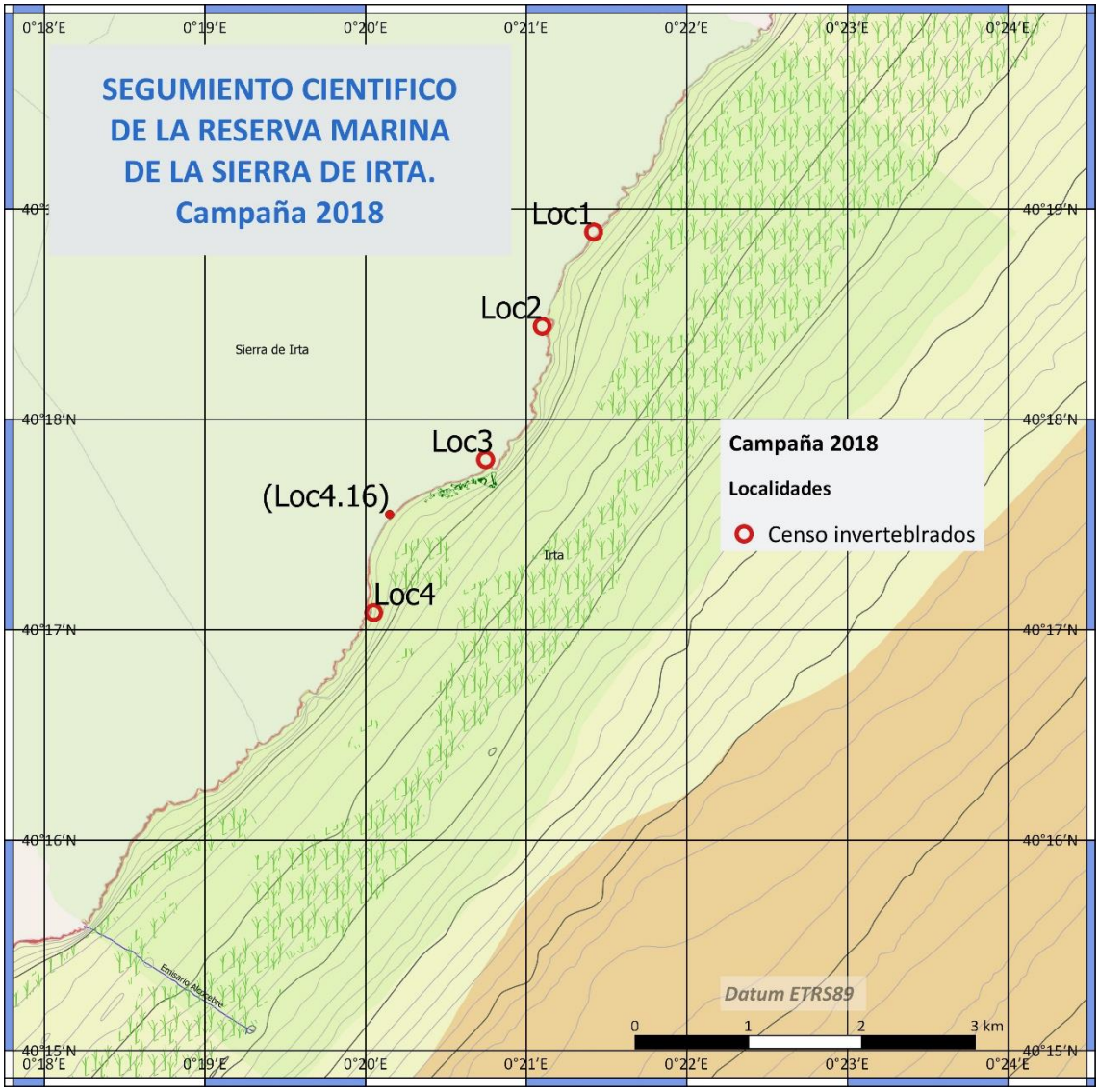


Figura 4.1. Situación de las localidades muestreadas para el seguimiento de las poblaciones de invertebrados de interés en la reserva marina de la Sierra de Irta. Los círculos rojos señalan las localidades muestreadas para el seguimiento de lapas, en la zona mesolitoral, y erizos en la zona infralitoral.

Los muestreos sobre lapas se han realizado desde la orilla, justo por encima del nivel medio del mar, con la ayuda de un cuadro de 40 x 40 cm, midiendo con un pie de rey la longitud anteroposterior de cada uno de los ejemplares identificados dentro de cada uno de 10 cuadrados adyacentes de estas dimensiones. (10 Replicas por sitio siguiendo la línea de costa).

Los muestreos sobre erizos se han realizado en inmersión, en apnea, entre 2 y 5 m de profundidad, con ayuda de un calibre y un cuadrado de 1 x 1 m, midiendo cada uno de los ejemplares identificados en cada uno de 10 cuadrados. Las medidas se refieren al diámetro, con 0.5 cm de precisión. En cada localidad se han muestreado tres Sitios, cada uno con 10 réplicas (10 cuadros). En cada sitio, a partir de un primer emplazamiento en el que se localizan dos o más individuos, las medidas se realizan en cuadros adyacentes, porque al ser las poblaciones de tan baja densidad, se corre el riesgo de que todos los datos sean cero.

En los dos casos los datos obtenidos han sido digitalizados en una base de datos informatizada y procesados para obtener el número total de ejemplares por cuadro (densidad) y la talla media. Estos parámetros han sido representados en gráficas y analizados estadísticamente para elaborar los resultados.

Según el diseño experimental explicado, el modelo lineal resultante fue el siguiente:

$$X_{ijkn} = \mu + P_i + L(P)_{j(i)} + S(L(P))_{k(i(j))} + Residual_{n(ijk)}$$

donde X_{ijkn} representa el conjunto de valores observados en la réplica n (n = 1, 2, 3, 4); μ representa el valor medio global; P_i indica el efecto del nivel i del factor Presión (i = AMP, control); $L(P)_{j(i)}$ expresa el efecto del nivel j del factor Localidad (j = 1, 2, 3, 4); $S(L(P))_{k(i(j))}$ representa el efecto del nivel k del factor Sitio.

Las diferencias entre los sitios y la influencia de la frecuentación se han analizado estadísticamente mediante el análisis de la Varianza (ANOVA) anidado, comprobando previamente la homogeneidad de las varianzas mediante el test de Cochran y analizando después las diferencias significativas entre localidades mediante comparaciones dos a dos aplicando el test de Student-Newman-Keuls (SNK).

En las tablas de resultados se ha indicado cuando las variables han sido transformadas (Ln(x+1)) para conseguir la homogeneidad de las varianzas, y cuando no han sido homogéneas (ω) aun habiendo aplicado la transformación. Los resultados se han considerado significativos cuando $p<0.05$ (95%), que viene señalado en los resultados con uno o más asteriscos (*), salvo en el caso de varianzas no homogéneas, para los cuales se ha considerado una $P<0.01$, marcada con al menos dos asteriscos (**).

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el programa estadístico R (R Core Team, 2014) el paquete GAD (Sandrini-Neto y Camargo, 2014).

Los muestreos para el seguimiento de la población de Nacra (*Pinna nobilis*) se han realizado en la localidad señalada en el plano como LocPo1, en relación con la localidad LocInv2 del seguimiento de invertebrados, que es la única donde se presenta pradera de *Posidonia oceanica*.

Se han realizado en inmersión con escafandra autónoma 4 transectos de 20 m de longitud, siguiendo la dirección de los cuatro puntos cardinales a partir de un punto central. En cada transecto se ha explorado minuciosamente la superficie situada un metro a cada lado de la cinta métrica utilizada para marcar el recorrido y medir la distancia.

Los resultados son expuestos en forma tabular, ya que no tienen volumen para realizar tratamientos estadísticos o representaciones gráficas.

Además de estos muestreos, sistematizados en todas las inmersiones, se ha prestado especial atención a la presencia de madreporarios, gorgonias y en general otros macroinvertebrados poco comunes o de singular interés.

4.2. RESULTADOS SOBRE LAS POBLACIONES DE LAPAS

Situación actual.

Las tres especies comunes en la franja litoral del mediterráneo occidental: *Patella rustica*, *P. caerulea y P. ulyssiponensis* se identificaron con regularidad en todos los sitios muestreados, sin poder establecer un patrón determinado sobre su distribución y abundancias relativas, dada la irregularidad y escasa pendiente, del litoral muestreado que provoca una mezcla de las poblaciones de las tres especies.

Figura 4.2. Franja mesolitoral objeto del seguimiento de las poblaciones de lapas en la zona del Pebreret (Loc2) con elevada frecuentación de visitantes.

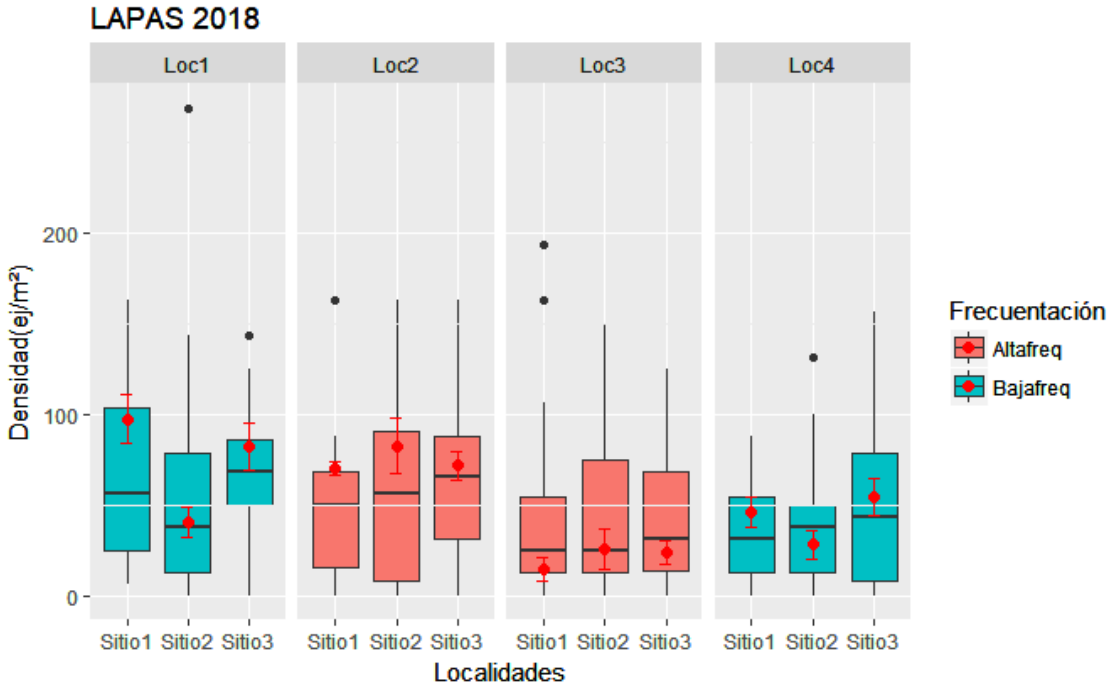
Las gráficas de la figura 4.3 muestran la variación de cada uno de los dos parámetros analizados; **Densidad** y **Talla media**, comparando sitios y localidades en relación con la frecuentación, sobre los datos de la presente campaña (2018). En ellas los diagramas de caja y bigotes que indican mediana, cuartiles y valores extremos, se combinan con puntos e intervalos que corresponden a las medias y el error estándar (en rojo).

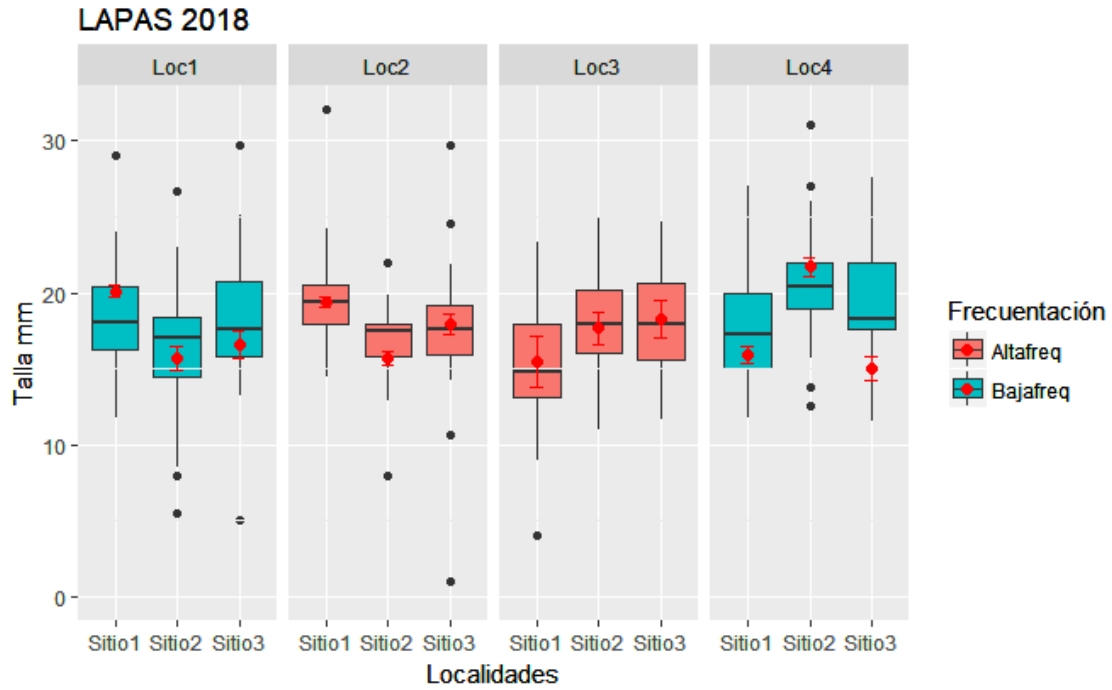
Las gráficas se acompañan de los resultados del análisis de varianza (ANOVA) realizado siguiendo el modelo anidado sobre los factores Presión, Localidad y Sitio, para comprobar si hay diferencias significativas que puedan ser relacionadas con el mayor o menor grado de frecuentación.

Tanto las gráficas como el ANOVA indican que ni la densidad ni las tallas presentan diferencias en relación con el grado de frecuentación, aunque si se presentan diferencias significativas entre localidades a nivel de densidad, y entre sitios de una misma localidad a nivel de densidades y tallas.

La presencia simultánea de diferentes generaciones explica que las tallas sean muy variables en todos los sitios, y que se equilibren las medias a nivel de localidad, aunque mantengan varianzas heterogéneas.

Las diferencias de densidad que muestra el ANOVA, contrastadas mediante el test de Student-Newman-Keuls (NSK), a nivel de sitios solo indican diferencias significativas para el sitio 2 de la localidad Loc1 respecto a los otros dos sitios. A nivel de localidades precisamente las dos que presentan Alta Frecuentación, Loc2 y Loc3 se diferencian entre ellas y de las otras dos, siendo Loc2 de mayor densidad y Loc3 de menor. Loc1 y Loc4 no son diferentes entre sí.

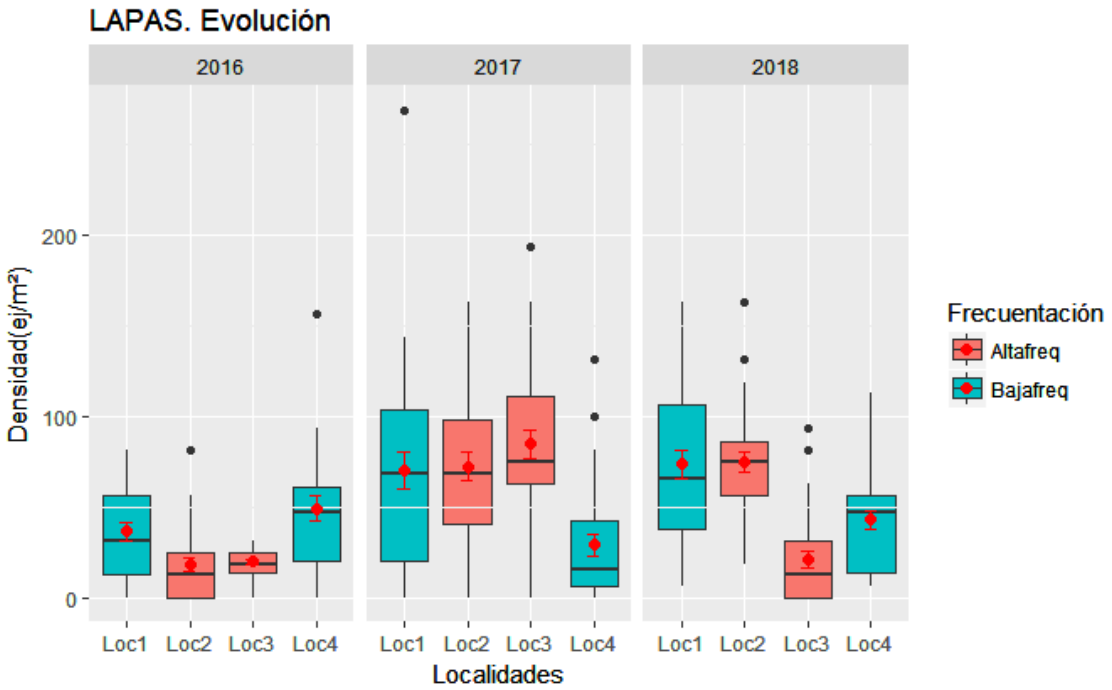


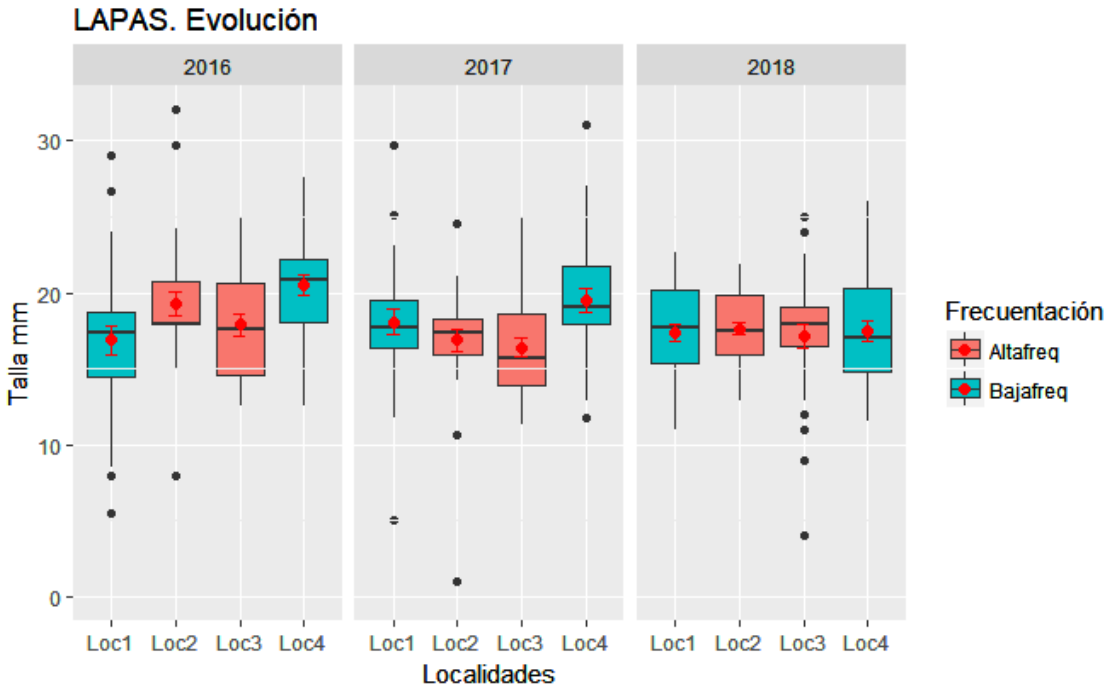


	Densidad			Cochran (P)= 0.0872			Talla media			log(x+1)	Cochran (P)= 0,0000 ω	
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Presion	1	3.000	3000.0	0.1051	0.776522		1	0.0030	0.003028	0.1269	0.7557	
Presion:Loc	2	57.069	28534.5	101.527	0.006381	**	2	0.0477	0.023859	0.1252	0.8840	
Presion:Loc:Sit	8	22.484	2810.5	29.228	0.005421	**	8	15.247	0.190587	56.748	5,10E-03	***
Residual	108	103852	961.6				108	36.272	0.033585			

signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 4.3. Distribución por sitios y localidades de los datos del recuento de lapas en 2018 y resultados del ANOVA realizado.





	Densidad		log(x+1)	Cochran (P)=	0.0041 ω		Talla media		log(x+1)	Cochran (P)= 0,0000 ω		
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Camp	2	30.56	152.812	0.7165	0.5567		2	0.2208	0.110406	0.7291	0.55200	
Camp:Presion	3	63.98	213.278	12.800	0.3633		3	0.4543	0.151427	0.9853	0.46027	
Camp:Presion:Loc	6	99.97	166.624	127.138	5,53E-10	***	6	0.9221	0.153686	24.870	0.02277	*
Residual	348	456.08	13.106				348	215.053	0.061797			

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Figura 4.4. Comparativa de los resultados del seguimiento de lapas por Localidades y Campañas y resultados del ANOVA realizado.

Variación interanual.

La figura 4.4. muestra, de forma similar a la anterior, la distribución de los datos de las tres campañas a nivel de Localidades, junto con los resultados del ANOVA realizado para estudiar posibles diferencias temporales anidando en este caso Localidad, Frecuentación y Campaña.

Según los resultados, no hay diferencias significativas entre las campañas ni en densidades ni en tallas medias, y tampoco se muestran diferencias debidas al grado de frecuentación con los datos de los tres años.

Sí existen diferencias significativas entre localidades que son claramente visibles en las gráficas en lo que se refiere a la menor densidad de Loc4 en 2017 y a la gran diferencia entre Loc2 y Loc3 en 2018, pero que no son tan patentes en lo que se refiere a las tallas.

Realizando comparaciones dos a dos mediante el test NSK se encuentra que las cuatro localidades independientemente sí presentan variaciones significativas algunos años, pero el sentido es diferente en todas ellas, por lo que en el conjunto no se aprecian. Así en la localidad Loc1, la densidad aumenta de 2016 a 2018, en Loc2 aumenta del 16 al 17 manteniéndose en el 18. En Loc3 aumenta en el 17 y baja de nuevo en el 18, y en Loc4 hace lo contrario, baja en 17 y sube en 18.

Para las tallas, mediante el test NSK se ha encontrado que dentro de un mismo año, solo en 2016 hay diferencias entre Loc1 y Loc4. Comparando en cada localidad los distintos años, se aprecia que la talla en Loc2 desciende en 2017 y en Loc4 desciende entre el 16 y el 18, pero no hay más variaciones significativas.

En resumen, el grado de frecuentación no afecta a las poblaciones de lapas, y no hay cambios en el conjunto de la población a lo largo de los tres años.

Sí hay cambios temporales en densidad de ejemplares y en menor grado en la talla, a nivel de localidades individualmente, pero con patrones diferentes en cada caso.

4.3. RESULTADOS SOBRE LAS POBLACIONES DE ERIZOS

Las poblaciones de erizos en la Reserva Marina de la Sierra de Irta siguen siendo muy limitadas en abundancia y en extensión. Se encuentran representadas por ejemplares dispersos o pequeños grupos, en su mayoría de la especie *Arbacia lixula*, siempre encajados en los huecos del microrrelieve de los fondos rocosos litorales. Incluso en la pradera de *Posidonia oceanica* su presencia es muy escasa, siendo dificil distinguir entre los rizomas algun ejemplar aislado, generalmente de la especie *Paracentrotus lividus.*

El muestreo ha debido ser parcialmente dirigido para poder identificar y medir suficientes ejemplares, empezando los recuentos en sitios donde se ha constatado previamente la presencia de varios ejemplares cercanos. Haciéndolo totalmente al azar podrían haberse dado falsos resultados de ausencia total. De hecho hay numeroso cuadros donde el resultado es cero.

Los resultados respecto a la densidad de ejemplares y la talla se exponen en las figuras 4.5 y 4.6, presentando en gráficas de caja y bigotes la distribución de los datos, y sobreimpreso como puntos e intervalo las medias y errores típicos. La primera figura presenta los resultados de la presente campaña a nivel de sitios, y la segunda los resultados del las tres campañas desarrollados hasta el momento a nivel de Localidad. En ambos casos la graficas se acompañan de los resultados del analisis de varianza (ANOVA) realizado sobre los datos correspondientes.

Cabe indicar que por cuestiones metodológicas de análisis y representación, cuando han faltado datos para calcular la talla media a nivel de sitio se ha indicado el valor de la media global de toda la campaña para poder cuadrar los modelos de ANOVA anidado, sin provocar resultados anómalos o incoherentes.

Situación actual

Los resultados de la presente Campaña 2018, con varianzas heterogéneas, muestran diferencias significativas solo a nivel de los sitios dentro de cada localidad, tanto para densidad como para talla.

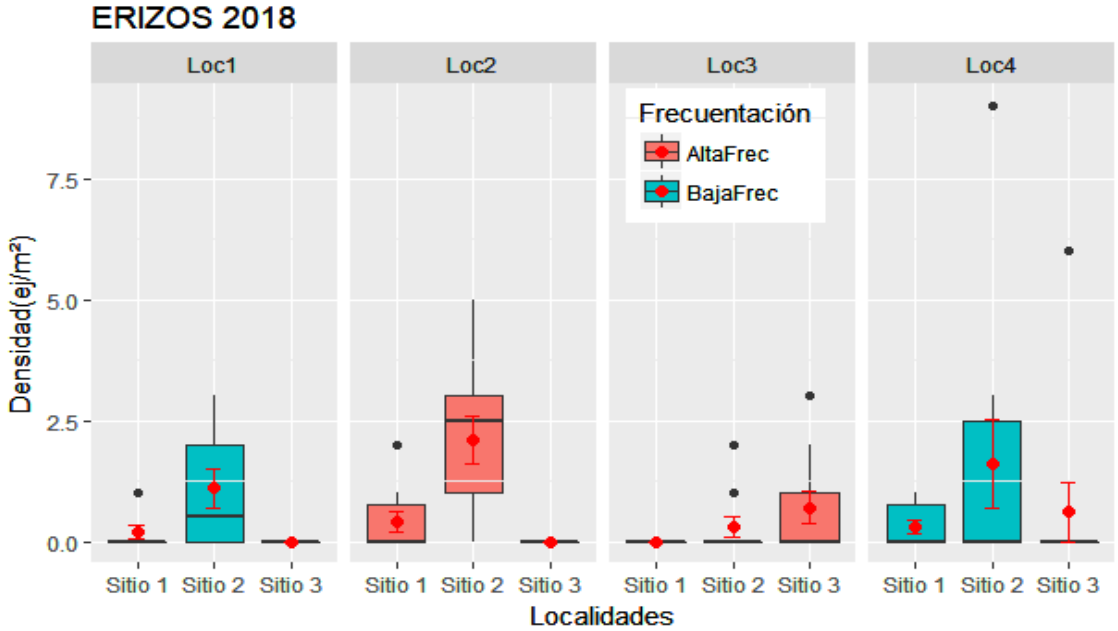
Comparando sitio a sitio mediante test NSK se encuentra que el sitio 2 de la localidad Loc1 presenta mayores densidades que los otros dos, y lo mismo sucede en la localidad Loc2, también con el sitio 2, mientras que en las otras dos localidades no hay diferencias entre los sitios.

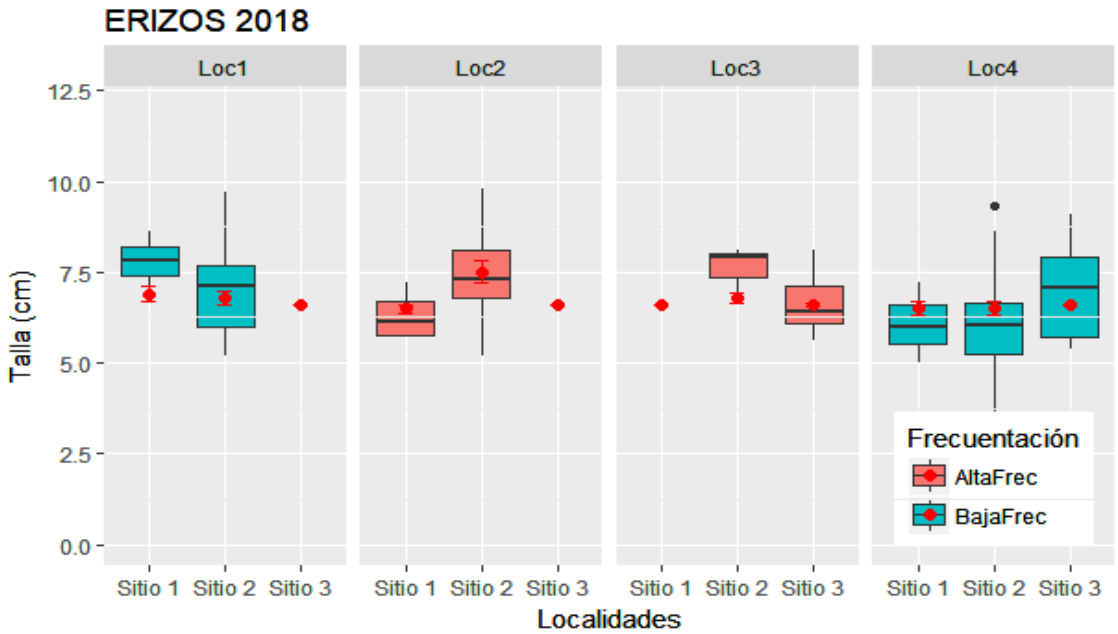
En relación a los tamaños en el Sitio 2 de Loc 2 son más grandes que en el sitio 1, y en el sitio tres no hay. En las otras localidades los sitios son iguales en cuanto al tamaño de los ejemplares.

Variación interanual.

Respecto a la evolución temporal, en la segunda figura (4.6), tampoco se aprecian variaciones importantes. Los resultados del ANOVA solo indican diferencias significativas a nivel de localidades, y en este sentido sólo Loc1 y Loc2 son significativamente diferentes entre sí en 2017 según indican las comparaciones dos a dos mediante el test NSK.

Por tanto, se puede concluir que las poblaciones de erizos en la reserva son escasas y dispersas, pero no se ven influenciadas por la presión antrópica de los vistantes, ni presentan cambios sustanciales en los tres últimos años.

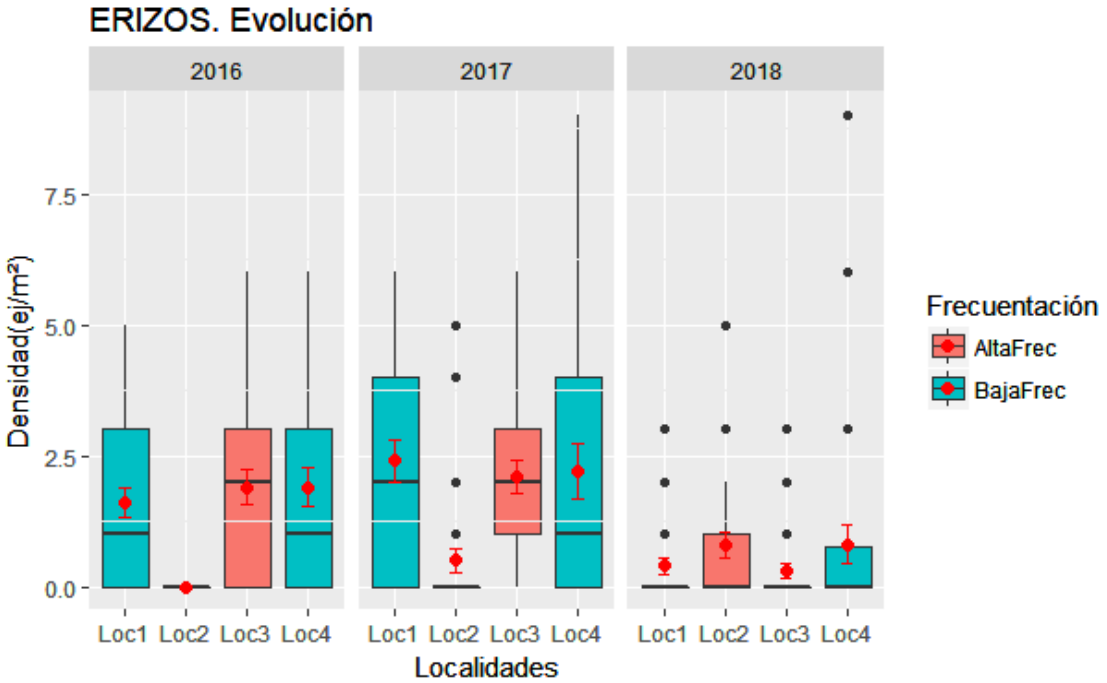


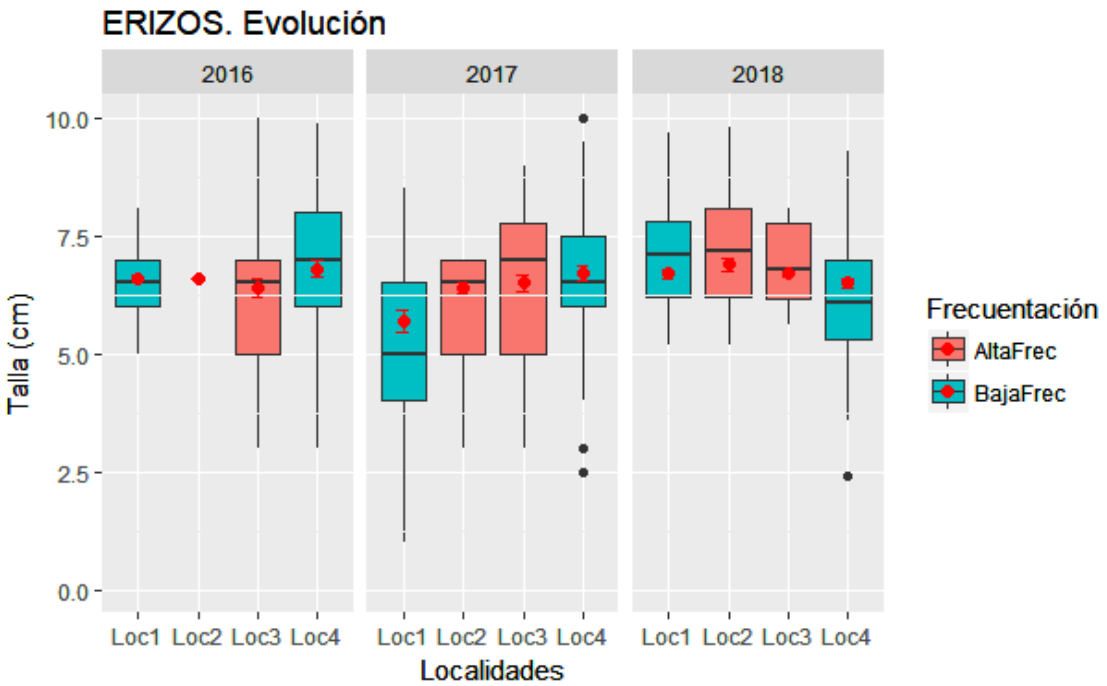


	Densidad			log(x+1)	Cochran (P)= 0,0032 ω		Talla media			log(x+1)	Cochran (P)= 0,0002 ω	
2018	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**		**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	
Presion	1	0.0106	0.01058	0.0246	0.8898		1	0.01148	0.0114765	12.086	0.386264	
Presion:Loc	2	0.8612	0.43060	0.3982	0.6841		2	0.01899	0.0094958	0.9030	0.442993	
Presion:Loc:Sit	8	86.504	108.130	48.777	3,73E-02	***	8	0.08413	0.0105160	28.871	0.005934	**
Residual	108	239.417	0.22168				108	0.39338	0.0036424			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 4.5. Comparativa de los resultados del seguimiento de erizos por Sitios y Localidades, y resultados del ANOVA realizado.





	Densidad		log(x+1)	Cochran (P)= 0.0364 ω		Talla media		log(x+1)	Cochran (P)= 0,0000 ω	
Interanual	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**	**Df**	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**
Camp	2	13.028	65.142	30.581	0.1888	2	0.1995	0.099764	40.276	0.1414
Camp:Presion	3	6.391	21.302	0.6585	0.6068	3	0.0743	0.024770	0.3923	0.7633
Camp:Presion:Loc	6	19.409	32.349	84.816	1,32E-05 ***	6	0.3788	0.063141	54.568	2,06E-02 ***
Residual	348	132.725	0.3814			348	40.267	0.011571		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 4.6. Comparativa de los resultados del seguimiento de erizos por Localidades y Campañas y resultados del ANOVA realizado.

4.4. RESULTADOS SOBRE LA POBLACION DE NACRAS (*Pinna nobilis*)

En la tabla 4.7. se presentan los resultados de los recuentos realizados en la pradera de *Posidonia oceanica* para la evaluación de las poblaciones de nacras en la presente campaña 2018.

Los resultados, que han sido muy poco productivos en cuanto a la localización de ejemplares ya que únicamente se han identificado tres ejemplares muertos.

Por su estado se aprecia que los otros dos han muerto en el último año, probablemente víctimas de la epidemia que afecta actualmente a esta especie en todo el Mediterráneo occidental.

No obstante se ha conseguido el objetivo de disponer de datos cuantificados recogidos de forma sistematizada, para poder evaluar su evolución en el tiempo mediante futuros recuentos realizados sobre el mismo esquema metodológico.

Campaña	Localidad	Transecto	Vivas	Muertas	Talla (cm)
2018	LocPo1	1S	0	1	17
2018	LocPo1	2W	0	0	
2018	LocPo1	3N	0	1	25
2018	LocPo1	4E	0	1	16

Figura 4.7. Resultado de los recuentos de *Pinna nobilis*.

Figura 4.8. Ejemplares muertos de *Pinna nobilis* encontrados en los recuentos.

4.4. INVERTEBRADOS SENSIBLES AL BUCEO AUTÓNOMO.

Como ya se indicó en el informe anterior, la escasa profundidad de los fondos de sustratos duros de la reserva y la elevada exposición al oleaje determinan que en ella las especies que en otras reservas son susceptibles de ser mecánicamente erosionadas por la actividad de buceadores deportivos, no tengan aquí una presencia importante.

Figura 4.9 Ejemplar de *Sabella spallanzani* (Espirógrafo) en Loc1 (Torre Badúm).

No obstante, se ha puesto un especial interés en todos los trabajos de campo para identificar y localizar la presencia de otras especies que destaquen en el entorno y pudieran ser negativamente afectadas por la presión antrópica y especialmente por el buceo autónomo.

En esta última campaña se ha constatado un incremento generalizado de la presencia de espirógrafos (*Sabella spallanzani*) en toda la reserva, muchos de los cuales aparentaban haber muerto dejando el tubo vacío.

Figura 4.10. Colonia de *Schizobrachiella sanguinea* en Loc4.

Así mismo, parece que ha habido un desarrollo importante de las colonias del briozoo *Schizobrachiella sanguinea*, que adquieren varios cm de desarrollo vertical, y pueden ser rotas fácilmente por acciones mecánicas.

En cualquier caso, estas dos especies son comunes en medios con elevada carga particulada, no tienen un valor ecológico especial, y crecen rápidamente en condiciones favorables, por lo que no puede considerarse que sean sensibles al buceo autónomo.

Figura 4.11. Ejemplar de *Eunicella singularis* en la pradera de *Posidonia* (Localidad 8).

También se ha localizado en la pradera de *Posidonia oceanica* (Localidad 8) una pequeña colonia de la gorgonia blanca *Eunicella singularis*, especie que en otras reservas marinas se considera sensible. Por su carácter puntual y su ubicación protegida entre los rizomas no presenta tampoco un interés especial para la evaluación del impacto del buceo, si bien su presencia en estos fondos abunda en el interés de la reserva y posibilidades de estudiar la evolución de esta especie.

En conclusión, la presencia de especies de invertebrados sensibles frente al submarinismo deportivo sigue siendo muy escasa en la reserva, de forma natural, por lo que no parece que dicha actividad interfiera con los fines de conservación de la misma.

5. CALENTAMIENTO GLOBAL Y ESPECIES EXÓTICAS

5.1. PLANTEAMIENTO Y METODOLOGIA.

El objeto de este apartado es desarrollar un control en relación con la identificación y seguimiento de efectos ambientales derivados del calentamiento global. Puesto que de momento no hay suficientes indicadores biológicos como para desarrollar protocolos sistematizados de muestreo y control, lo que se pretende en este apartado es desarrollar un control continuo de la temperatura del agua en la reserva, e identificar y describir cualquier observación relacionada con este asunto.

El registro de temperaturas se realiza mediante un registrador térmico sumergible con data logger que se programa para recoger y almacenar datos de temperatura medidos en intervalos regulares de tiempo. El equipo tiene una batería interna que le permite funcionar hasta dos años, almacenando datos, tomados en intervalos de media hora.

El primer registrador fue colocado en Julio de 2016 y recogido a final de octubre del mismo año, por el equipo de la Universidad de Alicante. Ese mismo mes este equipo de Alicante dejó instalado un nuevo registrador en la boya del extremo meridional del grupo 2 de trenes de fondeo instalado en el centro de la bahía al sur del cabo de Irta que lamentablemente desapareció.

El 18 de octubre de 2017 el equipo del IMEDMAR-UCV instaló un nuevo registrador térmico sumergible con data logger (Hobo UTBI) a -5m de profundidad en la base de anclaje de la boya central del mismo grupo de trenes de fondeo (nº2), e intentó recuperar el registrador anterior, pero este había desaparecido, por lo que no se pudo disponer de los datos de temperatura correspondientes al año anterior.

En esta campaña de Julio de 2018 se recuperó el registrador instalado en octubre del 2017 y se dejó instalado un nuevo equipo en la misma localización programado para recoger datos de temperatura, en intervalos de 30 minutos, con el objeto de ser recogido y sustituido durante la próxima campaña de seguimiento. Para completar la serie temporal de temperaturas, en julio, agosto, septiembre y octubre se tomaron medidas de temperatura a 5 m de profundidad mediante una sonda multiparamétrica JFE- Advantech.

En relación con los indicadores de calentamiento global, en esta campaña se ha prestado especial atención a la identificación y localización de ejemplares de madreporarios, cuantificando el grado de blanqueamiento.

5.2. REGISTRO EN CONTINUO DE TEMPERATURAS

En la gráfica siguiente se muestran los datos del registro de temperaturas disponibles hasta el momento, mostrando los distintos años superpuestos.

Lógicamente faltan los datos entre 2016 y 2017, que se perdieron con el registrador desaparecido, y todavía no están incluidos los que en la actualidad está midiendo el registrador instalado en Julio de 2018, que está programado recuperar en Julio de 2019. No obstante, se han incluido los datos puntuales de temperatura, tomados mediante sonda multiparamétrica, en distintas fechas entre Julio y Octubre de 2018, para completar la falta de datos estivales, y tener una referencia del ciclo anual completo.

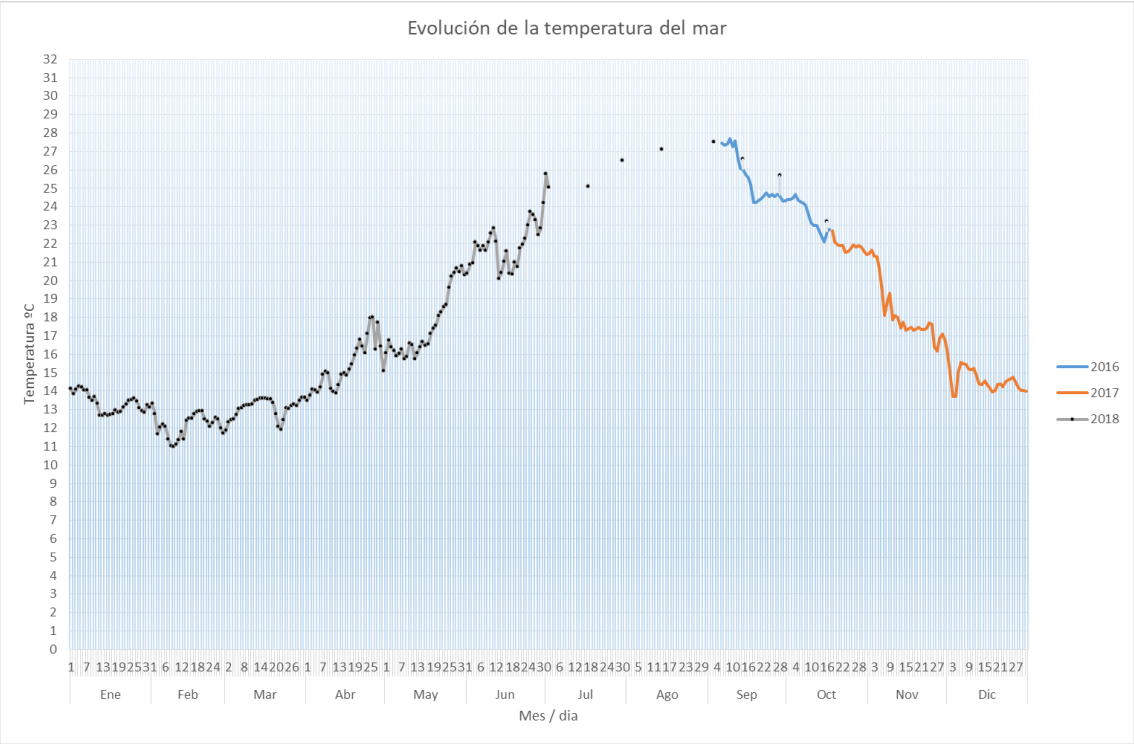


Figura 5.2. Evolución anual de las temperaturas medidas a -5 m de profundidad en la Reserva Marina de la Sierras de Irta.

Por el momento, la temperatura mínima anual registrada es de 10.56 ºC y se alcanza el 8 de febrero del 18, mientras que la temperatura máxima medida es de 28.06 ºC alcanzados el 9 de septiembre de 2016.

Este rango de temperaturas es normal para esta zona, y aunque se aprecia que los datos puntuales medidos a final de septiembre y octubre de 2018 son mayores que los registrados el año anterior para las mismas fechas, de momento los datos disponibles no son suficientes para interpretar tendencias en relación con el cambio climático.

5.3. BLANQUEAMIENTO Y NECROSIS Y EXPECIES EXÓTICAS

La colonia del madreporario *Cladocora caespitosa*, identifica en L2 el año pasado mantiene el mismo aspecto que el año anterior (8 cm, 5% blanqueado), sin apenas crecimiento, y no se han encontrado otras colonias de esta especie.

En relación con las especies exóticas la rodofita *Laurencia cf. chondroides* sigue siendo parte importante de la cobertura algal de los sustratos rocosos pocos profundos de la reserva, especialmente hacia la zona norte, considerándose como Abundante en la escala de valoración ACFOR.

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente informe se presentan los resultados y conclusiones de los estudios, trabajos de prospección y muestreos desarrollados por personal del IMEDMAR-UCV durante 2018 en la Reserva Marina de la Sierra de Irta en relación con el seguimiento científico de la misma y comparando los resultados obtenidos con los estudiados en los seguimientos de 2016 y 2017.

En la campaña de julio de 2018 se han identificado un total de 4.470 ejemplares de peces correspondientes a 41 especies mediante censos visuales en inmersión con escafandra autónoma. Dentro de la Reserva se han identificado 38 especies de peces, incluyendo 3 no presentes en los años anteriores.

Los resultados dentro de la reserva son inferiores en número y biomasa a los de años anteriores, con promedios de 0.54 ejemplares/m² y 17'63 g/m², pero han aumentado la diversidad y el tamaño de los ejemplares. Fuera de la reserva, en la zona de control, se han hallado abundancias y biomasas muy superiores a los de años anteriores, aunque menor diversidad.

Siguen siendo pocas las especies que acaparan la mayor parte de las observaciones, siendo este año *Diplodus vulgaris* (Vidriada) la más abundante, y la única que puede clasificarse como típica. Destaca este año la mayor presencia relativa de *Coris julis* (Julia o Doncella), el notable descenso relativo de *Mullus surmuletus* (Salmonete de roca) y la exigua presencia de *Pagellus acarne* (Aligote).

La composición de las poblaciones de peces sigue siendo muy variable entre los diferentes sitios muestreados, y las similitudes se deben principalmente a la abundancia de las especies comunes, aunque se aprecian algunas relaciones entre especies según el tipo de sustrato para pequeños blénidos propios de fondo rocosos muy superficiales, y para lábridos característicos de las praderas de *Posidonia oceanica*.

En esta última campaña de 2018, el efecto reserva para el conjunto de las especies solo es significativo a nivel de Abundancia y Diversidad, aunque se mantiene también para Biomasa y Riqueza si se consideran conjuntamente los resultados de los tres años.

Con los datos de esta campaña, solo cinco especies, a nivel individual, son significativamente más numerosas en la reserva marina que en las zonas de control: *Diplodus vulgaris, Sarpa salpa, Parablennius gattorugine, P. rouxi* y *Oblada melanura.* Las cuatro primeras lo son también a nivel de biomasa. El efecto reserva se aprecia también para ellas y para *Mullus surmuletus* si se consideran los datos de las tres campañas correspondientes a 2016, 2017 y 2018.

Hasta el momento el efecto reserva es evidente sobre los datos, pero afecta a pocas especies individualmente, puede ser falsamente magnificado por especies propias de la roca litoral (pequeños blénidos), y fácilmente ensombrecido por la presencia aleatoria de cardúmenes de especies grandes y comunes, de escaso valor ecológico y pesquero, como *Salpa salpa* o *Boops boops*.

Así pues, el efecto reserva en las actuales condiciones no es todo lo evidente que debiera lo que hace necesario tomar medidas de protección que disminuyan la presión antrópica en la zona.

2017 ha sido un buen año de pesca de langostino para la flota de Peñíscola, pero con menores capturas que en años anteriores para el resto de las especies estudiadas, posiblemente debido a que la flota ha concentrado más esfuerzo en la especie de mayor valor. Sigue siendo difícil apreciar un efecto reserva en los datos de capturas, porque la serie de datos es todavía muy breve, y sólo el langostino muestra tendencias crecientes en las capturas y en el peso relativo respecto al conjunto.

La pradera de *Posidonia oceanica,* pese a su limitada extensión, sigue correspondiendo, por los parámetros de caracterización, a praderas en equilibrio o bien conservadas según la clasificación de Pergent *et al.* (1995), lo que resulta especialmente importante al tratarse de la pradera más septentrional de la Comunitat Valenciana y al sur del Delta del Ebro.

Presenta mayor densidad de haces con hojas más estrechas y menor carga de epífitos en la localidad más somera (localidad 9), y las coberturas que eran mayores en la localidad más profunda (Localidad 8) parecen haberse igualado por una aparente reducción que obedece seguramente a la propia variabilidad espacial que caracteriza esta pradera. El resto de parámetros son similares en las dos localidades y constantes durante los tres años de seguimiento. La presencia de rizomas plagíotropos es baja, no hay problemas de descalzamiento ni enterramiento, ni de excesiva carga de epífitos o presión por hervivorismo.

Los resultados obtenidos en los tres años de seguimiento indican que se trata de una pradera estable, con un estado de conservación en su mayor parte bueno, con algunos sitios en estado moderado aunque siempre cercano a bueno.

Las praderas de *Cymodocea nodosa* cuya extensión se redujo sensiblemente como consecuencia de los fuertes temporales del otoño de 2016 han recuperado el estado que presentaban en 2016 en la localidad 4, pero siguen sin presentarse en las localidades 2 y 5.

Las coberturas y densidades son muy variables entre localidades, pero en general en 2018 han remontado el descenso de 2017 respecto al primer año, salvo en la Localidad 7 que es la única que ha empeorado desde el año anterior.

Los resultados obtenidos en los tres años de seguimiento muestran que estamos ante praderas con un estado de conservación moderado, salvo algunas estaciones en estado ecológico bueno que varían en función de los años.

Los resultados obtenidos aplicando el método CARLIT para evaluar la calidad de las aguas y de las comunidades de macroalgas del supralitoral presentan valores muy similares en los tres años de estudio, correspondientes a un estado ecológico muy bueno, con un valor de 0.8692 en 2018, diferenciándose un sector al norte de la Playa del Russo con mayor presencia relativa de especies oportunistas. El 58,8 % de los tramos evaluados se encuentra en un estado ecológico muy bueno y el 29,9 % en un estado moderado, siendo el resto playas no evaluables.

Lithophyllum byssoides, no se registró en ningún tramo de los estudiados mientras que *Dendropoma lebeche* se encontró en el 46,9%, presentando síntomas de degradación en el 10.2 5% de los tramos muestreados, siendo recomendable prestar atención a su evolución en muestreos futuros.

El grado de frecuentación no afecta a las poblaciones de lapas, y no hay cambios en el conjunto de la población a lo largo de los tres años. Sí existen cambios temporales en densidad de

ejemplares y en menor grado en la talla, a nivel de localidades individualmente, pero con patrones diferentes en cada caso.

Las poblaciones de erizos en la reserva siguen siendo escasas y dispersas, pero no se ven influenciadas por la presión antrópica de los visitantes, ni presentan cambios sustanciales en los tres últimos años.

A la vista de los resultados negativos de las exploraciones realizadas expresamente en esta campaña para valorar la presencia de *Pinna nobilis* en la pradera de *Posidonia oceanica*, parece que los ejemplares identificados en 2017 han sucumbido a la epidemia que afecta a esta especie. En cualquier caso, se ve preceptivo seguir el control de la misma en esta reserva, a tenor de las evidencias de reclutas en aguas de la Comunitat Valenciana provenientes de otras poblaciones a través de su dispersión planctónica en las fases larvarias del desarrollo de esta especie.

La presencia de especies de invertebrados sensibles frente al submarinismo deportivo sigue siendo muy escasa en la reserva, de forma natural, por lo que no parece que la actividad interfiera con los fines de conservación de la misma.

El rango de temperaturas medido hasta la fecha en la Reserva Marina de la Sierra de Irta es normal para la zona geográfica y de momento los datos disponibles no son suficientes para interpretar tendencias en relación con el cambio climático.

La escasa presencia de indicadores de cambio climático y de especies exóticas no han variado respeto a los años anteriores.

Para futuras campañas debería contemplarse el cartografiado de la pradera de *Posidonia oceanica*, incluida la prospección de *Pinna nobilis* en su entorno, y valorar la conveniencia de señalar estaciones fijas de seguimiento mediante marcas permanentes.

En cuanto a la gestión, considerando que las praderas de *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica* son lugares óptimos para reproducción y cría de muchas especies de peces comerciales, y que los resultados del seguimiento indican efectos positivos sobre muy pocas de ellas y en sus formas juveniles, sería altamente conveniente limitar la presión pesquera en estos fondos para aprovechar estas singulares condiciones y ampliar el efecto reserva a mas especies y de mayor tamaño, para conseguir el objetivo de la misma en cuanto al aumento de los recursos pesqueros.

José Tena Medialdea, con DNI 22.695.529-A, como investigador principal de este proyecto, desarrollado en el Instituto de Investigación en Medio Ambiente y Ciencia Marina (IMEDMAR-UCV) de la Universidad Católica de Valencia (UCV), CIF: G-97025787 con dirección en Valencia, C/. Guillem de Castro 94, teléfono 617845340, e-mail: josetena@ucv.es, presenta los resultados del trabajo:

"Seguimiento científico de la Reserva Marina de Interés Pesquero de la Sierra de Irta"

A este documento se anexa la siguiente información adicional:

- Dossier fotográfico
- Resultados brutos (Excell) de: Censos visuales de peces, lapas, Pinna, erizos, Posidonia, Cymodocea, CARLIT, Registro de Temperaturas y Localización de los puntos de muestreo.
- Mapas de: resultados CARLIT, Localización general muestreos, Localización muestreos Fanerógamas, Localización muestreos Peces, Localización muestreos invertebrados.

Valencia, 30 de octubre de 2018

Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir
IMEDMAR
Instituto de Investigación en Medioambiente y Ciencia Marina

Fdo.: José Tena Medialdea