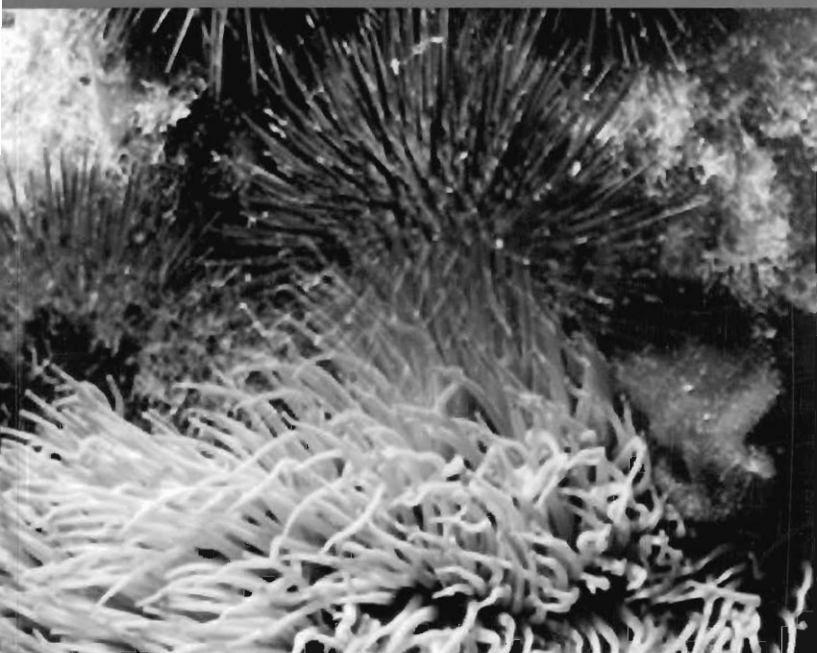


La Pesquería del Erizo y la Anémona de mar en el Litoral de Cádiz y Málaga



Consejería de Agricultura y Pesca



La pesquería del erizo y la anémona de mar en el litoral de Cádiz y Málaga

© Edita: **JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca.**

© Textos: Autores.

Publica: **VICECONSEJERÍA. Servicio de Publicaciones y Divulgación.**

Colección: Pesca y Acuicultura.

Serie: Recursos Pesqueros.

Autor/es: J.L. Daza Cordero; del Castillo y Rey F.; Márquez Pascual I.

Ilustraciones: Autores.

Depósito Legal: H-06-2002

I.S.B.N.: 84-8474-041-2.

Maquetación: Emblema Publicidad s.l. • C/ Berdigón, 29. 1ª B. 21003 Huelva.

Fotocomposición e Impresión: Imprenta Beltrán s.l. • C/ San José, 2. San Juan del Puerto, Huelva.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	9
2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES	11
2.1 ERIZOS	11
2.1.1 Características generales	11
2.1.2 Erizo de mar (<i>Paracentrotus lividus</i>)	12
2.1.3 Erizo negro (<i>Arbacia lixula</i>)	13
2.1.4 Erizo violáceo (<i>Sphaerechinus granularis</i>)	14
2.2 ANÉMONAS	14
2.2.1 Características generales	14
2.2.2 Anémona de mar (<i>Anemonia sulcata</i>)	15
3 METODOLOGÍA GENERAL	17
3.1 CAMPAÑAS DE MUESTREO	17
3.2 ANÁLISIS DE LABORATORIO	17
3.3 PROCESADO DE DATOS Y ELABORACIÓN DE INFORMES	18
4 DISTRIBUCIÓN Y CARTOGRAFIADO DE LOS RECURSOS	19
4.1 TRATAMIENTO DE LOS DATOS	20
4.2 ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA	21
4.3 RESULTADOS	24
4.3.1 Erizos	24
4.3.2 Anémonas	42
4.4 CONSIDERACIONES	46
4.4.1 Erizos	46
4.4.2 Anémonas	47
5 ESTUDIO DE COMERCIALIZACIÓN	49
5.1 PERFIL DEL RECOLECTOR	50
5.2 LUGARES Y ZONAS PREFERENTES DE CAPTURA	51
5.3 PROCESO DE CAPTURA, TRANSFORMACIÓN Y CONSERVACIÓN, TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN	52
5.3.1 Captura	52
5.3.2 Transformación y conservación	52
5.3.3 Transporte	54
5.3.4 Comercialización	55
5.4 CÁLCULO DE BENEFICIOS	57
5.4.1 Erizos	57
5.4.2 Anémonas	57
5.5 CONSIDERACIONES	59

6 ESTUDIO DEL CICLO ANUAL DE LAS ESPECIES	61
6.1 METODOLOGÍA	61
6.1.1 Erizos	64
6.1.2 Anémonas	66
6.2 ESTUDIO BIOLÓGICO DEL ERIZO EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ	67
6.2.1 Tamaño y peso	67
6.2.2 Índice Gonadosomático (IGS)	70
6.2.3 Ciclo de desarrollo gonadal	73
6.2.4 Consideraciones generales	74
6.3 ESTUDIO BIOLÓGICO DE LA ANÉMOMA EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ	75
6.3.1 Peso	75
6.3.2 Maduración sexual	77
6.3.3 Consideraciones generales	80
6.4 ESTUDIO BIOLÓGICO DE LOS ERIZOS EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA	81
6.4.1 Tamaño y peso	81
6.4.2 Índice gonadosomático (IGS)	85
6.4.3 Ciclo de desarrollo gonadal	89
6.4.4 Consideraciones generales	91
6.5 ESTUDIO BIOLÓGICO DE LA ANÉMOMA EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA	93
6.5.1 Peso	93
6.5.2 Maduración sexual	93
7 CONCLUSIONES	97
8 BIBLIOGRAFÍA	99
CARTOGRAFÍA (INCLUIDA EN CD-ROM)	

PRESENTACIÓN

La captura de erizos y anémonas de mar y su posterior comercialización o distribución a través de establecimientos de restauración o mercados locales es una actividad que ha cobrado un importante auge en los últimos años. No obstante, se trata de una pesquería que carece de normativa reguladora en nuestra Comunidad Autónoma, por lo que se ha considerado básico el desarrollo de un estudio integral sobre la misma que permita sentar las bases para su futura ordenación y gestión desde el punto de vista pesquero.

Tal y como se señala en el “Plan de Modernización del Sector Pesquero Andaluz” la ordenación y planificación de cualquier proceso económico debe basarse necesariamente en el conocimiento detallado de los recursos objeto de explotación. En el caso de la pesca, actividad que se sustenta sobre la explotación de recursos renovables, esta información es indispensable para diseñar y poner en marcha políticas capaces de garantizar su desarrollo sostenible. Asimismo, recoge en su Programa 1 “Investigación sobre recursos, estructuras, industrias y mercados pesqueros” como una de las principales actuaciones a llevar a cabo la “Realización de estudios sobre prospección y evaluación de nuevas áreas y especies”.

Los estudios de evaluación, cuantificación y análisis de la dinámica poblacional, constituyen la base para determinar el régimen de explotación adecuado de estos nuevos recursos. En este sentido, se han desarrollado dos estudios en las provincias de Cádiz y Málaga, cuyo principal objetivo ha sido obtener una delimitación y cartografiado de las zonas de producción, cuantificar las poblaciones y determinar los parámetros biológicos fundamentales en ambas especies, lo que ha permitido conocer donde está el recurso, el volumen disponible y su evolución biológica a lo largo de un ciclo anual.

Por ello, con el objetivo de posibilitar la difusión y divulgación de este trabajo entre organismos, instituciones, centros de investigación y el propio sector pesquero, me complace presentar esta publicación en la que se recogen los aspectos fundamentales de los estudios realizados en las provincias de Cádiz y Málaga, que incluye un CD ROM con la cartografía elaborada.

Paulino Plata Cánovas
Consejero de Agricultura y Pesca

PREFACIO

La extracción y consumo de erizos y anémonas de mar en algunas zonas de Andalucía ha ido adquiriendo, en los últimos años, una importancia creciente, por lo que se estimó conveniente la realización de un estudio integral de ambas pesquerías, que permitiera en un futuro proceder a su ordenación y gestión desde el punto de vista pesquero.

En la presente publicación se resume, de forma divulgativa, los resultados obtenidos en los estudios de la pesquería del erizo y la anémona de mar desarrollados en el litoral de las provincias de Cádiz y Málaga.

El libro se inicia con una introducción general a la que sigue una descripción pormenorizada de las tres especies de erizo (erizo de mar común, erizo negro y erizo violáceo) y de la anémona marina.

En el capítulo tercero se expone la metodología de trabajo, tanto en lo referido a la campaña de muestreo como a los análisis de laboratorio y procesado de datos. Cabe destacar, que en la campaña intensiva de muestreos submarinos, destinada a la evaluación de los recursos disponibles y el cartografiado bionómico se ha obtenido información sobre la distribución y densidad de las poblaciones de erizos y anémonas en las costas gaditana y malagueña, entre los 0 m y los 10 m de profundidad. Los muestreos submarinos han sido llevados a cabo mediante inmersión con escafandra autónoma por un equipo de técnicos cualificados, integrado por biólogos y buzos profesionales que han realizado aproximadamente 1.300 horas de navegación y más de 2.200 inmersiones. En el capítulo 4 se recogen los resultados sobre la distribución y cartografiado de los recursos.

También se ha incluido en el capítulo 5 un estudio de comercialización de ambos recursos, que recoge el perfil del recolector, las zonas preferentes de captura, y el proceso de extracción, transformación, conservación, transporte y comercialización.

Asimismo, en el capítulo 6 se resume el estudio del ciclo reproductor anual de las especies consideradas, desarrollado mediante el seguimiento biológico mensual en varias estaciones de muestreo seleccionadas.

Por último en los capítulos 7 y 8 se presentan las conclusiones y la bibliografía utilizada en la realización del trabajo.

También se ha elaborado una cartografía temática en la que se representan los rangos de densidad de las poblaciones para cada especie estudiada, realizada mediante la utilización de sistemas de información geográfica (S.I.G.) que han permitido dar una componente espacial a los datos obtenidos en los muestreos puntuales. Esta cartografía se incluye en formato digital (CD-ROM), acompañando al presente documento.

María Dolores Atienza Mantero
Directora General de Pesca y Acuicultura



1 INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, el consumo de erizo de mar y de “ortiguilla”, como se conoce popularmente a la anémona marina, se ha limitado a determinadas poblaciones de la provincia de Cádiz, e incluso, como es el caso del erizo, a determinadas épocas del año. Sin embargo, en la última década su consumo ha aumentado considerablemente, habiéndose convertido en unos productos apreciados y demandados también en otras provincias costeras y de interior. Ello ha implicado un incremento progresivo de la actividad extractiva que, en el caso de la anémona, ya se extiende a todo el litoral gaditano y parte del malagueño.

Este aumento, tanto en la cantidad de ejemplares extraídos para su comercialización, como en el número de zonas de extracción, ha supuesto un notable incremento de la presión marisquera sobre el erizo de mar (*Paracentrotus lividus*) y la anémona marina (*Anemonia sulcata*) e indirectamente, sobre los erizos negro (*Arbacia lixula*) y violáceo (*Sphaerechinus granularis*), que podría hacer peligrar la pervivencia de estas especies en determinadas áreas.

Ante esta situación, la Dirección General de Pesca y Acuicultura de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, ha planteado la necesidad de conocer la realidad actual de las pesquerías de erizo y anémona marina en el litoral andaluz, para evaluar la disponibilidad del recurso y elaborar un plan de ordenación y gestión para su explotación racional.

Con este objetivo, se ha realizado un estudio de la situación actual de estos recursos, en el que se analiza la distribución y nivel de abundancia, el ciclo anual de las especies objeto de explotación y las características de su comercialización.

La presente publicación incluye los resultados más significativos de los estudios desarrollados en las provincias de Cádiz y Málaga.



2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

2.1 ERIZOS

2.1.1 Características generales

Los erizos de mar pertenecen a la CLASE ECHINOIDEA, dentro del FILUM ECHINODERMATA (Equinodermos). Esta clase posee más de 800 especies distribuidas por todos los mares y profundidades.

Estos animales, al igual que el resto de los equinodermos, presentan una simetría radial pentámera, por lo que su cuerpo se puede dividir en cinco partes dispuestas alrededor de un eje central, aunque la simetría bilateral de la etapa larvaria no desaparece completamente. La pared del cuerpo está formada por una epidermis ciliada con células neurosensoriales y glandulares, por una capa de células nerviosas y por una dermis de tejido conectivo que aloja el esqueleto calcáreo. Este endoesqueleto está formado por un número variable de placas calcáreas (osículos), aisladas, articuladas o soldadas entre sí.

Otra característica de los equinodermos es la existencia de un sistema ambulacral o acuífero que forma parte del celoma, constituido por un conjunto cerrado de canales y vesículas por donde circula el agua de mar, que penetra por los orificios (hidroporos) de una placa especial del esqueleto (madreporito o placa madreporica) situada en un interradio.

En el caso de los equinoideos regulares (grupo al que pertenecen las tres especies tratadas en este estudio), el cuerpo es más o menos esférico y está armado de espinas móviles relativamente largas. El polo oral está en contacto con el sustrato, es portador de la boca y de la membrana que la rodea.

La superficie corporal se puede dividir en diez secciones o franjas radiales que se extienden del polo aboral al oral. Cinco presentan pies ambulacrales, llamadas áreas ambulacrales o ambulacros y otras cinco, situadas en alternancia con las anteriores no los presentan y se denominan áreas interambulacrales.

Las espinas se disponen simétricamente sobre los dos tipos de áreas, siendo más largas en la parte central del cuerpo que en los polos.

Entre las espinas, y distribuidos regularmente por toda la superficie del cuerpo, están los pedicelarios, con función defensiva, limpiadora o de captura de pequeñas presas, que pueden ser de varios tipos, destacando los llamados globíferos, por tener glándulas de veneno asociadas a las valvas.

La reproducción es sexual. Son animales de sexos separados (dióicos) que no muestran dimorfismo sexual. La fecundación es externa mediante la liberación de los gametos

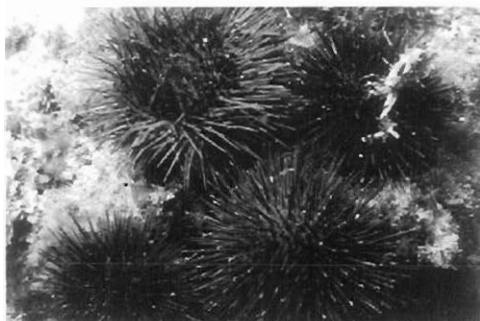


en el agua de mar circundante. Las gónadas son cinco y se encuentran suspendidas del lado interno del caparazón y a lo largo de las áreas interambulacrales. Cada gónada se abre al exterior mediante un gonoducto y un gonoporo situado en una de las placas genitales del sistema apical.

Los huevos fecundados tienen un desarrollo indirecto y presentan una etapa larvaria de vida libre planctónica, de duración variable según la especie, al final de la cual desciende al fondo para originar un nuevo erizo.

2.1.2 Erizo de mar (*Paracentrotus lividus*)

Especie: *Paracentrotus lividus* (LAMARCK)



FILUM: ECHINODERMATA
Subfilum: ELEUTEROZOA
Clase: ECHINOIDEA
Subclase: EUCHINOIDEA
Superorden: Echinacea
Orden: Echinoida
Familia: Echinidae

Fotografía 1. Ejemplares de *P. lividus*.

Presenta el cuerpo hemiesférico, algo deprimido, de mediano tamaño y recubierto de pies ambulacrales y espinas largas, fuertes y puntiagudas de unos 3 cm de longitud. En la región dorsal, los pies ambulacrales presentan ventosas. Los pedicelarios son tridáctilos, largos y estrechos, con los bordes almenados.

Su coloración varía del rojo al verdoso, pasando por el violáceo, marrón o pardo. Su tamaño puede alcanzar los 7 cm de diámetro (Fotografía 1).

Aparece en la plataforma continental entre los 0-80 m de profundidad. Prefiere fondos rocosos, iluminados y medianamente umbrios, con cobertura de algas, praderas de *Posidonia* o con algas coralinas. Suele aparecer en el interior de pequeñas fosetas que él mismo excava o agranda. A menudo se recubre de objetos diversos. Vive en grupos más o menos numerosos.

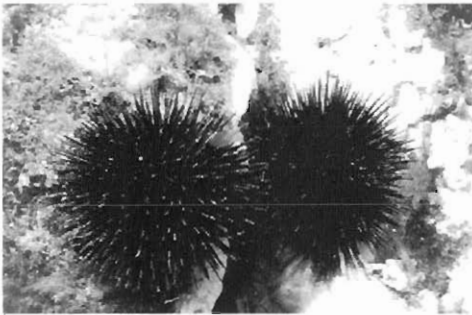
Se alimenta por la noche de diferentes especies de algas y fanerógamas marinas, aunque no excluye en su dieta algunos invertebrados bentónicos como las esponjas.



Es una especie dioica y no presenta dimorfismo sexual. La puesta suele tener lugar a lo largo de todo el año, aunque las condiciones termales y alimentarias no son siempre suficientes para permitir el desarrollo de las larvas y completar la metamorfosis. Los huevos miden 0,13 mm de diámetro y tras 48 horas de la fecundación, que es externa, aparece un tipo de larva llamada pluteus que llevará una vida pelágica durante, aproximadamente un mes, antes de transformarse en adulto.

2.1.3 Erizo negro (*Arbacia lixula*)

Especie: *Arbacia lixula* (LINNE)



FILUM ECHINODERMATA
 Subfilum ELEUTEROZOA
 Clase ECHINOIDEA
 Subclase EUCHINOIDEA
 Superorden Echinacea
 Orden Arbacioida
 Familia Arbaciidae

Fotografía 2. Ejemplares de *A. lixula*.

Especie de cuerpo deprimido, de tamaño mediano y de color negro. Caparazón algo deprimido, algo cónico, de ámbito redondo o algo pentagonal y cuya superficie oral es recta. Su tamaño puede alcanzar los 6 cm de diámetro (Fotografía 2).

Sus espinas primarias son robustas, muy agudas y con una longitud que puede alcanzar la mitad del diámetro del cuerpo.

Soporta la fuerte insolación de los enclaves iluminados superficiales sin cubrirse de objetos extraños. Se alimenta de algas coralígenas y no excava en la roca a diferencia de *P. lividus*.



2.1.4 Erizo violáceo (*Sphaerechinus granularis*)

Especie: *Sphaerechinus granularis* (LAMARCK)



FILUM ECHINODERMATA
Subfilum ELEUTEROZOA
Clase ECHINOIDEA
Subclase ELUCHINOIDEA
Superorden Echinacea
Orden Echinoidea
Familia Toxoponeustidae

Fotografía 3. Ejemplares de *S. granularis*.

Especie de cuerpo semiesférico o algo cónico, de gran tamaño y coloración generalmente violácea. El caparazón es semiesférico, con la cara oral aplanada, incluso algo hundida y de ámbito redondo o algo pentagonal; su tamaño puede alcanzar los 15 cm de diámetro y su coloración es rosada.

Las espinas primarias recubren densamente el caparazón y son gruesas, cortas, de ápice redondeado y de gran variabilidad cromática, pudiendo presentar coloración violeta, con las puntas blancas, o coloración blanca o parda (Fotografía 3).

Es una especie propia del infra y circalitoral, donde aparece en fondos rocosos, iluminados o medianamente umbríos y de moderado hidrodinamismo. También es frecuente en fondos detríticos y en praderas de *Posidonia*.

2.2 ANÉMONAS

2.2.1 Características generales

Las anémonas marinas pertenecen al FILUM CNIDARIA (Cnidarios), Clase ANTHOZOA. Las especies pertenecientes a esta Clase son polipoides, individuales o coloniales, que carecen por completo de fase medusoide. Posee más de 6.000 especies que incluyen las anémonas de mar, gorgonias, corales y plumas de mar.

Dentro de esta Clase, las anémonas de mar pertenecen, junto con algunos corales, a la Subclase HEXACORALLIA o ZOANTHARIA (Hexacorales) que son cnidarios con forma solitaria y colonial.

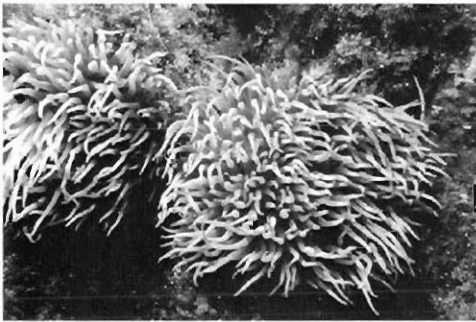


Las anémonas de mar (Actiniarios) son pólipos solitarios de tamaño muy variable que puede ir desde menos de 1 cm a 50 cm de diámetro. Su coloración también puede variar considerablemente, pudiendo ir del blanco al rojo, pasando por amplias gamas de verdes, azules, naranjas o amarillos.

El cuerpo está formado por una gruesa columna, en cuya porción inferior se aprecia el disco basal con el que se fija al sustrato. En su porción superior, la columna se ensancha para formar el disco oral en el que se puede apreciar, generalmente, un importante número de tentáculos.

2.2.2 Anémona de mar (*Anemonia sulcata*)

Especie: *Anemonia sulcata* (PENNANT)



FILUM CNIDARIA
Clase ANTHOZOA
Subclase Hexacorallia o Zoantharia
Orden Actiniaria
Familia Actiniidae

Fotografía 4. Ejemplares de *A. sulcata*.

Se trata de una especie que puede alcanzar 30 cm de altura y 25 cm de diámetro de tronco. Su coloración habitual suele ser pardo-amarillenta a verde. El pólipo se fija al sustrato por una amplia base adherente. El tronco es casi siempre cilíndrico, de consistencia carnosa, muy retráctil y de superficie lisa y algo mucosa. Los tentáculos, cuyo número oscila entre 180 y 260, son largos y delgados, con la punta algo ensanchada y de color violeta. Estos se distribuyen en 5 o 6 círculos irregulares, no pudiendo retraerse completamente. Cuando están extendidos cubren completamente al tronco. El disco bucal es amplio y apianado, con la abertura bucal algo elevada (Fotografía 4).

Es una especie común del infralitoral, que aparece sobre sustrato rocoso superficial (hasta 20 m de profundidad), bien iluminado o medianamente umbrío y de moderado hidrodinamismo.

En su medio natural, su alimentación suele ser muy variada: partículas en suspensión, plancton, pequeños moluscos, e incluso pequeños peces que son víctimas del veneno paralizante que portan unas células especializadas denominadas nematocistos. Los extremos externos de los tentáculos tienden a curvarse en torno a la presa empujan-



do a esta hacia el orificio bucal. Una vez digerida la presa, expulsan los restos no asimilados a través de la boca.

Pueden reproducirse de forma sexual con separación de sexos y fecundación externa, o asexual, bien por bipartición a partir del polo basal dando lugar a dos animales iguales o bien por gemación a partir de la zona inmediatamente inferior a la corona de tentáculos, dando lugar a dos animales de distinto tamaño.



3 METODOLOGÍA GENERAL

El estudio se desarrolló durante los años 1999 y 2000, planteándose tres tipos de trabajos fundamentalmente:

3.1 CAMPAÑAS DE MUESTREO

Los trabajos de muestreo consistieron, por un lado, en la recopilación "*in situ*" de información sobre la distribución y densidad de las poblaciones de erizos y anémonas a lo largo de las costas gaditana y malagueña, entre los 0 m y los 10 m de profundidad.

Por otra parte, se procedió a la recogida mensual de 100 ejemplares de cada especie estudiada en diferentes estaciones de muestreo localizadas en las costas de Cádiz y Málaga. Estos ejemplares fueron analizados para el estudio del ciclo reproductor de la especie.



Fotografía 5. Material utilizado en los trabajos de muestreo.

Los muestreos se realizaron mediante inmersión con escafandra autónoma. Para los desplazamientos por el mar se utilizó una embarcación neumática que se iba desplazando a lo largo de la costa tomando como base el puerto más cercano en cada momento a la zona de trabajo. El equipo de trabajo dispuso, además, de un vehículo todo terreno de apoyo para los desplazamientos por tierra (Fotografía 5).

Para estos trabajos se contó con un equipo compuesto por cinco personas: cuatro buceadores profesionales, dos de ellos biólogos (responsables técnicos de los muestreos) y un patrón de cabotaje responsable del manejo de la embarcación utilizada.

La metodología empleada en los muestreos es descrita en los capítulos "Distribución y cartografiado" (capítulo 4) y "Estudio del ciclo anual de las especies" (capítulo 6).

3.2 ANÁLISIS DE LABORATORIO

Los ejemplares recolectados mensualmente eran trasladados al laboratorio para su estudio biométrico (determinación del tamaño y peso de los individuos) y análisis del grado de madurez sexual mediante el examen de la gónada en fresco y fijada mediante corte histológico, utilizando microscopía óptica (Fotografía 6).



La metodología empleada tanto para erizos como anémonas se detalla en el capítulo 6 (“Estudio del ciclo anual de las especies”).



Fotografía 6. Determinación de parámetros biológicos en el laboratorio.

3.3 PROCESADO DE DATOS Y ELABORACIÓN DE INFORMES

Por último, todos los datos recopilados en los trabajos de muestreo y en los análisis de laboratorio, han sido procesados en gabinete para la elaboración del cartografiado y la determinación del ciclo anual de las especies estudiadas.

Para la elaboración de la cartografía de densidad se han utilizado sistemas de información geográfica (SIG) que han permitido dar una componente espacial a los datos obtenidos en los muestreos puntuales.

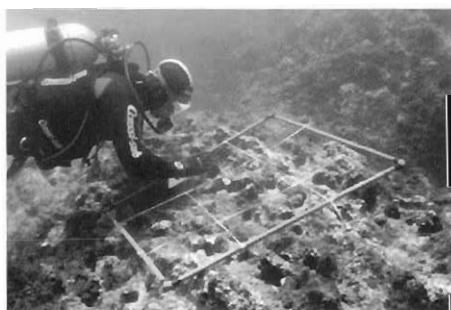
Los datos mensuales obtenidos en el laboratorio, referentes a los diferentes parámetros biológicos de erizos y anémonas han permitido obtener conclusiones sobre el ciclo biológico de los mismos pudiendo compararse, en el caso de *P. lividus*, el ciclo anual de las poblaciones atlánticas y mediterráneas. Los resultados se exponen en el capítulo 6.

Paralelamente a estos trabajos de procesado y análisis de datos, se ha realizado un estudio de comercialización y una recopilación bibliográfica cuyos resultados se reflejan en los capítulos 5 y 8.



4 DISTRIBUCIÓN Y CARTOGRAFIADO DE LOS RECURSOS

Se realizaron dos campañas de muestreo intensivo de las especies objeto de estudio a lo largo de toda la costa de las provincias de Cádiz y Málaga. Durante estas campañas, que tuvieron una duración de tres meses cada una, se efectuaron transectos perpendiculares a la costa en los que se estimó "de visu", mediante observación directa en inmersión con escafandra autónoma, la densidad de población de cada especie existente en los rangos de profundidad de 0 a -3 m, de -3 a -6 m y de -6 a -10 m.



Fotografía 7. Estimación de densidad mediante cuadrante de muestreo.

Para cada rango de profundidad se llevó a cabo una inmersión, en la que cada componente de la pareja de buceadores realizó una estima del número de ejemplares de cada especie por metro cuadrado. Cuando se observó una gran cantidad de ejemplares, se procedió a la estimación mediante el uso de un cuadrante de muestreo de 1 m² de área (Fotografía 7), depositado al azar sobre el fondo, realizando dos recuentos por cada rango de profundidad. En caso contrario se realizó una estima "de visu". Asimismo, se anotó una descripción del tipo de fondo encontrado, que se clasificó en tres categorías: "Arena", "Piedra" y "Piedra y Arena".

También fueron tenidas en cuenta otras incidencias de interés, tales como la presencia de alguerros, fanerógamas marinas o estructuras artificiales como emisarios, restos de naufragios, etc.

La distancia entre transectos en la provincia de Cádiz fue de unos 500 m en los fondos de "Piedra" o "Piedra y Arena", y 1.000 m en los de "Arena". En zonas de alta densidad de ejemplares, esta distancia se redujo hasta unos 250 m. De esta forma, al final de la campaña de muestreo se realizaron 341 transectos en inmersión que supusieron un total de 1.015 inmersiones en profundidades comprendidas entre las cotas 0 y -10 m. En la provincia de Málaga la distancia entre transectos fue de unos 300 m en los fondos de "Piedra" o "Piedra y Arena" y 500 m en los de "Arena". Se efectuó el mismo número de transectos e inmersiones que en la provincia de Cádiz.

Hay que indicar que en la zona de Sanlúcar de Barrameda y Chipiona, en la provincia de Cádiz, la escasa visibilidad existente en sus aguas, como consecuencia del aporte de materiales sedimentarios por parte del río Guadalquivir, impidió la correcta realización de las estimas por medio de observación directa. Lo mismo ocurrió en las áreas portuarias de todo el litoral gaditano y malagueño, donde las operaciones de buceo se encuentran prohibidas. En estos casos, sólo se pudo constatar el tipo de sustrato existente, sin



poder obtener datos correspondientes a las densidades de las poblaciones a estudiar, por lo que los resultados de abundancia se clasificaron como "Indeterminado". Por este motivo, el número total de observaciones realizadas no se corresponde con el número de datos obtenidos.

Los muestreos se desarrollaron desde la embarcación neumática que trasladó al equipo de buceadores hasta los diferentes puntos de inmersión, salvo en el caso de las zonas intermareales en las que se accedía al agua desde tierra. En los puntos seleccionados se tomó la posición mediante G.P.S. y se procedió a la realización del muestreo.

4.1 TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Se establecieron cinco categorías de abundancia en función de la densidad por metro cuadrado de las poblaciones objeto de estudio, a cada una de las cuales se les asignó un valor, como se muestra en la Tabla 1.

Los datos correspondientes a los muestreos fueron introducidos en una hoja de cálculo con la que se establecieron las matrices de datos, con los siguientes parámetros: número de transecto, rango de profundidad, tipo de fondo y abundancia.

Valor Asignado	Categoría	Características
0	Ausencia	No se observan ejemplares
1	Presencia	Se observan ejemplares aislados
2	Poco Abundante	Densidades de 1 a 15 ejemplares por m ²
3	Abundante	Densidades de 16 a 30 ejemplares por m ²
4	Muy Abundante	Densidades superiores a 30 ejemplares por m ²
I	Indeterminado	No se pudo realizar la estimación

Tabla 1. Índices de abundancia utilizados en el presente estudio.

Mediante tratamiento estadístico se procedió a analizar los resultados obtenidos para obtener conclusiones sobre el estado de las poblaciones de las especies estudiadas en las distintas zonas muestreadas.

4.2 ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA.

Asimismo, con la matriz de resultados y mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica, se obtuvo una cartografía temática, en la que se representan los rangos de densidad de los distintos puntos muestreados para obtener un mapa de densidades para cada especie. Esta cartografía se incluye en formato digital acompañando al presente documento.

De los planos elaborados, aportados en soporte informático adjunto a esta publicación, destacan por su interés las siguientes zonas.

Provincia de Cádiz

- *P. lividus*

Plano PI-12. Abarca el área comprendida entre el cabo de Trafalgar y el puerto de Barbate. Las zonas de Trafalgar y el Acantilado de Barbate, por su abundancia de *P. lividus* (grados 3 y 4), son de gran interés.

Plano PI-15. Incluye desde Punta Camarinal hasta cala Picacho, en la playa de Boleña. En este área se alternan las zonas arenosas que coinciden con las playas existentes, con salientes rocosos con un alto interés por su abundancia en *P. lividus*. Entre ellos destacan algunas zonas con grado de abundancia 4 (densidades superiores a 30 individuos por m²).

Plano PI-16. Desde cala Picacho hasta el comienzo de la playa de Los Lances. La zona de punta de la Peña, en el rango de profundidad superior a -6 m, es de gran interés por la alta densidad de *P. lividus*.

Planos PI-17 y PI-18. Comprenden toda la zona costera del término municipal de Tarifa, desde el puerto de Tarifa hasta punta Carnero. En ella, la presencia de erizo es prácticamente continua en la franja batimétrica de 0 a -6 m, llegando, en algunas zonas, hasta los 10 m de profundidad. Destaca la abundancia de *P. lividus* en el área cercana a punta Carnero. Este sitio presenta dificultad de acceso por tierra al ser zona militar, si bien hay lugares donde tradicionalmente se ha extraído erizo como el conocido "Kilómetro 90" al que se accede desde la N 340 a través de caminos militares con servidumbre de paso.

Plano PI-19. Incluye la zona comprendida entre punta Carnero y la punta de San García, en el extremo sur de la ensenada de Getares (bahía de Algeciras). Entre punta Carnero y el extremo norte de la ensenada de Getares (lugar conocido como "La Ballenera"), se advierte una presencia continua de erizos con bastantes zonas en las que existe una alta densidad de *P. lividus*, lo que le confiere gran interés desde el punto de vista de la posible explotación de esta especie.



La facilidad de acceso a La Ballenera, así como la abundancia de erizo existente, motivó que se escogiera como estación de muestreo para el seguimiento biológico.

Plano 19. Abarca el área de la bahía de Algeciras comprendida entre la playa del Rinconcillo y Gibraltar. Dentro de la bahía resultan interesantes por su abundancia de *P. lividus*, el área de la refinería de CEPSA (con grado 3 de abundancia) y el sitio conocido como "Puente Mayorga" (grado 4 de abundancia).

- *A. sulcata*:

Planos As 17, As-18 y As-19. En todo el área comprendida en estos planos (desde Tarifa hasta el puerto de Algeciras), la presencia de *A. sulcata* es generalizada, apareciendo numerosos emplazamientos de interés por su alto grado de abundancia. La zona de La Ballenera fue escogida como estación de muestreo para el seguimiento biológico de esta especie.

Plano As-23. Se corresponde con la parte más oriental de la costa gaditana. En él se aprecia la presencia de *A. sulcata* en las mismas zonas que lo hacen los erizos, con grados de abundancia considerables. La zona de Patricia se seleccionó como estación de muestreo para el seguimiento biológico de esta especie.

Durante los muestreos realizados a lo largo de un año en esta estación no se observó, al contrario de lo ocurrido en la estación de "La Ballenera", una disminución significativa de la abundancia de *A. sulcata*.

Provincia de Málaga

- *P. lividus*

Plano PI-1. Abarca desde el límite con la provincia de Cádiz hasta el comienzo de la playa de Sabinillas (al NE del puerto de la Duquesa)

La zona de punta de la Chullera presenta una mayor abundancia de erizos por lo que puede considerarse de interés desde el punto de vista de la explotación.

Plano PI-3. Ocupa desde la playa de La Rada hasta la punta del Saladillo, en el término municipal de Estepona. Destaca la playa del Padrón, por presentar una abundancia alta de *P. lividus*, lo que le proporciona un gran interés desde el punto de vista de la explotación de esta especie.

Planos PI-8. Incluye el área comprendida desde el puerto de Fuengirolá hasta Punta Negra. Se aprecia un área de abundancia significativa de *P. lividus*, con varios puntos donde esta es alta y muy alta. Concretamente, la playa de Torremuelle se ha tomado como estación de muestreo para el seguimiento biológico de esta especie.

Plano PI-11. Abarca desde la playa de la Misericordia hasta la playa de El Candado, en la ciudad de Málaga. Se corresponde con un sustrato predominantemente arenoso, en el que se detecta puntualmente la presencia de *P. lividus* en abundancia significativa, coincidiendo con zonas de espigones artificiales o escolleras cercanas al puerto de Málaga, así como algunos afloramientos rocosos en las playas de La Malagueta y La Caleta.

- *A. sulcata*:

Planos As-2 a As-5. Se puede observar como prácticamente en todas las zonas donde se detecta la presencia de erizo, aparece *A. sulcata*, presentándose en general con grados de abundancia alto o muy alto, siendo, por tanto, de interés para la explotación del recurso.

Plano As-8. En esta zona, la presencia de *A. sulcata* es generalizada, en algunos casos en extensiones considerables. En el caso de la playa de las Gaviotas y la zona de Torrequebrada, esta especie se presenta con una abundancia muy alta, pudiendo considerarse de potencial interés para su explotación.

Plano As-11. Incluye varias zonas con abundancia de *A. sulcata* alta y muy alta que presentan interés desde el punto de vista de su explotación.

Planos As-14. Esta zona presenta un sustrato fundamentalmente arenoso en el que la presencia de *A. sulcata* es puntual, si bien en las zonas que aparece, la abundancia es muy elevada, considerándose puntos de interés para la explotación de esta especie.

Plano As-16. Correspondiente a la zona más oriental de la costa malagueña, presenta 3 zonas de interés con abundancia alta-muy alta de *A. sulcata*, una de ellas con una extensión considerable (correspondiéndose con la zona acantilada de Maro).



4.3 RESULTADOS

4.3.1 Erizos

4.3.1.1 Erizo de mar (*Paracentrotus lividus*)

Por lo que se refiere a esta especie, los Gráficos 1 y 2 muestran la existencia de un alto número de zonas, para cualquiera de las profundidades consideradas, en las que no se ha detectado la presencia de ejemplares (grado de abundancia 0).

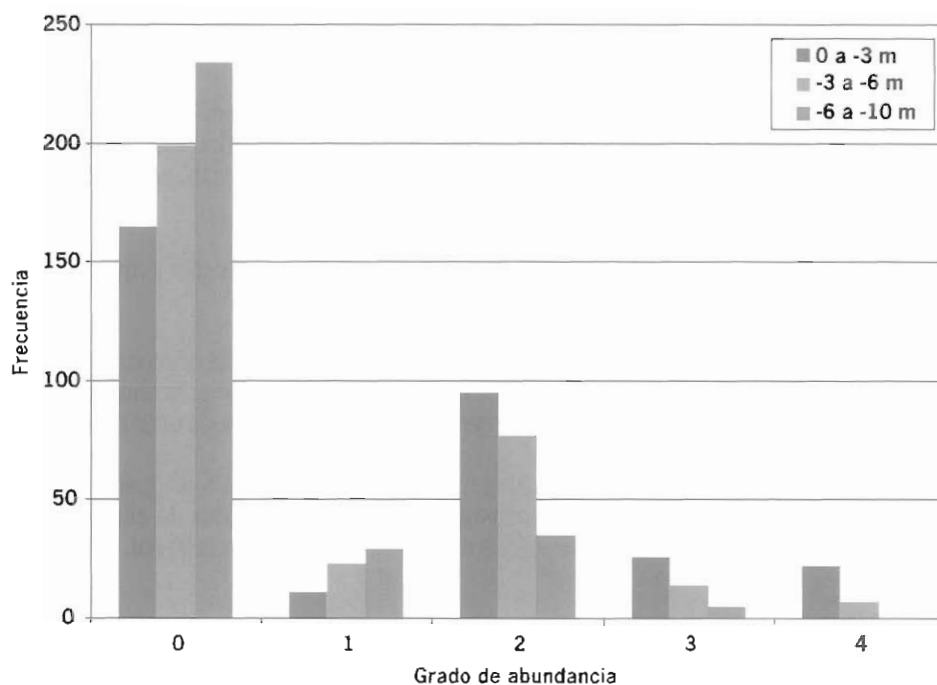


Gráfico 1. Frecuencia de grados de abundancia de *P. lividus* en función del rango de profundidad en la provincia de Cádiz.

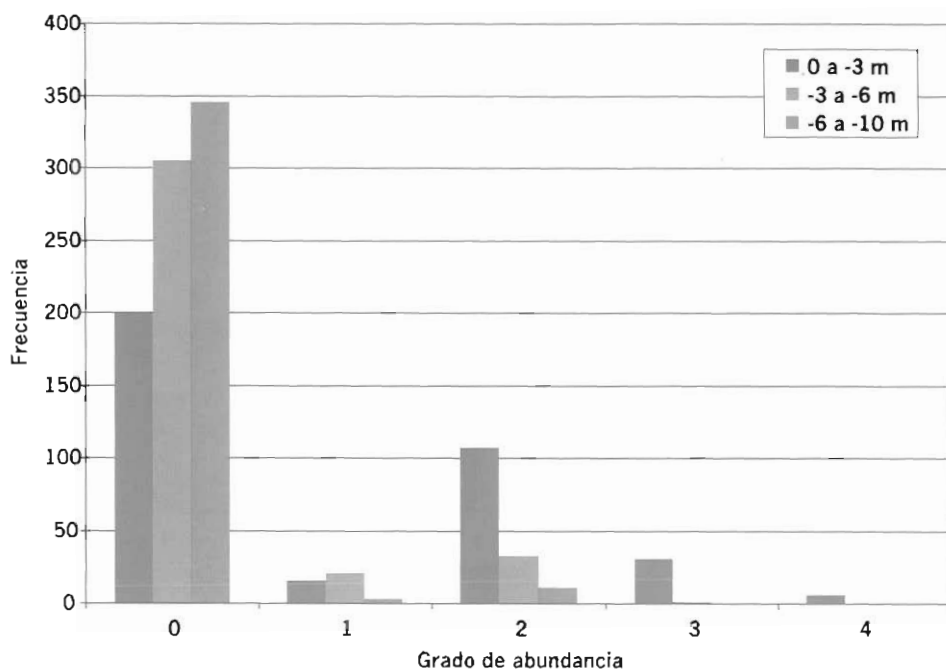


Gráfico 2. Frecuencia de grados de abundancia de *P. lividus* en función del rango de profundidad en la provincia de Málaga.

En las zonas donde sí se ha observado la presencia de esta especie, se aprecia que los niveles de abundancia más altos (3 y 4) se sitúan, preferentemente, en la franja batimétrica entre 0 a -3 m, seguida de la de -3 a -6 m, lo que sugiere que el aumento de profundidad provoca una disminución del grado de abundancia.

Se observa que para ambas franjas batimétricas el grado de abundancia mejor representado es el 2, es decir, poco abundante (de 1 a 15 ejemplares/m²), lo que sugiere que el recurso se encuentra, en general, presente en cantidades no muy elevadas a lo largo de toda la zona de estudio; si bien, existen algunos puntos donde el grado de abundancia es considerablemente alto, lo que pone de manifiesto la existencia de zonas concretas donde se localizan poblaciones con densidades importantes que pueden ser propuestas como zonas de alto interés desde el punto de vista de la explotación del recurso.

En los Gráficos 3 y 4 se analizan los porcentajes relativos de observaciones de cada grado de abundancia con respecto a las realizadas en total. En ellos se puede comprobar que es efectivamente, el rango batimétrico comprendido entre 0 y -3 m el que presenta porcentajes superiores para los grados de abundancia más altos, los cuales disminuyen progresivamente en los rangos -3 a -6 m y -6 a -10 m respectivamente. Se aprecia una disminución porcentual en los grados de abundancia inferiores.

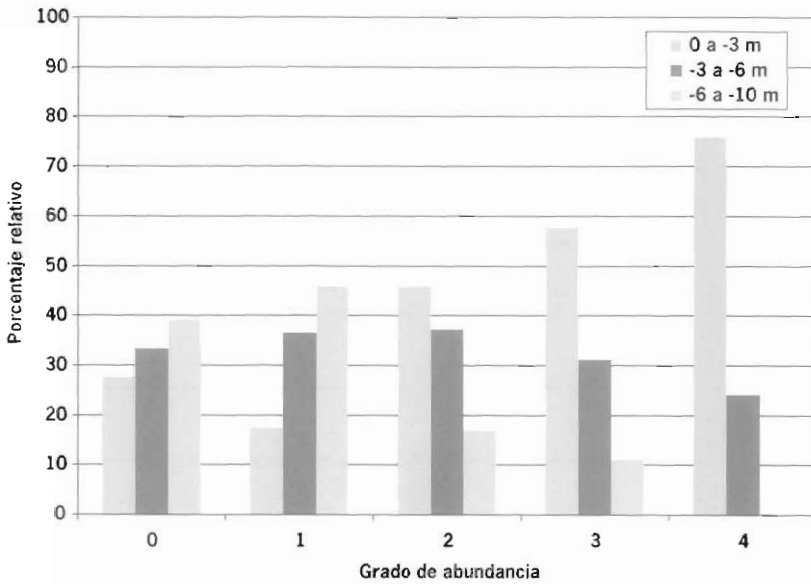


Gráfico 3. Porcentajes relativos de abundancia para cada rango de profundidad en *P. lividus* en la provincia de Cádiz.

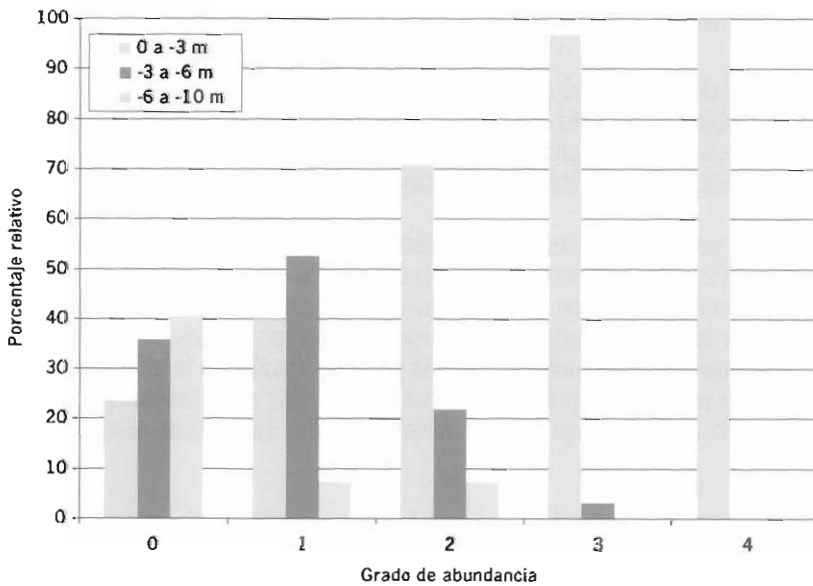


Gráfico 4. Porcentajes relativos de abundancia para cada rango de profundidad en *P. lividus* en la provincia de Málaga.

Estos resultados indican que la distribución de la especie *P. lividus* queda definida, en cuanto a densidad se refiere, por una abundancia superior en la zona comprendida entre 0 a -3 m, seguida de -3 a -6 m, que puede considerarse como una zona de transición donde no suelen ser frecuentes abundancias extremas y, por último, de -6 a -10 m en la que los porcentajes relativos de abundancia no son significativamente altos.

Por tanto, se puede considerar que la abundancia de esta especie decrece conforme se alcanzan mayores profundidades. Este hecho queda reflejado al representar las líneas de tendencia de abundancia para cada rango de profundidad (Gráficos 5 y 6).

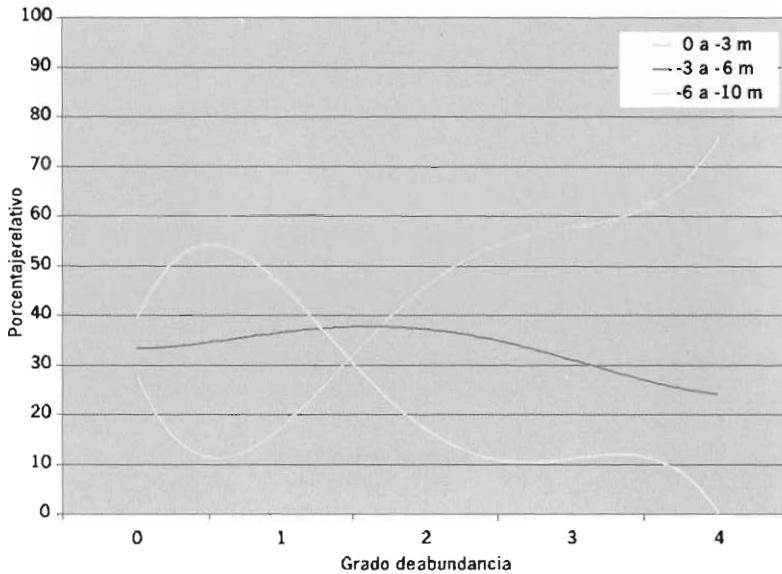


Gráfico 5. Tendencia de los porcentajes relativos de abundancia para cada rango de profundidad en *P. lividus* para la provincia de Cádiz.



Para determinar el sustrato preferencial para el asentamiento de poblaciones de *P. lividus* se analizan los porcentajes relativos de los tres tipos de sustrato definidos anteriormente: "Piedra", "Piedra y arena" y "Arena".

La representación de estos resultados (Gráficos 7 y 8) indica que el sustrato duro es el más adecuado para el asentamiento de poblaciones de *P. lividus*, constituido, fundamentalmente, por Piedra en la provincia de Cádiz y por Piedra o Piedra y Arena en la de Málaga.

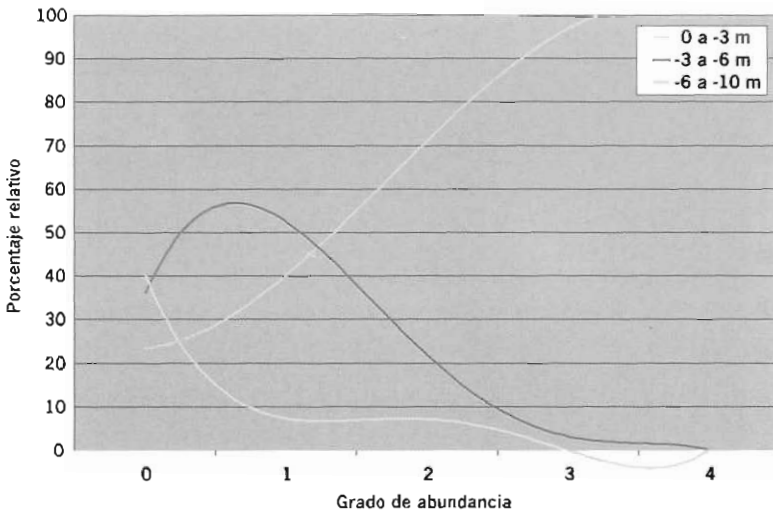


Gráfico 6. Tendencia de los porcentajes relativos de abundancia para cada rango de profundidad en *P. lividus* para la provincia de Málaga.

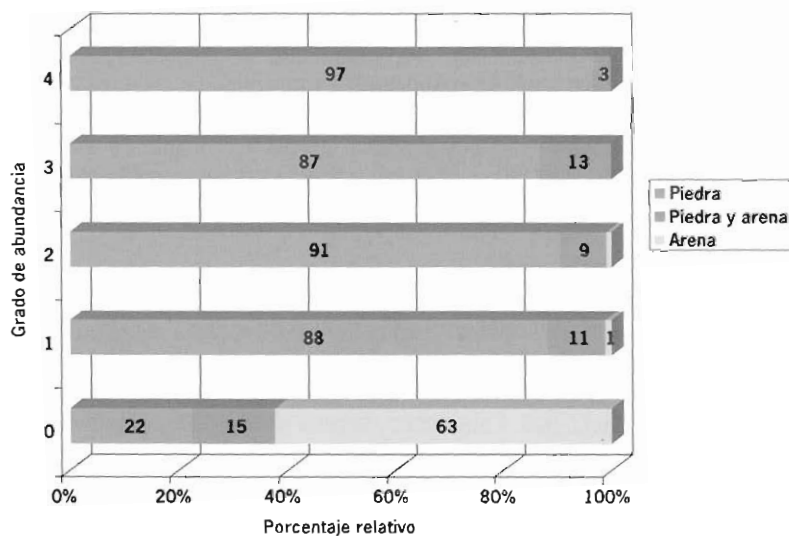


Gráfico 7. Porcentajes relativos de los diferentes grados de abundancia para cada tipo de sustrato en *P. lividus* en la provincia de Cádiz.

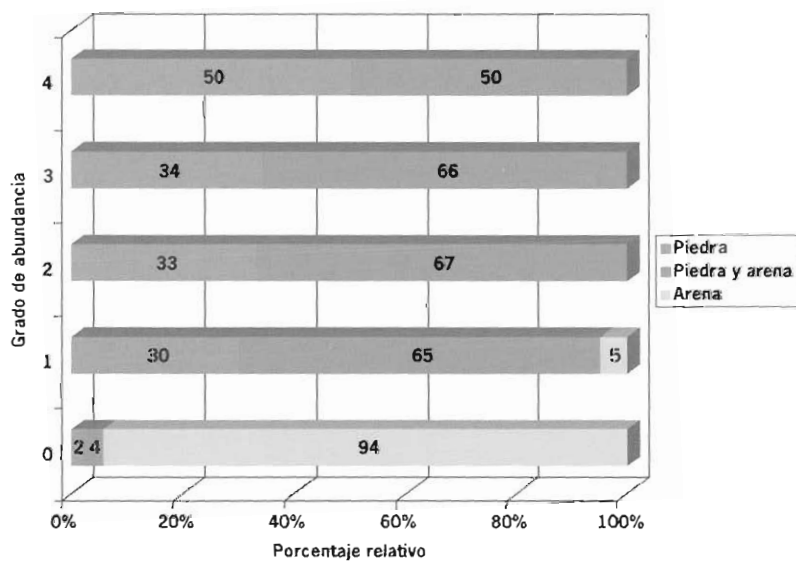


Gráfico 8. Porcentajes relativos de los diferentes grados de abundancia para cada tipo de sustrato en *P. lividus* en la provincia de Málaga.



La mayor abundancia de individuos sobre sustrato de “Piedra y Arena” en la provincia de Málaga con respecto a la de Cádiz, se debe a que, en la costa malagueña, para el sustrato “Piedra”, la abundancia es menor que en la gaditana, mientras que es mayor para el sustrato “Piedra y Arena”. No obstante, los individuos observados en este tipo de fondo, se asentaban fundamentalmente sobre las piedras sueltas y encostramientos existentes en el mismo, mas que sobre las zonas arenosas propiamente dichas. La presencia de esta especie es prácticamente nula en fondos de arena.

4.3.1.2 Erizo negro (*Arbacia lixula*)

Los muestreos realizados, reflejan que la especie *A. lixula* se encuentra prácticamente ausente en el litoral atlántico de la costa gaditana, comenzando a aparecer los primeros ejemplares en la zona cercana a la punta de la Peña en el término municipal de Tarifa, área de influencia mediterránea. Este hecho, parece apoyar la hipótesis de que *A. lixula* es una especie de carácter mediterráneo, frente a *P. lividus*, cuyo hábitat se extiende tanto por la costa atlántica como por la mediterránea.

Por otra parte, una vez que *A. lixula* comienza a aparecer, suele compartir hábitat con *P. lividus*, lo que, en cierta medida, supone una competencia para el desarrollo de las poblaciones de ambas especies.

Al igual que para *P. lividus*, se representa la frecuencia del grado de abundancia en función del rango de profundidad considerado (Gráficos 9 y 10).

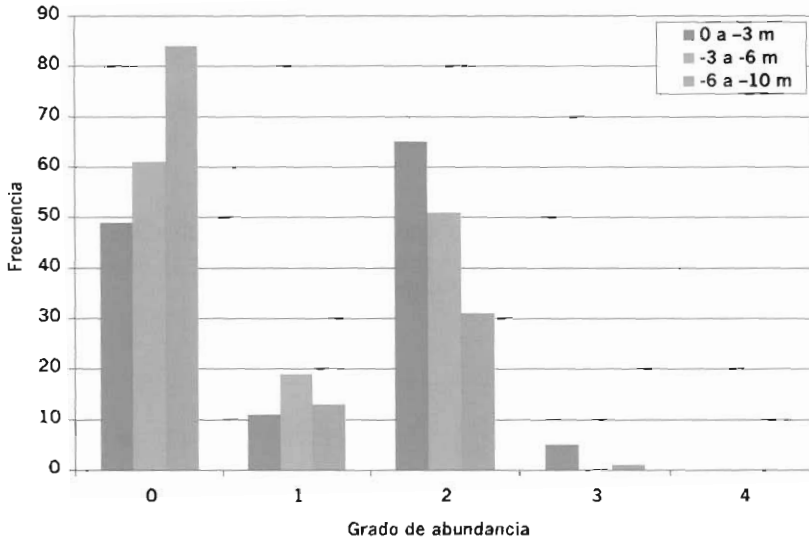


Gráfico 9. Frecuencia de grados de abundancia de *A. lixula* en función del rango de profundidad para la provincia de Cádiz.

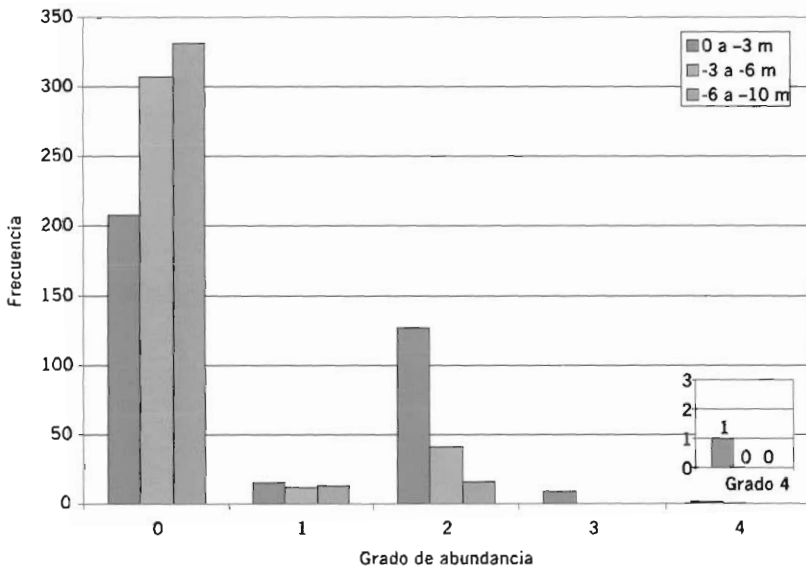


Gráfico 10. Frecuencia de grados de abundancia de *A. lixula* en función del rango de profundidad para la provincia de Málaga.



Es una especie poco frecuente, pero cuando está presente, suelen predominar valores de poca abundancia, que, además, se reducen conforme aumenta la profundidad.

Esto hace suponer que, al igual que ocurre con *P. lividus*, la densidad se relaciona de manera inversa con la profundidad, es decir, a mayor profundidad, menor número de ejemplares/m².

Al analizar el porcentaje relativo de abundancia para cada profundidad (Gráficos 11 y 12), se puede apreciar que los mayores grados de abundancia (3 en Cádiz y 3 - 4 en Málaga) se dan principalmente en cotas entre 0 y -3 m.

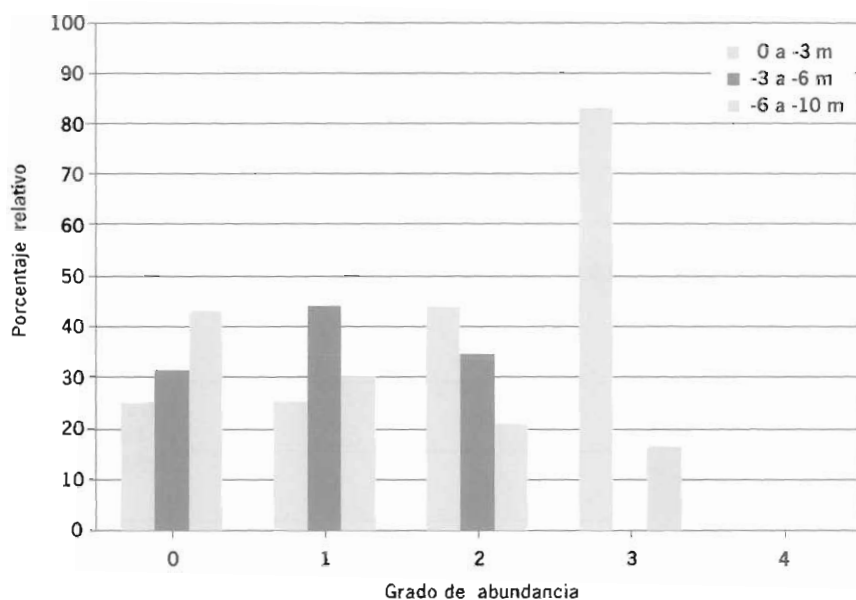


Gráfico 11. Porcentajes relativos de abundancia para cada rango de profundidad en *A. lixilia* para la provincia de Cádiz.

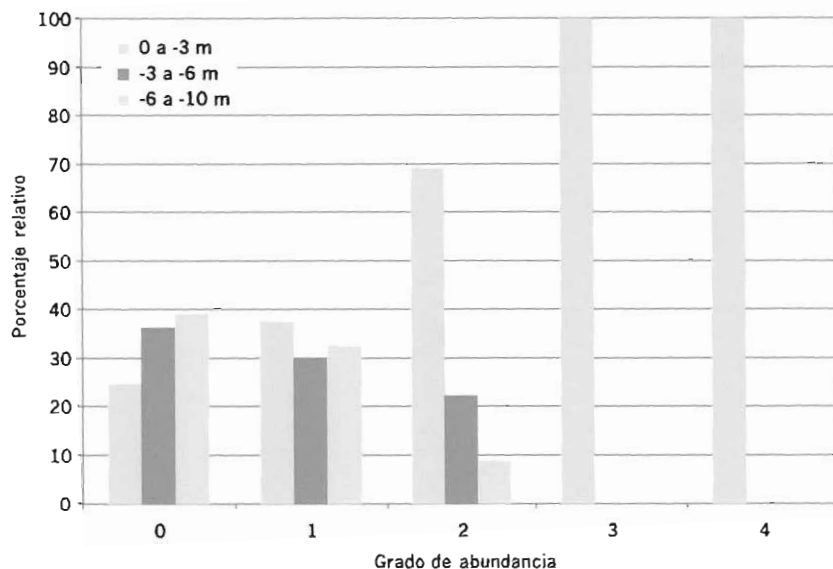


Gráfico 12. Porcentajes relativos de abundancia para cada rango de profundidad en *A. lixula* para la provincia de Málaga.

Por lo que respecta al grado de abundancia 2 (poco abundante), existe representación en todos los rangos batimétricos considerados, decreciendo el porcentaje relativo con el aumento de profundidad.

Respecto a la ausencia de la especie (grado de abundancia 0), el reparto porcentual muestra un aumento a medida que las cotas batimétricas son mayores. Esto corrobora la hipótesis de que la abundancia de las poblaciones de *A. lixula* decrece con la profundidad al igual que ocurre con *P. lividus*.

Si analizamos las curvas de tendencia relativa para los tres rangos de profundidad (Gráficos 13 y 14), se puede comprobar con mayor claridad como la abundancia disminuye con la profundidad, siendo el rango 0 a -3 m el que parece más idóneo para el desarrollo de la población, así como el grado 2 (Poco Abundante) el que predomina en el área estudiada.

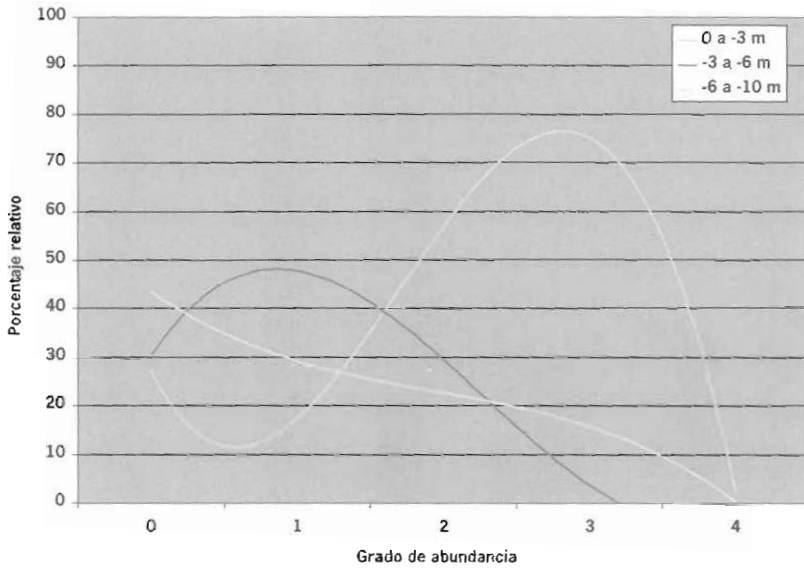


Gráfico 13. Tendencia de los porcentajes relativos de abundancia para cada rango de profundidad en *A. lixula* para la provincia de Cádiz.

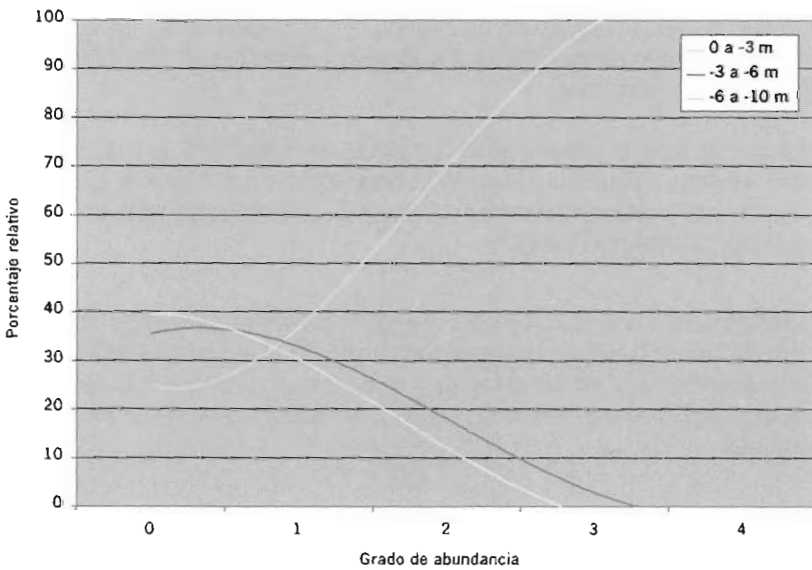


Gráfico 14. Tendencia de los porcentajes relativos de abundancia para cada rango de profundidad en *A. lixula* para la provincia de Málaga.

Como se puede observar en los Gráficos 15 y 16, el sustrato preferencial de *A. lixula* es el duro (fundamentalmente Piedra en la provincia de Cádiz y Piedra y Arena en la de Málaga), siendo habitual la ausencia de individuos en las zonas de sustrato blando (Arena).

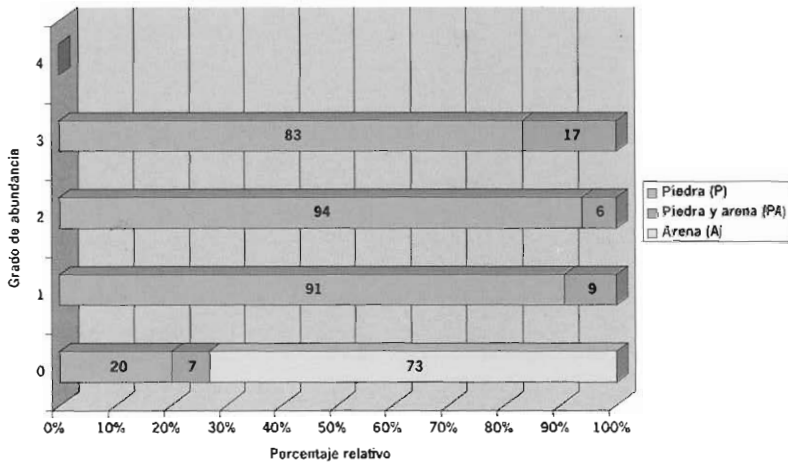


Gráfico 15. Porcentaje relativo de los diferentes grados de abundancia de *A. lixula* para cada tipo de sustrato en la provincia de Cádiz.

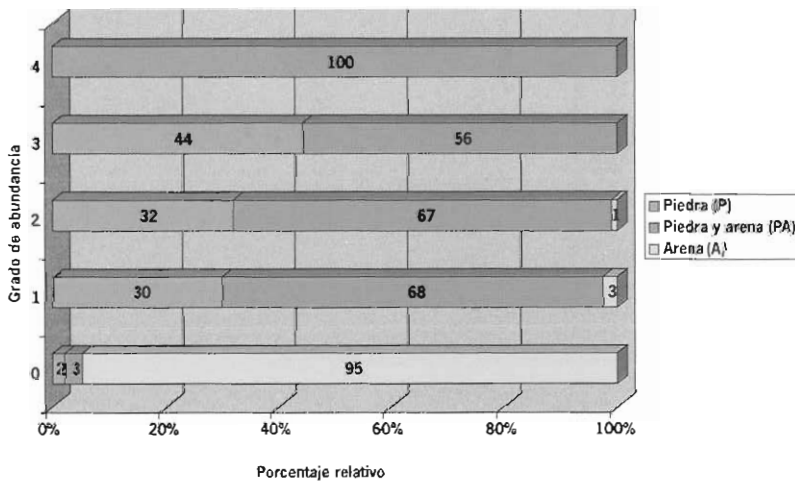


Gráfico 16. Porcentaje relativo de los diferentes grados de abundancia de *A. lixula* para cada tipo de sustrato en la provincia de Málaga.



Por último, se comparan las abundancias de *A. lixula* con respecto a *P. lividus* en los distintos rangos de profundidad, en la zona en la que ambas especies cohabitan (Gráficos 17 y 18). Para facilitar la interpretación, se han agrupado los valores de abundancia en tres rangos (considerando en conjunto los valores de presencia y poco abundante por un lado y los de abundante y muy abundante por otro).

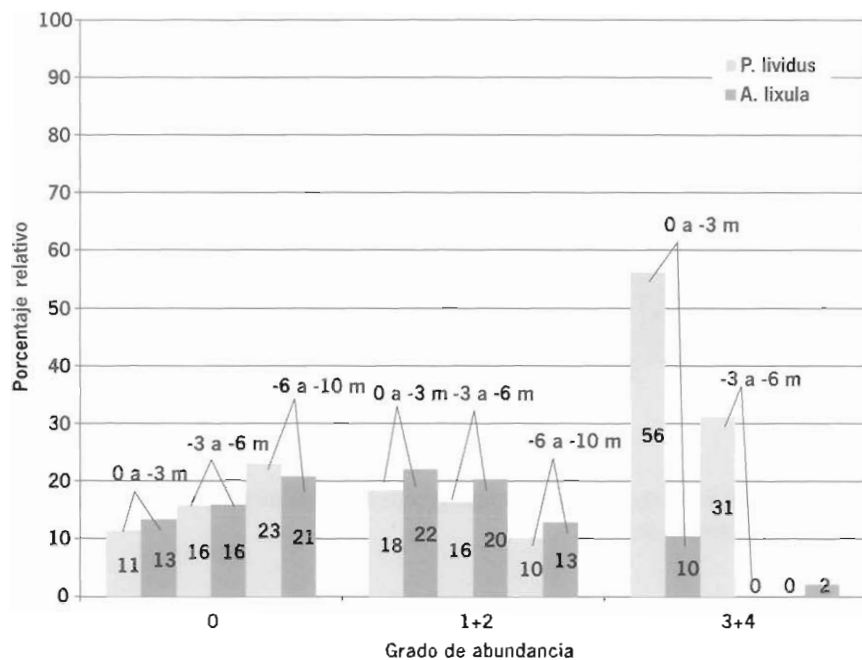


Gráfico 17. Abundancias de *A. lixula* con respecto a *P. lividus* en los distintos rangos de profundidad en la provincia de Cádiz.

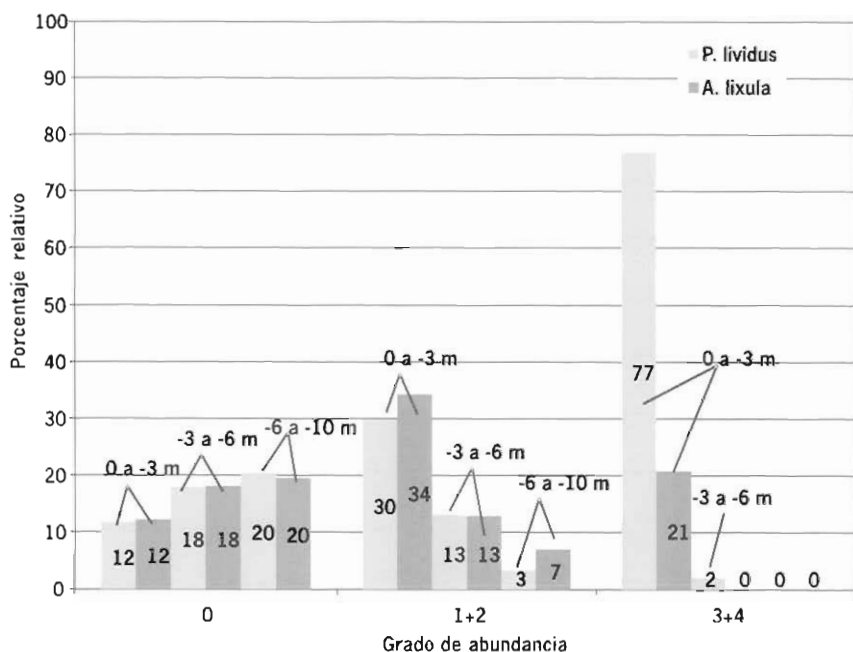


Gráfico 18. Abundancias de *A. lixula* con respecto a *P. lividus* en los distintos rangos de profundidad en la provincia de Málaga.

Se observa que para un grado de abundancia alto (valor 3-4), la especie *P. lividus* es, en general, más abundante que *A. lixula*, en el rango de profundidad de 0 a -6 m. Asimismo, para un grado de abundancia medio (1-2), el porcentaje relativo de abundancia de *A. lixula* es mayor que el de *P. lividus* a cualquier profundidad.

4.3.1.3 Erizo violáceo (*Sphaerechinus granularis*)

Al igual que ocurre con *A. lixula*, *S. granularis* empieza a aparecer en la zona que limita el océano Atlántico con el mar Mediterráneo (áreas cercanas a Tarifa), por lo que esta especie presenta un carácter más mediterráneo que *P. lividus*.



A continuación se representa la frecuencia de grados de abundancia de *S. granularis* en función del rango de profundidad (Gráficos 19 y 20).

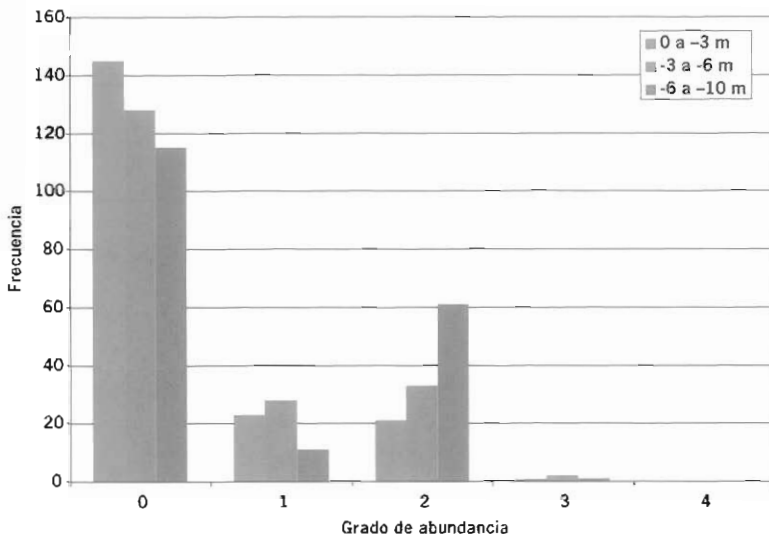


Gráfico 19. Frecuencia de grados de abundancia de *S. granularis* para los distintos rangos de profundidad en la provincia de Cádiz.

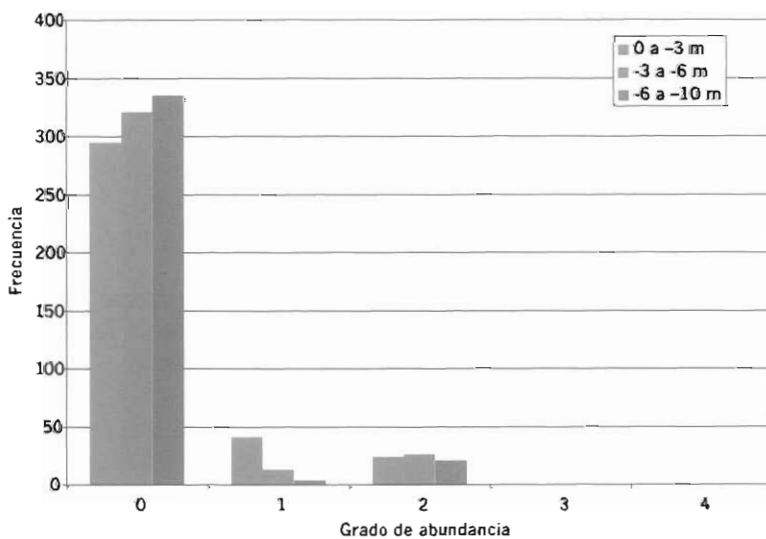


Gráfico 20. Frecuencia de grados de abundancia de *S. granularis* para los distintos rangos de profundidad en la provincia de Málaga.



Puede concluirse que esta especie es poco abundante en la zona muestreada, aumentando el grado de abundancia con la profundidad (al contrario de lo que ocurre con *P. lividus* y *A. lixula*). En la representación gráfica del porcentaje relativo de grados de abundancia de *S. granularis* en los diferentes grados de profundidad (Gráficos 21 y 22) se puede ver que la abundancia de *S. granularis* en el área estudiada es baja, siendo los grados de abundancia más frecuentes 0, 1 y 2 (ausencia, presencia y poco abundante). El grado 2 es, además, más frecuente a mayor profundidad.

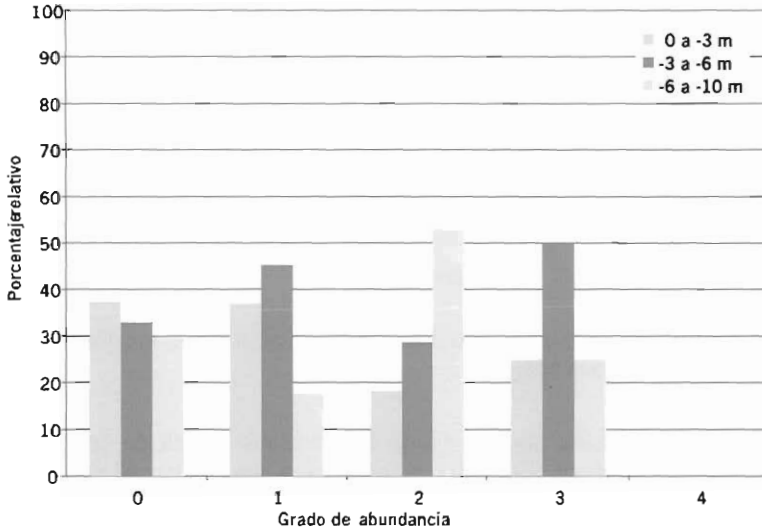


Gráfico 21. Porcentajes relativos de abundancia de *S. granularis* para los distintos rangos de profundidad en la provincia de Cádiz.

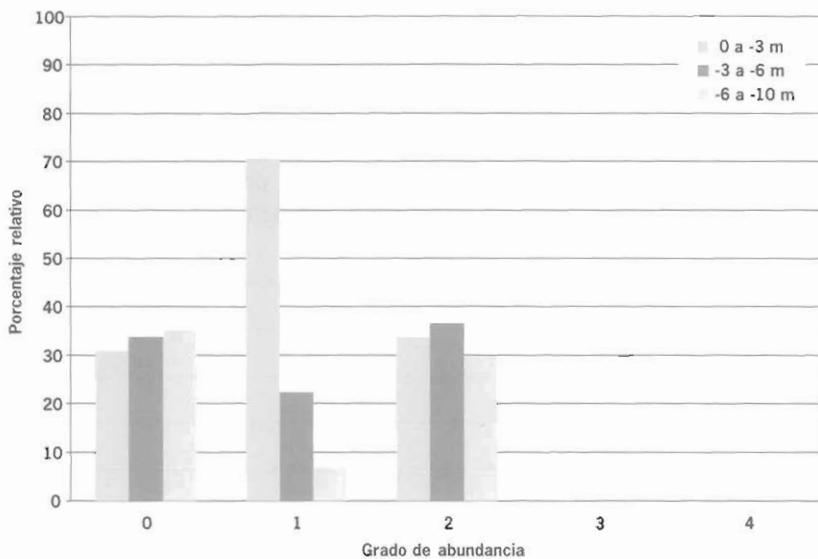


Gráfico 22. Porcentajes relativos de abundancia de *S. granularis* para los distintos rangos de profundidad en la provincia de Málaga.

Al analizar los grados de abundancia de *S. granularis* en función de los diferentes sustratos existentes (Gráficos 23 y 24), se comprueba que el sustrato preferente de *S. granularis* es "Piedra" en el caso de Cádiz y "Piedra y Arena" en el de Málaga, siendo casi nula la presencia de esta especie en arena.

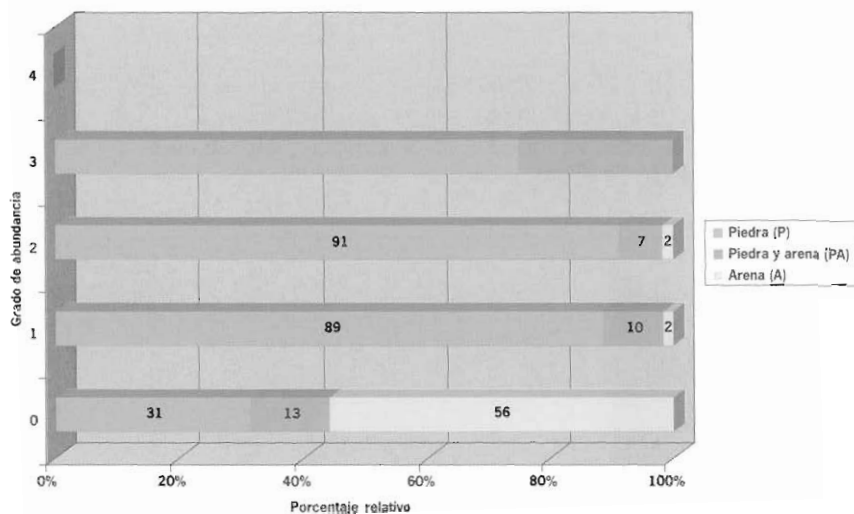


Gráfico 23. Porcentajes relativos de abundancia de *S. granularis* para los diferentes tipos de sustrato considerados en la provincia de Cádiz.

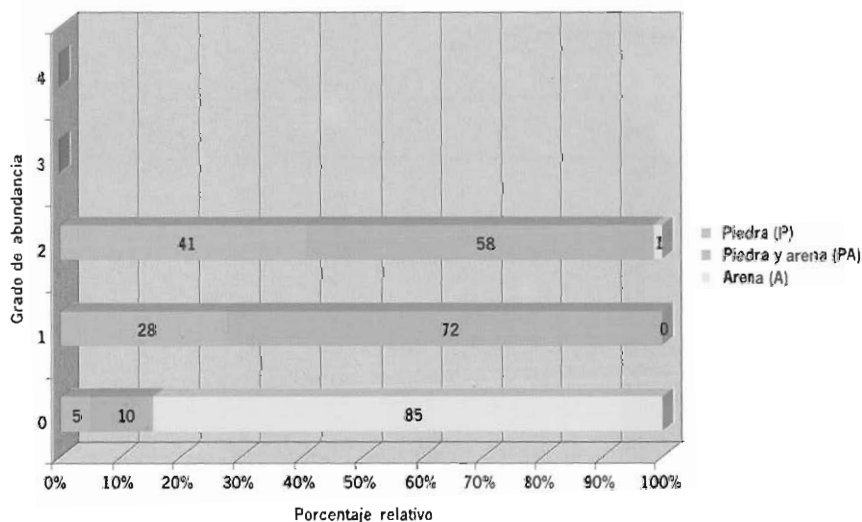


Gráfico 24. Porcentajes relativos de abundancia de *S. granularis* para los diferentes tipos de sustrato considerados en la provincia de Málaga.



4.3.2 Anémonas

En los Gráficos 25 y 26 se representan las frecuencias de los distintos grados de abundancia, estimados en los diferentes rangos de profundidad (0 a -3 m, -3 a -6 m y -6 a -10 m) para esta especie. Los grados de abundancia considerados han sido los mismos que para el estudio de erizos.

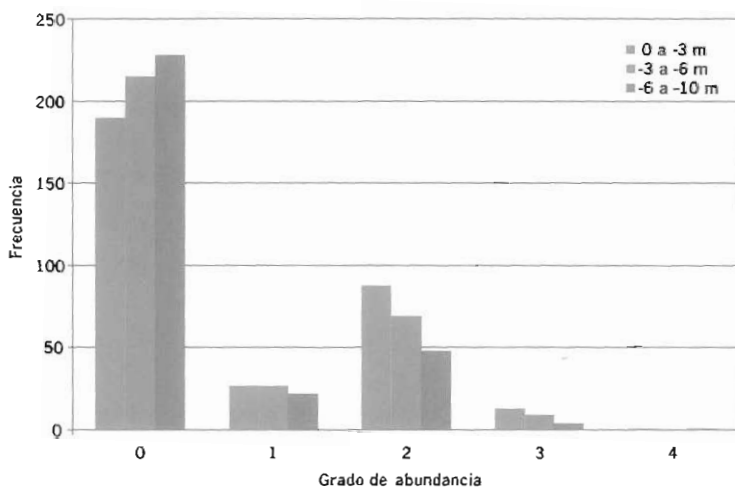


Gráfico 25. Frecuencia de los distintos grados de abundancia de *A. Sulcata* para los diferentes rangos de profundidad en la provincia de Cádiz.

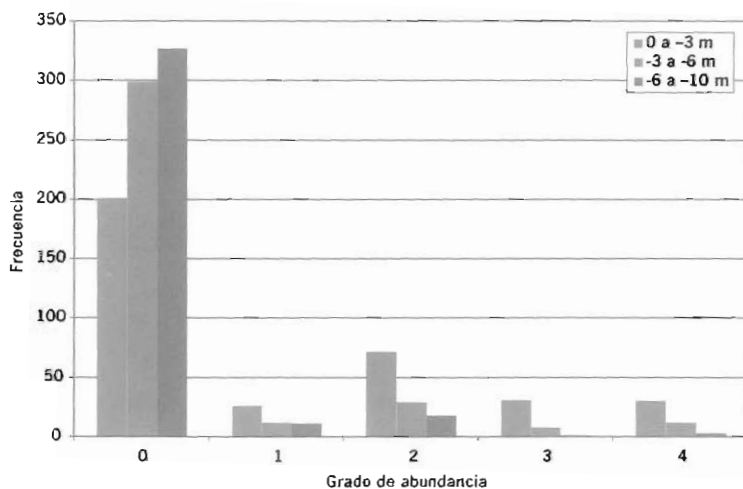


Gráfico 26. Frecuencia de los distintos grados de abundancia de *A. Sulcata* para los diferentes rangos de profundidad en la provincia de Málaga.

A. sulcata se distribuye de forma bastante homogénea en cuanto a profundidad se refiere, aunque se observa un mayor grado de abundancia conforme disminuye la profundidad. En la mayor parte de las zonas en las que se ha detectado, su grado de abundancia más representativo es 2. Se aprecia que está presente en toda la franja batimétrica prospectada (entre 0 y -10 m). Existe un significativo número de zonas con importantes niveles de abundancia que podrían constituir áreas de interés para su explotación.

En los Gráficos 27 y 28 se analizan los porcentajes relativos de observaciones de cada grado de abundancia con respecto al total de observaciones realizadas en *A. sulcata*, porcentajes calculados de la misma forma que para los erizos, anteriormente estudiados.

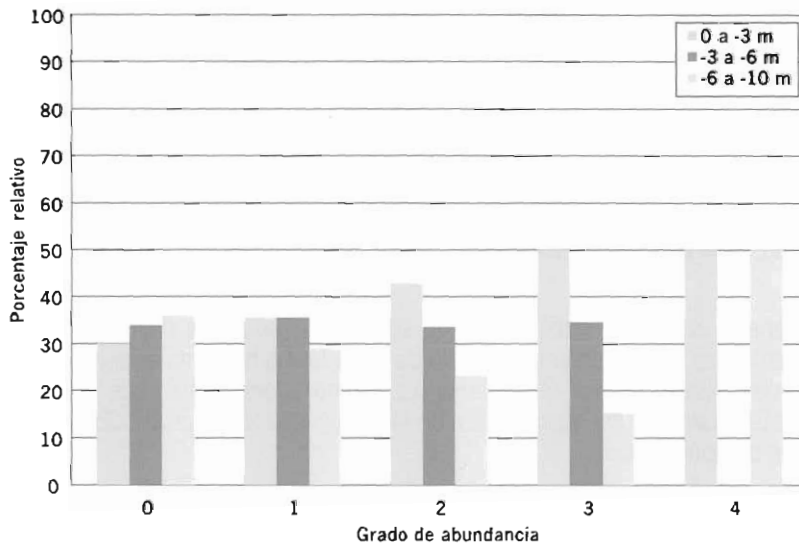


Gráfico 27. Porcentajes relativos de abundancia de *A. sulcata* para los diferentes rangos de profundidad en la provincia de Cádiz.

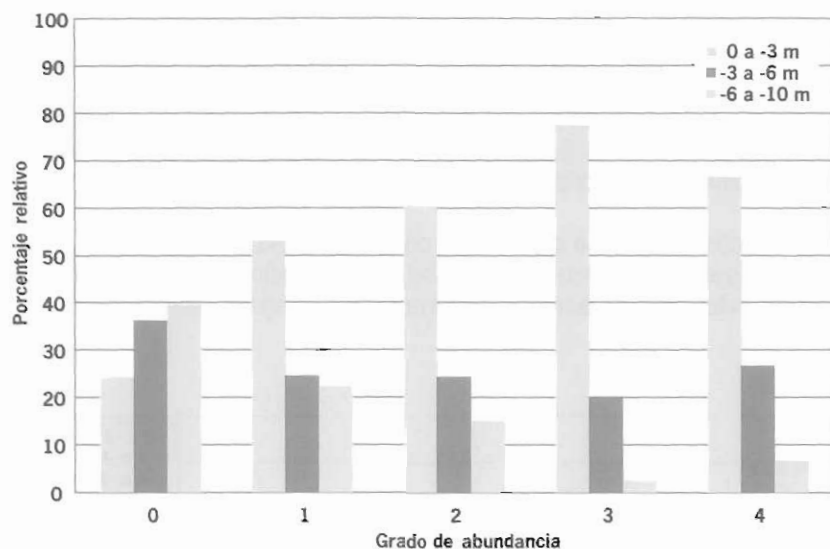


Gráfico 28. Porcentajes relativos de abundancia de *A. sulcata* para los diferentes tipos de sustrato considerados en la provincia de Málaga.

En general, se puede concluir que *A. sulcata* se encuentra distribuida en todo el rango batimétrico estudiado con un grado de abundancia bastante aceptable, siendo el rango de profundidad de 0 a -3 m, el que parece más idóneo para el desarrollo de esta especie, observándose una disminución de la frecuencia con la profundidad para todos los grados de abundancia.

Para determinar la preferencia del tipo de sustrato, en los Gráficos 29 y 30 se han representado los porcentajes relativos del tipo de sustrato para los diferentes grados de abundancia obtenidos para esta especie.

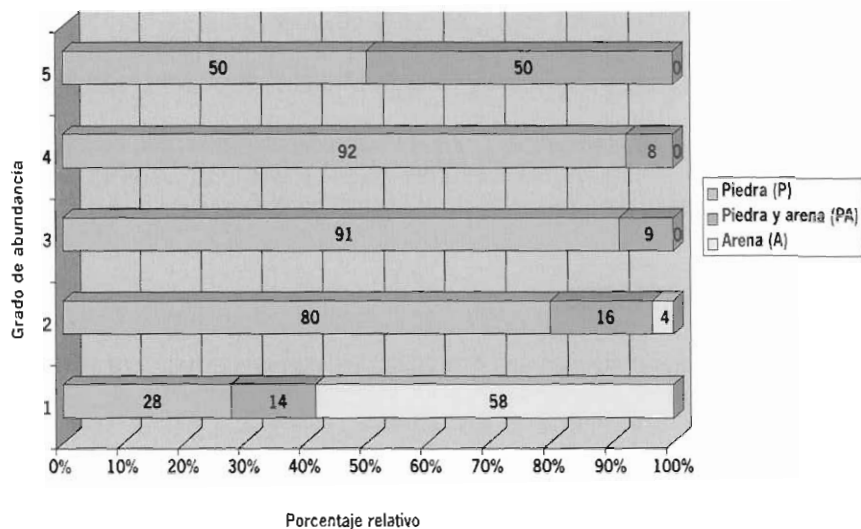


Gráfico 29. Porcentajes relativos de abundancia de *A. sulcata* para cada tipo de sustrato en la provincia de Cádiz.

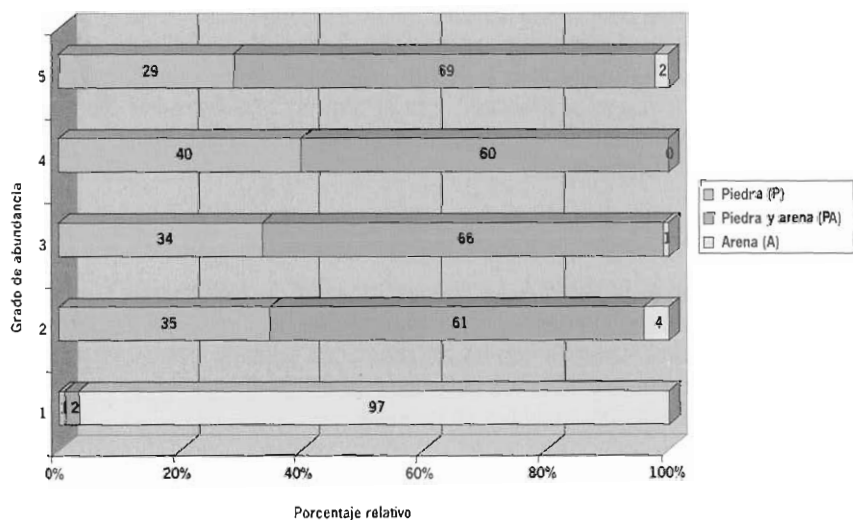


Gráfico 30. Porcentajes relativos de abundancia de *A. sulcata* para cada tipo de sustrato en la provincia de Málaga.



Al igual que ocurría con los erizos, se puede observar que el sustrato más adecuado para el desarrollo de la especie es el sustrato duro, siendo, en todos los casos, el constituido por Piedra en Cádiz y por Piedra y Arena en Málaga el de mayor grado de presencia.

Para los grados de abundancia 1, 2 y 3 se aprecia un predominio del asentamiento de la especie sobre piedra, seguido de piedra y arena y, en el caso del grado de abundancia 1, incluso en arena. Para los casos de grado de abundancia 2 y 3 no existen registros en arena.

4.4 CONSIDERACIONES.

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes consideraciones:

4.4.1 Erizos

Distribución

La especie *Paracentrotus lividus* se distribuye a lo largo de toda la costa gaditana y malagueña. Por el contrario, las especies *Arbacia lixula* y *Sphaerechinus granularis* hacen su aparición en las zonas más orientales de las costas de Cádiz y en toda la costa malagueña, siendo *S. granularis* la especie menos abundante de las tres consideradas, presentándose en general en menos zonas.

Con respecto a la distribución batimétrica de las especies consideradas, *P. lividus* y *A. lixula* se encuentran principalmente en el rango batimétrico de 0 a -3 m, observándose una disminución de la abundancia con el aumento de la profundidad, más acentuada en el caso de *P. lividus* en el rango -6 a -10 m, que en *A. lixula*, que aparece con mayor frecuencia en dicho rango. *S. granularis*, por el contrario, se distribuye preferentemente, en el rango de profundidad de -6 a -10 m, disminuyendo en general su abundancia con la disminución de la profundidad.

Tipo de sustrato

La aparición de ejemplares de las tres especies en sustrato blando (arena) es prácticamente nula. En todos los casos, el sustrato preferencial para las tres especies es el sustrato duro (piedra), apareciendo en las zonas con sustrato definido como "Piedra" o "Piedra y arena". En este último, los individuos se encuentran en las rocas aisladas presentes en la zona, estando ausentes en la arena.

En Cádiz, la observación en determinados casos de ausencia de *P. lividus* en sustrato duro, en principio adecuado para su desarrollo, puede ser debido a factores ambientales como la alta tasa de sedimentación de algunas zonas, o a una sobreexplotación del recurso. Un indicio de esta última circunstancia puede ser la aparición de densidades significativas de esta especie en lugares cercanos a las zonas de ausencia sobre sustrato duro, pero de mayor dificultad de acceso para los recolectores.

En cambio, las características del sustrato en la costa malagueña, con predominio de sustrato arenosos y de piedra y arena, frente al sustrato rocoso propiamente dicho, supone que realmente existan pocas zonas óptimas para el desarrollo de las poblaciones de erizo. Este hecho, unido a la competencia por el sustrato que existe entre *P. lividus* y *A. lixula*, condicionan en gran medida la abundancia de estas especies. Así, sólo en lugares puntuales, una de las dos especies predomina sobre la otra, no existiendo realmente zonas extensas donde la abundancia de alguna de las dos especies sea considerable.

Por último, cabe destacar que la abundancia elevada de *P. lividus* o *A. lixula* en zonas puntuales, supone, en general, una menor presencia de la otra especie. Este dato adquiere interés desde el punto de vista del establecimiento de una explotación sostenible de alguna de las dos especies, ya que la explotación selectiva de una de ellas, puede favorecer la proliferación de la otra con el consiguiente peligro para el equilibrio ecológico de ambas poblaciones.

4.4.2 Anémonas

Distribución

A. sulcata se distribuye por toda la franja litoral gaditana y malagueña.

Exceptuando las zonas del litoral gaditano donde se encuentra sobreexplotada prácticamente en toda la costa atlántica del mismo, se puede considerar que *A. sulcata* se encuentra bien representada en todos los rangos de profundidad estudiados, si bien, parece que es ligeramente más abundante a poca profundidad, donde la mayor luminosidad, la turbulencia de las aguas y el efecto del oleaje le proporcionan una buena disponibilidad de alimento.

Tipo de sustrato preferente

El sustrato preferencial de esta especie es el sustrato duro, siendo prácticamente inexistente en sustrato blando (arena).

5 ESTUDIO DE COMERCIALIZACIÓN

El creciente consumo del erizo de mar y la anémona marina como elementos culinarios típicos de ciertas zonas del litoral andaluz pone de manifiesto su importancia en cuanto a su extracción y comercialización. La posible demanda comercial, tanto a nivel nacional como internacional de ambos, hace que puedan constituir un recurso explotable que genere importantes beneficios económicos.

Actualmente, el consumo de erizos se concentra en algunos municipios de la provincia de Cádiz en los que existe una gran tradición que se acentúa en determinadas épocas del año. El progresivo interés, principalmente por el erizo de mar (*Paracentrotus lividus*), como producto típico de la gastronomía gaditana, supone una fuerte presión marisquera sobre las poblaciones de esta especie existentes en el propio litoral de Cádiz y áreas próximas.

La anémona de mar (*Anemonia sulcata*), popularmente conocida como ortiguilla, es una especie muy común en nuestras costas, cuyo consumo se ha extendido a partir de ciertos pueblos marineros de la costa de Cádiz como Tarifa, Barbate, Conil y Chipiona, en los que el consumo de la ortiguilla es habitual desde hace muchos años. Actualmente, su utilización culinaria se ha ampliado a otras zonas de Andalucía, lo que ha motivado el aumento significativo de su recolección, que supone, al igual que en el caso de los erizos ya mencionado, una presión extractiva creciente sobre sus poblaciones naturales.

La captura de ejemplares de las especies mencionadas, llevada a cabo de manera indiscriminada y marginal, supone cierta regresión de las poblaciones autóctonas existentes en algunos puntos de la costa andaluza. Este hecho podría poner en peligro la pervivencia de estas especies en sus hábitats actuales y, por tanto, comprometer su utilización como recurso litoral.

El estudio de comercialización, que trata de describir los elementos más significativos de la captura y comercialización de erizos y anémonas, es fruto de la utilización de dos fuentes fundamentales de información: la observación directa mediante la que se ha podido determinar, de forma general, las principales características de esta actividad extractiva y la información recabada mediante la realización de entrevistas a personas y entidades relacionadas con esta actividad, tanto desde el punto de vista extractivo como comercial.

El estudio trata de dar respuestas sencillas a cuestiones que permitan conocer las particularidades más destacables de esta labor extractiva y comercial, con la finalidad de contribuir a sentar las bases para la gestión racional del erizo y la anémona de mar como recurso pesquero del litoral andaluz.



5.1 PERFIL DEL RECOLECTOR

El análisis del perfil del recolector de erizos y anémonas se ciñe, principalmente, a la zona gaditana, ya que de ella proviene la práctica totalidad del colectivo que se dedica a esta actividad.

Si bien, en la actualidad existen muchas personas que desarrollan la labor extractiva de erizos y anémonas, podemos decir que la figura de recolector de estas especies, en sentido estricto, no existe. Se trata, más bien, de una ocupación que comparten, con diferentes niveles de dedicación, con otras actividades.

Principalmente, la labor extractiva y comercial de este recurso se realiza como complemento a otras prestaciones económicas que suelen tener aseguradas. Se trata, por tanto, de una forma de pluriempleo que permite conseguir, sobre todo en ciertas épocas del año, ingresos económicos extra. Así, se encuentra un amplio sector social en el que tienen cabida desempleados, jubilados, trabajadores eventuales y hijos de cualquier ámbito laboral que, en sus ratos libres, se dedican a la captura y comercialización de erizos y anémonas.

Cabe mencionar que, independientemente de su situación laboral, algunos solo realizan esta actividad durante la época de mayor venta o consumo. Para los erizos, principalmente el invierno y, en especial, en los meses de enero y febrero que, por otra parte, es cuando se produce el fenómeno social, propio del litoral gaditano, denominado "erizada" que acompaña a los Carnavales. Otros, se dedican a esta labor durante un periodo mayor. En este sentido, es necesario mencionar que popularmente se identifican como meses buenos para capturar y vender erizos aquellos que en su nombre contengan la letra "r" (enero, febrero, marzo, abril, septiembre, octubre, noviembre y diciembre).

La ortiguilla permite un mayor periodo de tiempo para su captura y comercialización, debido a que su venta está prácticamente garantizada durante todo el año en muchas zonas andaluzas en las que tiene una creciente apreciación y, por tanto, gran demanda comercial. Cabe destacar que, en el caso de las anémonas, es principalmente en verano cuando se produce un considerable aumento en su comercialización por parte de peñas, bares y restaurantes.

De entre todos los representantes de este sector extractivo, los hay que realizan sus capturas, tanto de erizos como de ortiguillas, por encargo, llegando a recolectar tantos como tienen garantizado vender de antemano. Otros, cogen tantos como pueden, debiendo encargarse posteriormente de colocarlos en el mercado para que la relación esfuerzo-resultado económico les sea rentable.

Otro tipo de recolectores son los aficionados, que capturan tanto ortiguillas como erizos para consumo personal.

5.2 LUGARES Y ZONAS PREFERENTES DE CAPTURA

Los lugares preferentes de captura, tanto del erizo como de la anémona, están determinados principalmente por las posibilidades físicas y materiales de cada recolector.

Por lo que respecta a las zonas preferentes para la extracción del recurso, se produce una selección de aquellas áreas que garanticen, en el mayor grado posible, la recolección de un número abundante de ejemplares en poco tiempo; así, se pueden capturar tantos como sean necesarios y volver a tiempo para su venta. Suelen seleccionarse lugares que resulten accesibles y que ofrezcan relativa comodidad para poder llegar a ellos y a la proximidad del agua en el propio vehículo. Además, suelen ser áreas accesibles para la entrada y salida del agua, y de gran abundancia de ejemplares en espacios relativamente reducidos. Todo ello supone una reducción en el esfuerzo de captura y, por tanto, una mejora en el proceso; en cambio, se puede producir una severa alteración sobre las poblaciones existentes.

Por lo que respecta a las zonas preferentes, dentro de los lugares de captura, se ha constatado que la captura de erizos y de anémonas se realiza tanto en la zona intermareal, aprovechando las bajamares y las charcas que quedan, como en la infralitoral, donde se recolectan ejemplares practicando el submarinismo, ya sea en apnea o mediante el uso de escafandra autónoma. Se puede asignar a cada una de las modalidades mencionadas la siguiente distribución porcentual aproximada: Intermareal a pie 25%, buceo en apnea 65% y buceo con escafandra autónoma 10% (Gráfico 31).

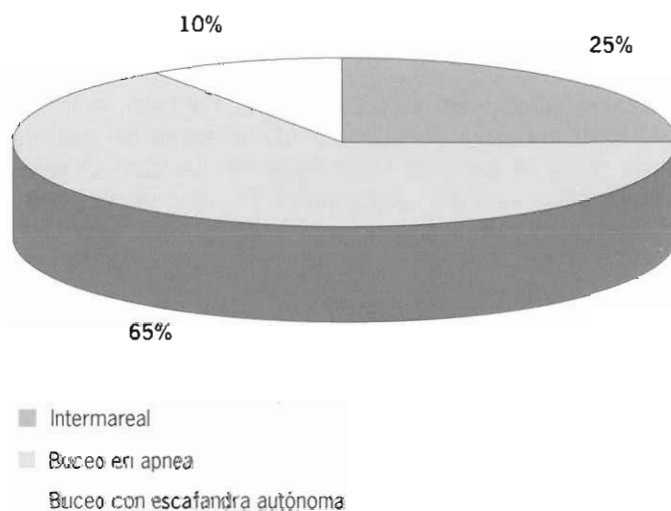


Gráfico 31. Distribución de modalidades utilizadas para la captura del erizo de mar.

5.3 PROCESO DE CAPTURA, TRANSFORMACIÓN Y CONSERVACIÓN, TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN

5.3.1 Captura

5.3.1.1 Erizos

La captura de ejemplares en la zona intermareal suele realizarse a mano, ayudándose de un instrumento que recibe el nombre de “garabato”, se trata de una pletina o varilla de acero inoxidable cuyo extremo está curvado y que puede estar provista de un mango, sirve para hacer palanca entre el erizo y el sustrato donde se encuentra y facilitar así su recolección (Fotografía 8).



Fotografía 8. Instrumento empleado en la captura del erizo.

En los casos en los que la captura tenga lugar mediante buceo, el recolector también suele ayudarse de algún objeto para hacer palanca que, en este caso, puede ser el propio cuchillo de buceo, o bien, una varilla terminada en gancho similar a la ya descrita. Los ejemplares capturados se disponen en una red hasta el momento de meterlos en una caja para su transporte hasta los puntos de venta.

5.3.1.2 Anémonas

La captura de ejemplares suele realizarse a mano. Para ello, se frota con la uña la base del ejemplar hasta conseguir separar el borde del animal del sustrato al que está adherido, después se va despegando hasta separarlo del todo. Debido al alto nivel urticante de las anémonas se suele usar guantes. Posteriormente, se introducen en una red hasta que son transportados, normalmente en cajas o cubos, hasta los puntos de venta.

5.3.2 Transformación y conservación

5.3.2.1 Erizos

Localmente, las huevas de erizos suelen tomarse en fresco a las pocas horas de su captura. Sin embargo, es posible su transformación y conservación, sobre todo, en el producto destinado al mercado exterior.

Actualmente no son muchas las empresas españolas dedicadas a la transformación del erizo de mar para su posterior comercialización. Sin embargo, en países como Japón existen numerosas empresas que realizan esta actividad.

Los erizos son transformados en muy poco tiempo después de su captura, normalmente en menos de 4 o 5 horas, mientras tanto, son mantenidos en agua fría. La hueva es recuperada del propio caparazón, separándola del resto del cuerpo con gran cuidado para no deteriorarla debido a su fragilidad. En el mercado japonés se ha mecanizado la operación de extracción mediante procedimientos extremadamente cuidadosos, ya que el aspecto de la hueva tiene una gran importancia en la valoración del producto. Una vez extraída la hueva, se dispone sobre una superficie absorbente y es lavada con agua helada antes de su transformación.

La hueva es clasificada según el color. El naranja vivo es el más apreciado. El color más rojo indica más contenido en grasas, lo que tiene ciertas implicaciones en la conservación y preparación del producto.

En lo concerniente al mantenimiento y transformación de la hueva destinada al mercado de productos frescos, la duración y la temperatura adquieren una importancia crucial. Debe procurarse que la hueva no se deshidrate y que la envuelta exterior de la gónada esté intacta para conservar todo su sabor. Para ello, se suelen utilizar diversos tratamientos químicos.

El transporte por avión es una necesidad para la hueva fresca, sobre todo, para cubrir ciertas distancias. El embalaje y estibado es muy importante, se debe evitar que este producto, tan frágil, esté sometido a presiones no deseadas que puedan producirle daño y procurando, además, la humedad y el frío adecuados.

Los erizos vivos pueden ser igualmente refrigerados y transportados por avión. Suelen aguantar en buenas condiciones en agua de mar corriente a baja temperatura hasta dos semanas.

Las huevas pueden ser también congeladas para su transporte, pero suele tener problemas después de la descongelación; si no se toman medidas preventivas pueden adquirir olor desagradable y cierto sabor no deseado.

Existen muchos otros procedimientos de transformación y conservación de las huevas que son utilizados, como la salazón y la cocción entre otros. Todos ellos suponen una modificación del producto, son considerados de inferior calidad y no son destinados a mercados de productos frescos.

5.3.2.2 Anémonas

No existen referencias en cuanto a procesos de transformación y conservación de las ortiguillas para su posterior comercialización.

5.3.3 Transporte

5.3.3.1 Erizos

En el uso de envases para el transporte de los ejemplares, no existe una norma establecida; más bien, cada mariscador utiliza el que cree más adecuado (cajas, cubos, cestas, etc.). Sin embargo, suele ser comúnmente aceptada entre los recolectores la utilización de cajas para el transporte de los ejemplares capturados.

En el ámbito local, los erizos son transportados en cajas que suelen ser similares a las utilizadas para el transporte de frutas. El número de erizos que puede ser incluido en cada caja es variable (según el tamaño de los ejemplares) pero, en general, la cantidad de erizos por caja recolectada suele estar en torno a 15 Kg. Una vez en la caja, la mercancía es cubierta con un trapo húmedo para su mejor conservación hasta llegar al punto de venta.

En la comercialización internacional, la mercancía es transportada por avión, dado que es extremadamente perecedera. Se suele admitir que el periodo de conservación en fresco no es superior a tres días, lo que significa que las etapas que transcurren entre la pesca y el destino final del producto debe ocurrir en un corto lapso de tiempo. El producto pierde valor con el paso del tiempo. Otra forma normalmente aceptada de comercialización es ofrecer el producto congelado o conservado; en este caso se trata de un producto de inferior valor comercial pero que, como contraprestación, pueden ser transportado en medios de transporte más baratos (tierra y mar).

5.3.3.2 Anémonas

Localmente, o en lugares geográficamente cercanos, el transporte de las ortiguillas suele hacerse en cubos, normalmente de plástico, en los que se introducen los ejemplares capturados y se añade un poco de agua salada del mismo lugar de captura. Para la mejor conservación debe mantenerse a baja temperatura utilizando acumuladores de frío. Los cubos se cierran bien para evitar pérdidas de material y agua en el transporte.

Las ortiguillas suelen soportar bien, en las condiciones descritas, distancias relativamente grandes, como para poder ser transportadas a cualquier punto de la geografía española sin sufrir deterioro. Sobre su transporte y comercialización al extranjero no existen referencias.



5.3.4 Comercialización

5.3.4.1 Erizos



Fotografía 9. Forma tradicional de venta del erizo.

Localmente, los propios recolectores suelen vender su mercancía. La venta suele tener lugar bien directamente a bares o restaurantes, bien en la calle al público. Es una práctica habitual situarse en la puerta de los bares para vender la mercancía (Fotografía 9). En algunas ocasiones, el vendedor habitual de un lugar concreto vende, no sólo su propia mercancía, sino la de otros, con lo que consigue ganar un porcentaje de la venta efectuada. Otro tipo de asociación consiste en ir varios recolectores a capturar erizos y posteriormente turnarse en la venta de los ejemplares.

Es frecuente el trabajo por encargo directo de ciertos bares, restaurantes etc., incluso de particulares que demandan cantidades concretas, con lo que el recolector tiene asegurada la venta del producto antes incluso de capturar los ejemplares.



Fotografía 10. Presentación de los erizos durante su venta directa.

Normalmente, el mismo vendedor suele abrir los erizos apoyándose en superficies que, en la mayoría de las ocasiones no ofrecen garantías sanitarias suficientes (Fotografía 10). Incluso el suelo puede servir como superficie de apoyo para partir los erizos con el consiguiente aumento del riesgo sanitario para el consumidor.

Si no se ha producido la venta de todos los ejemplares capturados, estos se almacenan en las mismas condiciones descritas hasta el día siguiente, procurando que siempre esté húmedo (con agua salada) el trapo que los cubre. Si bien, en un principio, el trapo era humedecido con agua del mismo lugar de captura, ahora el agua salada suele provenir de la zona más cercana que el vendedor tenga en ese momento (zona portuaria, etc.), no importando la calidad y estado de la misma, por lo que, en la mayoría de los casos, las condiciones higiénicas y sanitarias empeoran, con el consiguiente incremento de riesgo para la salud del consumidor. Al siguiente día, si el vendedor es cuidadoso, elimina los ejemplares muertos seleccionando sólo aquellos que no huelan o que presenten signos eviden-



tes de vida. Si al segundo día tampoco se han logrado vender todos los ejemplares se procede igual que el día anterior y así hasta lograr venderlos o ver que han muerto. Normalmente suelen resistir, en fresco, entre 1 y 3 días.

También se puede congelar el producto, con lo que se consigue que aguante más tiempo, pero la mayoría de las opiniones coinciden en afirmar que al emplear este procedimiento las huevas cambian la tonalidad del color pasando a ser algo más oscuras y también se produce una alteración del sabor, e incluso adquieren cierto olor, elementos que no agradan al consumidor.

En cualquier caso, parece que la conservación mediante la congelación de la mercancía sólo es efectiva un cierto número de días, que varía según la opinión particular de cada recolector y/o vendedor. A este respecto existe un gran número de criterios que, unido a que posteriormente se pueden mezclar erizos frescos y congelados, hace que no se haya podido determinar el periodo de conservación por congelación de la mercancía.

En cuanto a la distribución del producto se refiere, si bien, en algunos casos se puede abastecer puntualmente a empresas dedicadas a la restauración ubicadas fuera de Andalucía, no existen aun redes importantes de distribución. La comercialización en otros mercados, tanto en el ámbito nacional como internacional, requiere la participación de canales de distribución especializados que, actualmente, no operan en España, al menos con niveles de participación importantes.

5.3.4.2 Anémonas



Fotografía 11. Recipiente habitual para el transporte de la ortiguilla.

Las ortiguillas suelen tener similar forma de comercialización que la descrita para los erizos (Fotografía 11). En este caso, es usual que el mariscador recorra diversos puntos de venta en una furgoneta donde transporta los ejemplares.

Si no se consigue vender toda la mercancía, esta se suele conservar en frío hasta su posterior venta, basta con mantenerla en el frigorífico, aguantando así varios días, normalmente entre 4 y 6. Algunos bares y restaurantes suelen congelar el producto para servirlo posteriormente, aunque lo normal en estos casos es no comprar más mercancía que la que suele tener salida diariamente.

5.4 CÁLCULO DE BENEFICIOS

El cálculo aproximado de beneficios, tanto para los erizos como para las anémonas, ha de ser tomado con prudencia y cautela, teniendo en cuenta que se trata de datos que están sometidos a continua fluctuación, dependiendo de cada lugar y de las distintas temporadas y épocas del año. Por tanto, en este capítulo, se trata solamente de ofrecer una idea aproximada que puede, en algún momento, alejarse de la realidad. No obstante, puede servir de ayuda para llegar a un conocimiento más completo de este mercado.

5.4.1 Erizos

Si el recurso está disponible en la zona de marisqueo de manera suficiente, un mariscador puede capturar, en términos generales, aproximadamente una caja de 15 kg de erizos por hora de trabajo. El hecho de que dedique más o menos tiempo a la captura de ejemplares de erizos viene determinado por las condiciones de demanda del mercado local. Generalmente, un día considerado bueno de venta de erizos (sábados y domingos principalmente), un mariscador suele trabajar 2 horas mariscando hasta completar 2 cajas de 15 kg, dado que después ha de tener tiempo suficiente para poder venderlas en el horario oportuno, es decir, al mediodía o por la tarde-noche.

Con estas consideraciones, se puede establecer que el beneficio aproximado por jornada de trabajo y, según la demanda del mercado local, oscila entre 16.000 y 30.000 ptas. (96,16 y 180,30 euros respectivamente) por mariscador, según se den los casos menos y más favorables en cada caso.

Para otras posibles demandas, centradas en mercados externos, suponiendo que el mariscador sólo se dedica a esta actividad y que la comercialización está canalizada por otras personas y, teniendo en cuenta las consideraciones antes mencionadas, son válidos también estos cálculos. Esto proporciona una cantidad de erizos por mariscador y día que dependerá directamente de la jornada de trabajo establecida a razón de 15 kg/hora aproximadamente.

Posteriormente, la comercialización de los erizos, sobre todo en restaurantes, hace que su valor se multiplique varias veces hasta alcanzar precios muy superiores al coste originario del artículo. Se suelen comercializar como revueltos de erizo, suflé de erizos, paté de erizos, etc., con un precio medio de venta al público que oscila entre las 800 y las 2.500 ptas. (4,80 y 15 euros respectivamente) y donde la ración suele estar preparada por un contenido de erizos no superior a 4 unidades.

5.4.2 Anémonas

De manera similar al erizo de mar, la captura y comercialización de la ortiguilla está condicionada por la demanda del mercado, principalmente del mercado local y de áreas próximas. Existen redes de distribución dedicadas a la canalización del producto que actúan como meros intermediarios entre el recolector y el destino final del producto (bares, restaurantes, etc.).



Actualmente, la recolección de la ortiguilla se realiza mediante buceo en apnea, lo que limita las posibilidades de captura. Aun así, en una jornada de trabajo de unas 5-6 horas, en una zona donde exista el recurso de manera suficiente y buenas condiciones de la mar, un buceador con experiencia en la captura de anémonas puede recolectar aproximadamente unas 75 docenas. El esfuerzo físico necesario para esta labor hace que normalmente sólo se realice un par de días a la semana.

Cálculos más conservadores se acercan más a la realidad. Es más acertado considerar que, teniendo en cuenta las condiciones mencionadas anteriormente, pero trabajando más días a la semana, la recolección por buzo y jornada de trabajo estaría en torno a 50 docenas.

Otra consideración a tener en cuenta es si la venta del producto es realizada directamente por el recolector o necesita de intermediarios. En el primer caso, los recolectores pueden obtener mejor precio de venta, entre 250 ptas. (1,50 euros) y 300 ptas. (1,80 euros) por docena; en cambio estarán menos tiempo recolectando para poder vender luego la mercancía. En el segundo caso, la utilización de intermediarios supone disponer de más tiempo para la captura de ejemplares a cambio de abaratar los precios de venta, entre 170 ptas. (1,02 euros) y 190 ptas. (1,14 euros) por docena.

Con estas consideraciones, se obtiene un rendimiento económico que oscila entre las 9.000 ptas. (54,09 euros) y las 20.000 ptas. (120,20 euros) por día de trabajo.

Estas cifras se verían notablemente incrementadas con la utilización de escafandra autónoma en la recolección, dado que se obtendrían capturas superiores.

La venta a bares y restaurantes por parte de los intermediarios aporta buenos beneficios a estos ya que se suelen alcanzar precios en torno a 400 ptas. (2,40 euros) por docena, con lo que el precio de primera venta y segunda venta puede verse incrementado en más del doble, incremento que pasa a ser beneficio prácticamente directo para el intermediario.

Posteriormente, en los bares y restaurantes se comercializan de diferentes formas. Se suelen vender por raciones en las que la cantidad oscila entre 6 y 12 unidades dependiendo del tamaño. Otra forma de ofrecerlas al público es mediante la elaboración de revueltos, tortillas, etc. El precio medio de la ración suele variar en función de la categoría del establecimiento, pero en general, oscila entre 600 ptas. (3,60 euros) y 2.000 ptas. (12,02 euros).

Hay que tener en cuenta que es práctica común el hecho de que cuando el tamaño de los ejemplares es grande, estos son troceados para servirlos como varias unidades, de forma que no es fácil diferenciar si se trata de un solo ejemplar entero o varios trozos del mismo. Esto supone un incremento notable de los beneficios en la comercialización del producto.

5.5 CONSIDERACIONES

Del análisis de los resultados expuestos en este apartado se pueden obtener las siguientes consideraciones fundamentadas en la información recopilada.

Actualmente, la actividad extractiva del erizo y la anémona de mar se lleva a cabo como una forma de economía sumergida, siendo normalmente una ocupación compartida con otras actividades profesionales durante alguna época del año. En general, se identifica como periodo bueno de extracción de erizos, el correspondiente a los meses que en su nombre contengan la letra "r". La anémona no tiene un periodo de captura definido, siendo recogida prácticamente a lo largo de todo el año.

Como zona preferente de consumo de erizo de mar destaca el litoral gaditano, mientras que la anémona también se consume en otras provincias, con un creciente grado de aceptación. En estas zonas existen lugares preferentes de recolección de erizos y anémonas, que son determinados por los propios recolectores en función de sus particulares condiciones de accesibilidad y de concentración de ejemplares. Estas condiciones influyen en el método de recolección de erizos, que se realiza principalmente mediante buceo en apnea, captura de ejemplares a pie y, en menor porcentaje, mediante buceo con escafandra autónoma.

En otro orden de cosas, es de destacar el hecho de que la principal salida del erizo y la anémona de mar como producto comercializable es, actualmente, el mercado local, entendiéndose como tal el mercado de poblaciones litorales y provincias cercanas. Aunque no en Andalucía, existen empresas españolas que transforman el erizo de mar para comercializarlo en el mercado exterior.

En España, diversas comunidades autónomas han establecido normativas para regular la recolección y comercialización del erizo de mar. De todas ellas, la Comunidad Autónoma de Galicia es la que ha desarrollado este aspecto más extensamente. Fuera de nuestro país existe un mercado que mueve miles de millones de pesetas. En él, Japón ocupa la posición dominante, demandando cada día mayores cantidades de erizo de mar. Estados Unidos, Chile, Canadá y China son, entre otros, sus principales proveedores.

Por todo lo expuesto anteriormente se puede concluir que el erizo de mar común (*P. lividus*) y otras especies como *S. granularis* y *A. lixula*, (aunque en menor proporción) tienen un interesante mercado potencial dentro y fuera de nuestras fronteras.

En lo que se refiere a la anémona de mar, en la actualidad no se comercializa a gran escala, aunque su progresiva introducción en el mercado proporciona a este recurso interesantes perspectivas.

6 ESTUDIO DEL CICLO ANUAL DE LAS ESPECIES

6.1 METODOLOGÍA

Con la finalidad de establecer una aproximación a la determinación del ciclo biológico de *P. lividus* y *A. sulcata* en la zona de estudio, se ha realizado durante un año un estudio temporal del ciclo biológico de dichas especies.

Para su análisis, se han seleccionado tres zonas de muestreo para *P. lividus* y dos para *A. sulcata* en la provincia de Cádiz y una zona de muestreo para *P. lividus*, *A. lixula* y *A. sulcata* y otra para *S. granularis* en la provincia de Málaga. Las zonas de muestreo fueron seleccionadas en función de la abundancia de los ejemplares a capturar, de manera que se asegurara el número suficiente para cada muestreo, realizados con una periodicidad mensual, sin que los mismos supusieran una alteración significativa de la población.

Por lo tanto, la metodología seguida en ambas provincias ha sido diferente, ya que en Cádiz se ha estudiado una sola especie de erizo (únicamente *P. lividus*, especie objeto de consumo habitual) en tres puntos de muestreo distintos (uno en el océano Atlántico y dos en el mar Mediterráneo), mientras que en Málaga se han estudiado las tres especies detectadas en los muestreos en una única estación de muestreo. Este cambio en la metodología surgió como consecuencia de la experiencia adquirida en el estudio de la costa gaditana, donde se comprobó que la presencia de *A. lixula* y *S. granularis* podía influir sobre las poblaciones de *P. lividus*, haciendo aconsejable ampliar el estudio a estas dos especies. Este es el motivo de que los resultados del estudio biológico se presenten por separado para cada una de las provincias.

Las estaciones de muestreo seleccionadas en cada provincia se denominaron utilizando el nombre con el que se conoce el área donde se ubicaron, siendo las siguientes:

Provincia de Cádiz:

- Estación de muestreo "Sancti Petri". Situada en las cercanías del Castillo de Sancti Petri (término municipal de Chiclana), el área seleccionada se corresponde con la parte situada a levante de la barra de Sancti Petri. Ésta es una barra de piedra de unos 1.000 m de longitud, que en bajamar queda al descubierto, y alcanza en su fondo una profundidad de unos 4 m, discurrendo paralela a la costa en dirección N (Fotografía 12). Esta estación fue seleccionada para el muestreo mensual de *P. lividus*. El acceso a esta estación esta-



Fotografía 12. Vista aérea de la zona correspondiente a la estación de muestreo "Sancti Petri".

ba garantizado desde el puerto deportivo de Sancti Petri. En este punto de muestreo no se tomaron muestras de *A. sulcata* debido a su escasa presencia.

- Estación de muestreo “La Ballenera”. Situada en la bahía de Algeciras, en las cercanías de la ensenada de Getares (término municipal de Algeciras), en la zona conocida como “La Ballenera” (Fotografía 13). Esta zona presenta una plataforma rocosa, que permite acceder al agua directamente desde tierra a una profundidad de 5 a 10 m (Fotografía 14).

El fondo está compuesto por rocas sueltas que pueden ser movidas y facilitan en cierta medida la recolección de *A. sulcata*. Estas características, junto con la abundancia de esta especie y de *P. lividus*, hicieron que este área fuera seleccionada para la recolección de ambas especies.

- Estación de muestreo “Patricia”. Localizada en la zona conocida como “Torreguadiaro” o “Playa de Patricia”, en el término municipal de San Roque (Fotografía 15). Esta estación permite el acceso al agua desde tierra, en una laja rocosa que penetra en el mar desde la orilla, alcanzando una profundidad de 5 m. La abundancia



Fotografía 13. Vista aérea de la zona correspondiente a la estación de muestreo “La Ballenera”.



Fotografía 14. Zona de acceso en la estación de muestreo “La Ballenera”.



Fotografía 15. Vista aérea de la zona correspondiente a la estación de muestreo “Patricia”.

de *P. lividus* y *A. sulcata*, motivó su selección para el muestreo mensual de ambas especies.

En cada estación de muestreo se obtuvieron mensualmente 100 ejemplares de *P. lividus*, realizándose la misma operación en el caso de *A. sulcata* para las estaciones de “La Ballenera” y “Patricia”. Los ejemplares fueron trasladados vivos al laboratorio para su estudio biométrico (peso y tamaño del individuo) y gonadosomático (grado de de-



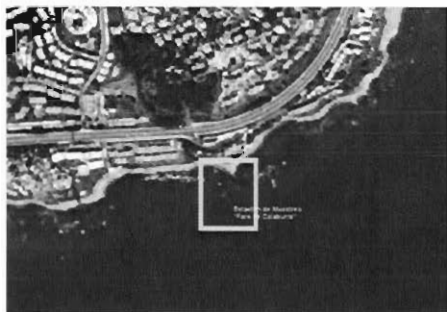
Fotografía 16. Buceador muestreando.

sarrollo de la gónada) en fresco siendo sometidos posteriormente a una fijación para su análisis. Los ejemplares fueron capturados en inmersión mediante el uso de escafandra autónoma (Fotografía 16). Únicamente en “Sancti Petri” se accedió a la zona de muestreo en embarcación, haciéndolo desde tierra en las demás estaciones. Los ejemplares eran recogidos a mano e introducidos en una red de muestreo. Posteriormente eran trasladados en recipientes con agua de mar refrigerados, de manera que llegaron al laboratorio en buenas condiciones para su análisis.

Provincia de Málaga:

- Estación de muestreo “Faro de Calaburra” (Fotografía 17). Situada en el término municipal de Fuengirola en la zona conocida como “Punta de Calaburras” que da nombre al faro en ella ubicada.

En esta zona, la abundancia de *S. granularis* fue determinante para su elección como estación de muestreo para esta especie. La profundidad de captura oscila entre 7 y 10 m. El fondo en el área es principalmente rocoso con manchas de arena y lajas rocosas de cierta entidad. El acceso a la zona se realiza por mar, siendo el puerto más cercano el de Fuengirola.



Fotografía 17. Localización aérea de la estación de muestreo “Faro de Calaburras”



Fotografía 18. Localización aérea de la estación de muestreo “Torremuelle”.

- Estación de muestreo “Torremuelle” (Fotografía 18). Situada en el término municipal de Benalmádena, es una zona de arena con afloramientos rocosos sobre los que se asientan las poblaciones de *P. lividus*, *A. lixula* y *A. sulcata* en una abundancia suficiente para considerar la zona como apta para establecer en ella la estación de muestreo para estas especies. La especie *S. granularis* se encuentra ausente en la zona.



Fotografía 19. Buceador muestreando

La zona rocosa abarca una franja desde los 0 hasta los 6 m de profundidad. El acceso se practica desde embarcación, siendo los puertos más cercanos los de Fuengirola y Benalmádena.

Para *S. granularis*, en la estación de muestreo "Faro de Calaburras", dada su menor abundancia y con el fin de que los muestreos no supusieran un perjuicio para la población, se muestrearon mensualmente 20 ejemplares, mientras que en la estación de Torremuelle, se recolectaron 100

ejemplares mensuales de cada una de las especies restantes. Los ejemplares fueron trasladados vivos al laboratorio para su estudio biométrico y gonadosomático en fresco siendo sometidos posteriormente a una fijación para su análisis. Los ejemplares fueron capturados en inmersión mediante el uso de escafandra autónoma (Fotografía 19).

Una vez en el laboratorio, la metodología empleada para cada grupo estudiado fue la siguiente:

6.1.1 Erizos

1. Parámetros biométricos. Para el estudio de los parámetros biométricos los 100 ejemplares capturados en cada estación de muestreo fueron medidos y pesados en fresco. Las medidas tomadas fueron: diámetro del caparazón y altura del mismo (eje oral-aboral), para lo que se utilizó un calibre de precisión (Fotografía 20).



Fotografía 20. Determinación de los parámetros biométricos del erizo.

Asimismo se determinó el peso utilizando una balanza electrónica de precisión.

2. Determinación del sexo y grado de desarrollo. Se seleccionaron 20 ejemplares por estación de muestreo. En cada ejemplar se consideró el aspecto de la masa visceral y se determinó el sexo y desarrollo de la gónada mediante técnica de microscopía óptica, para lo que se extrajeron fragmentos de gónada que se extendieron sobre un portaobjetos con un poco de agua de mar (Fotografía 21).



Fotografía 21. Determinación del sexo y grado de desarrollo mediante microscopía.

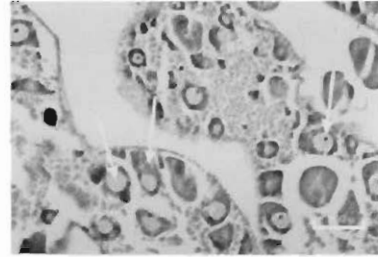


Los ejemplares analizados se clasificaron en función del desarrollo gonadal y el sexo. Para las hembras, la clasificación se basó en la que realizaran Lozano et al. (1995)(Fotografía 22):

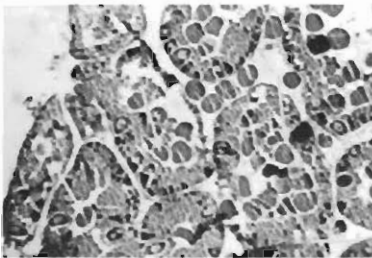
- Estadío 1: Células germinales no diferenciadas.
- Estadío 2: Células germinales en estado de oocito.
- Estadío 3: Células germinales en estado de óvulo.
- Estadío 4: Fase de reconstrucción de la gónada. Se observan óvulos dispersos y un aumento de la capa nutritiva.



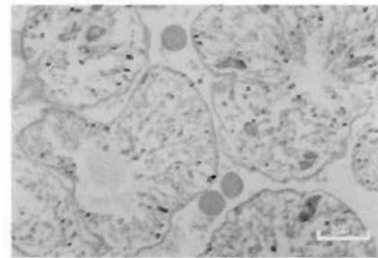
ESTADÍO 1. Células germinales no diferenciadas.



ESTADÍO 2. Células germinales en estado de oocito (flechas).



ESTADÍO 3. Células germinales en estado de óvulo (flechas).

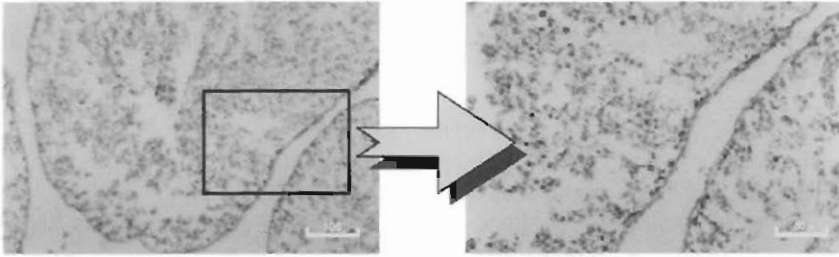


ESTADÍO 4. Fase de reconstrucción de la gónada (se observan óvulos dispersos y aumento de la capa nutritiva).

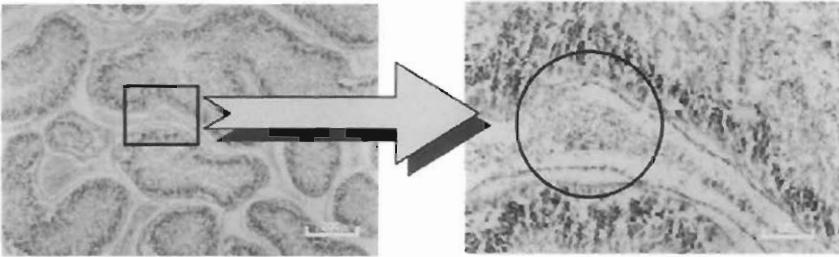
Fotografía 22. Estadios de desarrollo considerados para la gónada de las hembras de *P. lividus*.

En el caso de los machos, al no existir una clasificación específica para ellos, se optó por tomar como referencia la de Pérez Camacho y Román (1984)(Fotografía 23):

- Estadío 0: Ausencia de gametos.
- Estadío 1: Presencia de gametos.



ESTADÍO 0. No se observan en la gónada gametos diferenciados.



ESTADÍO 1. Se observan en la gónada gametos diferenciados (espermatozoides). En el círculo pueden apreciarse los espermatozoides.

Fotografía 23. Estadios de desarrollo considerados para la gónada de los machos de *P. lividus*.

3. Determinación de parámetros gonadales. En 10 de los 20 ejemplares de cada estación de muestreo se determinaron los parámetros necesarios para el cálculo del índice gonadosomático. Para ello se extrajeron las gónadas y fueron pesadas en fresco. Estos datos se correlacionaron con los datos biométricos.

4. Estudio histológico de las gónadas. Se realizaron cortes histológicos de la gónada de un ejemplar en cada estación de muestreo. Para ello, la gónada fue fijada en formaldehído al 4% y pH 7.

6.1.2 Anémonas

Los 100 ejemplares capturados en cada estación de muestreo fueron pesados en fresco para la estimación del peso medio. Posteriormente se seleccionaron al azar 30 ejemplares para su fijación con formaldehído al 7% a los que se les inyectó formaldehído al 20% para la fijación de los tejidos internos (Fotografía 24).



Fotografía 24. Tratamiento para la fijación de los tejidos internos de *A. sulcata*.



Fotografía 25. Determinación del grado de desarrollo gonadal de la anémona.

Transcurrido un periodo de tiempo suficiente para la fijación, se procedió a medir el disco pedio de cada uno de los ejemplares seleccionados. Posteriormente, se procedió a la determinación de sexo y estado de madurez realizando un corte transversal al disco pedio, dejando al descubierto los mesenterios y las gónadas. Mediante la observación con lupa binocular y microscopio óptico (Fotografía 25) se determinó el sexo de los ejemplares y el estadio de madurez de la gónada, según los siguientes estadios:

- Estadio 0: Gónada indiferenciada.
- Estadio 1: Gónada diferenciada. Se distinguen los sexos, pero los gametos están poco desarrollados.
- Estadio 2: Gónada diferenciada con gametos desarrollados.
- Estadio 3: Gónada diferenciada con gametos muy desarrollados.

Posteriormente se confeccionaron las matrices de datos pertinentes para su tratamiento estadístico.

6.2 ESTUDIO BIOLÓGICO DEL ERIZO EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ

6.2.1 Tamaño y peso.

Los valores de diámetro y altura obtenidos fueron tratados estadísticamente, mostrando una relación lineal entre ellos (Gráfico 32).

Por lo tanto, al existir una relación de crecimiento constante en el diámetro y altura de *P. lividus*, se puede utilizar un único valor a la hora de establecer relaciones entre el tamaño y otros parámetros biométricos (peso del individuo, peso de la gónada, etc.). A partir de ahora, se tomará el diámetro del ejemplar como medida del tamaño del mismo.

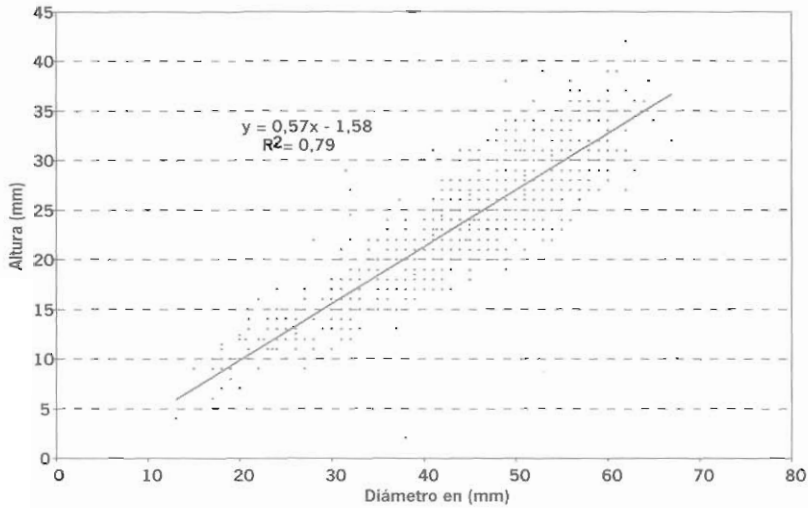


Gráfico 32. Relación entre diámetro y altura de *P. lividus* (estación de muestreo "Sancti Petri").

Esta conclusión adquiere importancia a la hora de establecer una talla mínima de captura y comercialización, ya que dada la relación entre diámetro y altura del individuo, dicha talla se podrá establecer en función de un único parámetro. Se recomienda que dicho parámetro sea el diámetro, por ser más sencillo de medir.

6.2.1.1 Relación entre tamaño y peso.

De los datos obtenidos se pudo determinar que la relación entre peso y tamaño de *P. lividus* es de tipo logarítmico en las tres estaciones (Gráfico 33).

En los tres casos, la tendencia indica una primera etapa de desarrollo, en la que los animales aumentan de tamaño rápidamente sin adquirir peso prácticamente, para posteriormente irse estabilizando hasta alcanzar una talla máxima alrededor de 65 mm y un peso máximo de entre 100 y 125 g según las estaciones de muestreo.

La tendencia en las tres estaciones respecto a peso y tamaño del individuo es muy parecida en todos los casos. Sin embargo, se puede observar que, en general, para rangos de peso similares, "Sancti Petri" presenta cierta tendencia hacia un menor tamaño, es decir, que para el mismo tamaño, los individuos de esta estación de muestreo presentan, en general, un mayor peso. Los individuos recolectados en la estación "Patricia" presentan una menor tendencia de peso a igualdad de tamaños.

Asimismo, existe una diferencia en cuanto al tamaño dominante de los individuos, de manera que en la estación "Sancti Petri" los individuos son más grandes en general, mientras que "La Ballenera" es la estación que presenta mayor abundancia de individuos de menor tamaño.

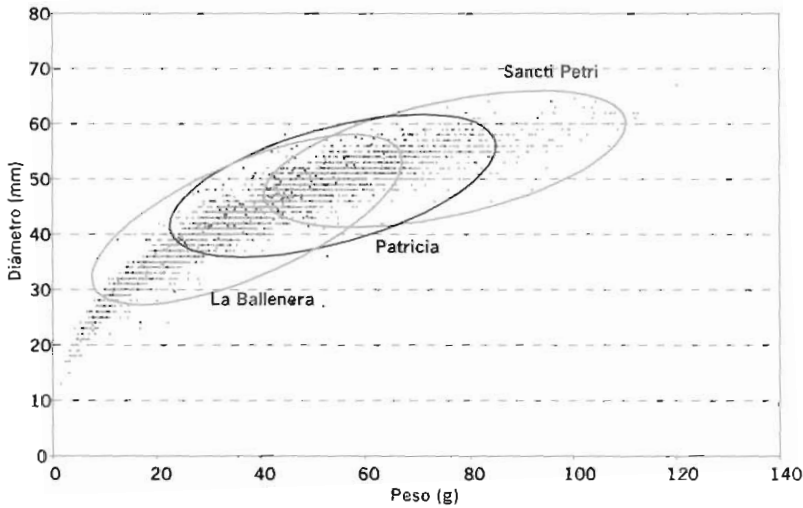


Gráfico 33. Relación entre el tamaño y el peso de *P. lividus* en las tres estaciones de muestreo.

6.2.1.2 Evolución temporal de la talla y el peso.

A continuación se analizan los datos obtenidos para tamaño y peso de los ejemplares a lo largo del estudio, para cada una de las estaciones.

- **“Sancti Petri”**

En “Sancti Petri”, la distribución de tamaños obtenidos en los muestreos mensuales es de tipo normal, con un tamaño máximo en torno a los 40-50 mm.

Los valores superiores extremos se alcanzaron en los meses de abril, junio y julio. Los inferiores fueron medidos en ejemplares capturados en septiembre y octubre. En cuanto a los valores medios, en “Sancti Petri” son superiores a los de las otras dos estaciones de muestreo durante todo el año, oscilando éstos entre 42-50 mm de diámetro. No obstante, en octubre sólo se alcanza un valor medio de 28 mm, constituyendo éste el nivel más bajo. A diferencia de lo que sucede en “La Ballenera” y “Patricia”, los valores más altos conseguidos en “Sancti Petri” se distribuyen principalmente en los meses de invierno (enero, febrero) y los más bajos en octubre y septiembre.

El peso de los ejemplares muestra también una distribución normal en todos los meses, con valores máximos que oscilan entre 45 y 55 g, aunque con valores de medias mensuales generalmente superiores, (40-69 g). Las medias más altas se observaron en los meses de enero a marzo obteniéndose los valores extremos de peso en ejemplares capturados en enero y abril (113 g, peso máximo) y en septiembre (2 g, peso mínimo).



- **“La Ballenera”**

Al igual que en “Sancti Petri”, los tamaños de los individuos presentan una distribución normal de frecuencias bastante estable a lo largo del periodo de estudio, aunque con valores de mayor abundancia inferiores a los de esta última, ya que oscilan entre 38-46 mm.

A diferencia de la estación de “Sancti Petri”, los valores más altos son alcanzados generalmente durante los meses cálidos (julio, septiembre) mientras que los inferiores se hallan en los meses de invierno y primavera (enero, febrero y Abril). Los tamaños superiores medidos se corresponden con ejemplares capturados en los meses de julio y septiembre, mientras que los inferiores se detectaron en diciembre.

Respecto al peso de los erizos de “La Ballenera”, se observaron valores mínimos en septiembre y diciembre y máximos en julio (hasta 100 g). Se aprecia una dinámica semejante a la de “Sancti Petri”, aunque los valores más abundantes suelen ser inferiores a los de dicha estación. La media mensual más alta se alcanza en los meses de julio y junio (45 y 42 g, respectivamente) y la más baja en abril y enero (28 y 31 g).

- **“Patricia”**

De forma general los datos presentan una distribución normal de frecuencia. Aunque no se detectan variaciones significativas entre los meses, los valores medios más altos se hallan generalmente en los meses de primavera y verano (mayo, septiembre, marzo) y los inferiores en invierno (febrero, enero), como ocurre en “La Ballenera”.

En relación con el peso de los ejemplares estudiados, también se aprecia una distribución de frecuencias semejante a lo largo de los doce meses de muestreo, aunque en este caso los valores se distribuyen más homogéneamente a lo largo de los intervalos de pesos observados (desde 5 g en noviembre hasta 96 g en diciembre). Los valores mensuales de peso que presentan una frecuencia más alta, oscilan entre 31-49 g.

En los meses de noviembre y diciembre aparecen los valores de peso medio más altos, observándose un claro descenso durante los meses de enero y febrero. Esto coincide con el menor tamaño medio de los ejemplares alcanzado en estos meses (56 y 53 mm).

6.2.2 Índice Gonadosomático (IGS)

Para establecer una relación entre el tamaño del animal y el grado de desarrollo de su gónada, se establece el índice gonadosomático (IGS) que relaciona el peso total del individuo con el peso fresco de la gónada.

En el Gráfico 34 se agrupan los tamaños de los individuos analizados a lo largo del año y se representan las medias del IGS obtenidas para cada rango de tamaño en las diferentes estaciones.

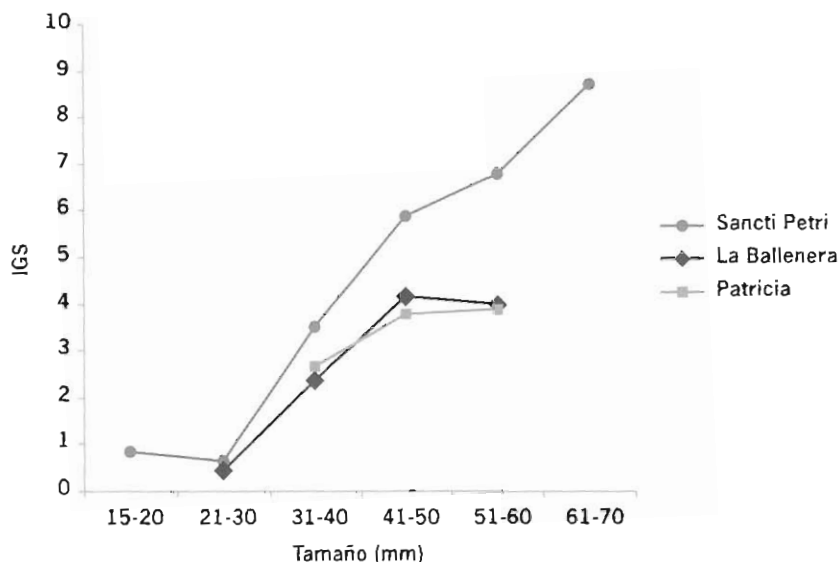


Gráfico 34. Índice gonadosomático medio en función de las categorías de tamaño (diámetro).

La línea de tendencia del IGS, en relación con el diámetro de los ejemplares, es semejante a la que ilustran Lozano *et al.* (1995) para dos poblaciones de *P. lividus* en el litoral mediterráneo de Cataluña. Se observa un ligero descenso del IGS desde la clase de tamaño de 15-20 a la de 21-30 mm para posteriormente incrementar a medida que aumentan las clases de tamaño. Al contrario de lo observado en "Patricia", en "La Ballenera" y en Cataluña, en la línea de tendencia de "Sancti Petri" no se aprecia el descenso de los valores de IGS para las clases de tamaño superiores.

- "Sancti Petri"

En el Gráfico 35, que representa la media de IGS mensual por sexos, se aprecian dos épocas en las que los niveles de IGS son más altos, una localizada en los meses de verano y otra en invierno. En invierno se alcanzan niveles de IGS notablemente superiores para ambos sexos.

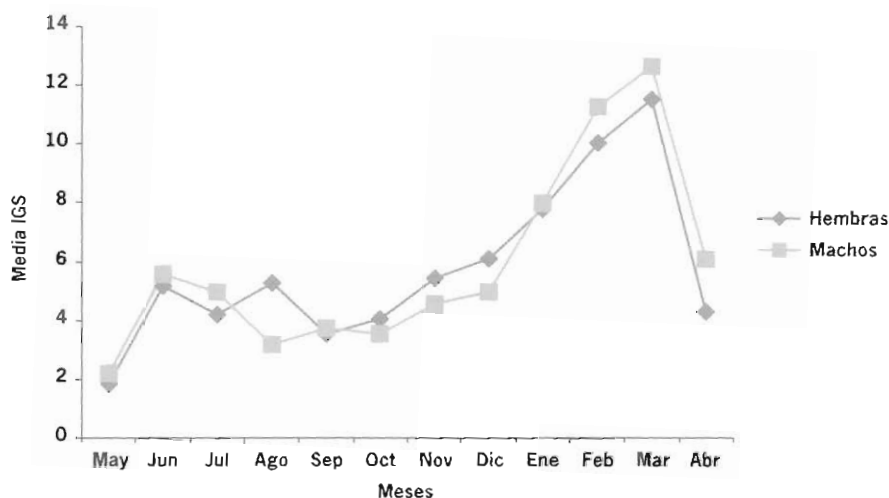


Gráfico 35. Tendendencia temporal IGS para cada sexo (Sancti Petri).

- “La Ballenera”

En el Gráfico 36 se representan los valores medios del IGS para cada mes separando los individuos por sexo. De manera más clara que en “Patricia” se aprecian dos épocas en las que los niveles de IGS son más altos, una localizada en los meses de verano y otra en invierno, principalmente en la curva que corresponde a las hembras.

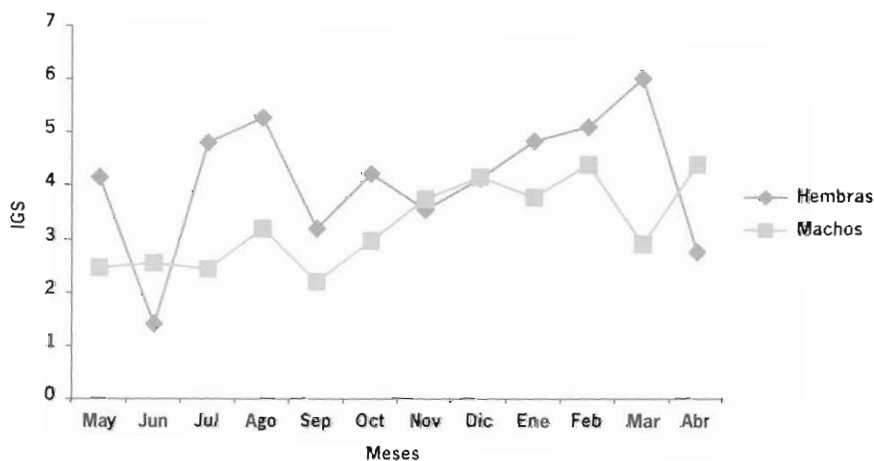


Gráfico 36. Tendendencia temporal IGS para cada sexo (La Ballenera).



• “Patricia”

Como en las anteriores estaciones, en el Gráfico 37 se aprecian dos épocas en las que los niveles de IGS son más altos, una localizada en los meses de verano y otra en invierno (enero, febrero).

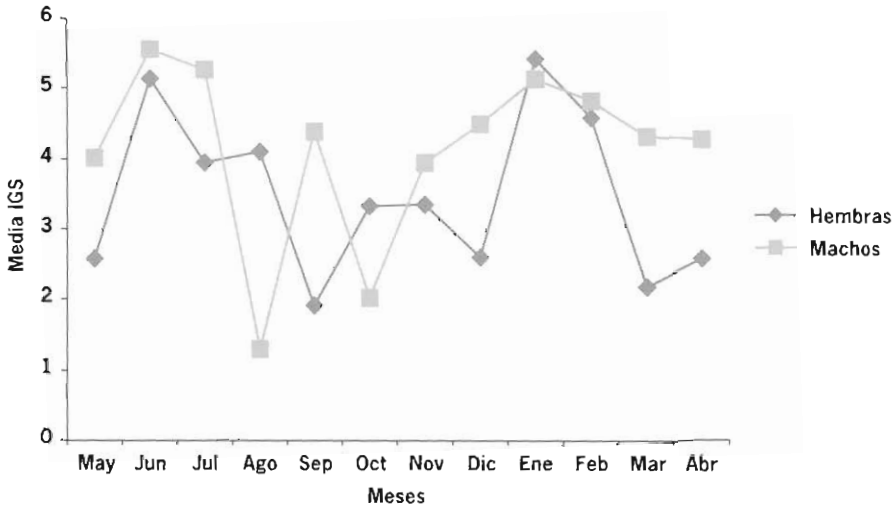


Gráfico 37. Tendendencia temporal IGS para cada sexo (Patricia).

6.2.3 Ciclo de desarrollo gonadal

Según fuentes bibliográficas consultadas, *P. lividus* es una especie que puede alcanzar los 9 años de vida. Generalmente, los animales crecen unos 10 mm por año durante los 4 primeros años, creciendo más lentamente en los restantes. La madurez sexual se alcanza aproximadamente a los tres años, mostrando ciclos reproductivos anuales. A lo largo de cada ciclo reproductivo, las gónadas desarrollan diversos estadios de maduración de las células gaméticas y nutritivas.

Los niveles de desarrollo gonadal considerados en este trabajo son los que establecieron Lozano et al. (1995) en su estudio sobre las poblaciones del litoral catalán.

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que en las tres estaciones, las poblaciones de erizos están constituidas por un porcentaje mayor de machos que de hembras.

De las observaciones de las gónadas realizadas al microscopio óptico se concluye que en las tres estaciones, aunque de forma más clara en “Patricia” y “Sancti Petri”, los erizos siguen, en general, un ciclo reproductivo anual. Las gónadas presentan estadios de desarro-



llo H3 y M1 principalmente durante los meses de febrero a abril y junio a agosto. En otoño son frecuentes las hembras en estadio H4 y H1, mientras que en invierno dominan las gónadas que presentan escasas células gaméticas o poco desarrolladas (H1, H2 y M0).

Al establecer una relación entre el peso y el estadio gonadal se comprueba que los ejemplares que presentan estadios de desarrollo H3 y M1 suelen presentar valores más altos de peso gonadal. En "Sancti Petri" existe una gran diferencia entre el peso de la gónada de las hembras H3 y machos M1 durante los meses de enero a abril respecto al resto del año.

6.2.4 Consideraciones generales

Distribución de tamaño y peso

Durante el periodo de estudio, la distribución de tamaño y peso se mantiene estable.

La población de Sancti Petri presenta los valores medios más altos de tamaño y peso de las tres estaciones estudiadas. De igual modo en dicha estación los ejemplares presentan una relación peso-tamaño superior. Esto hace suponer que las condiciones ambientales de esta estación son más adecuadas para el desarrollo de la especie o que los ejemplares resultan menos accesibles a la extracción, lo que les permite un mayor crecimiento.

Ciclo biológico

El desarrollo gonadal es superior en la población de Sancti Petri, alcanzándose niveles de IGS superior a las otras estaciones.

En las tres estaciones se detecta un mayor desarrollo de las gónadas durante los meses de enero a marzo, observándose un segundo aumento en los meses de junio-agosto. A partir de septiembre, los valores de IGS van disminuyendo hasta alcanzar los niveles más bajos en los meses de octubre a diciembre.

El periodo en el que se observa un mayor grado de madurez de las células gaméticas se extiende desde febrero-marzo hasta agosto-septiembre siendo el periodo de febrero a abril donde se alcanzan los mayores niveles. Este hecho coincide con la época de mayor explotación (erizadas). Dado que se siguen observando individuos con madurez gamética hasta finales de verano (con un ligero aumento en los meses de junio y julio) sería conveniente, con el fin de permitir la recuperación de las poblaciones, el establecimiento de épocas de veda o de control de las capturas durante los meses que van desde febrero hasta el final del verano.

Teniendo en cuenta también los resultados de los estudios de talla y peso, así como del IGS y desarrollo gonadal, se podría establecer como talla mínima para la captura de *P. lividus*, un diámetro de 45 mm medido sobre el dermoesqueleto (excluidas las púas). Este tamaño presenta valores de peso de individuo y de peso de la gónada significativos. Por otra parte, individuos de menor tamaño, presentan también madurez sexual, lo que permite la reproducción de los mismos durante el periodo en el que no está permitida su captura.

6.3 ESTUDIO BIOLÓGICO DE LA ANÉMONA EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ

6.3.1 Peso

En la estación "La Ballenera", la mayoría de los individuos poseen un peso fresco que oscila entre 1 y 40 g siendo progresivamente menor el número de ejemplares que poseen un peso superior a este rango hasta alcanzar un peso de 70 g, valor a partir del cual existen escasos registros.

En la estación de muestreo "Patricia" se observa que el rango de peso mayoritario oscila entre 1 y 30 g siendo cada vez menor el número de ejemplares con peso superior hasta un valor de 60 g por encima del cual prácticamente no se obtienen individuos.

En general puede apreciarse que las anémonas de gran tamaño son escasas en ambas estaciones (Gráfico 38). En "La Ballenera" aparecen, aunque de manera escasa, ejemplares de más de 120 g mientras que en "Patricia" los ejemplares de mayor peso observados se encuentran incluidos en el rango de peso 101-110 g.

En la representación gráfica anterior se puede comprobar que los ejemplares de tamaño superior a 21 g son más abundantes en "La Ballenera" que en "Patricia", mientras que con los de tamaño inferior ocurre lo contrario (de forma muy significativa en el

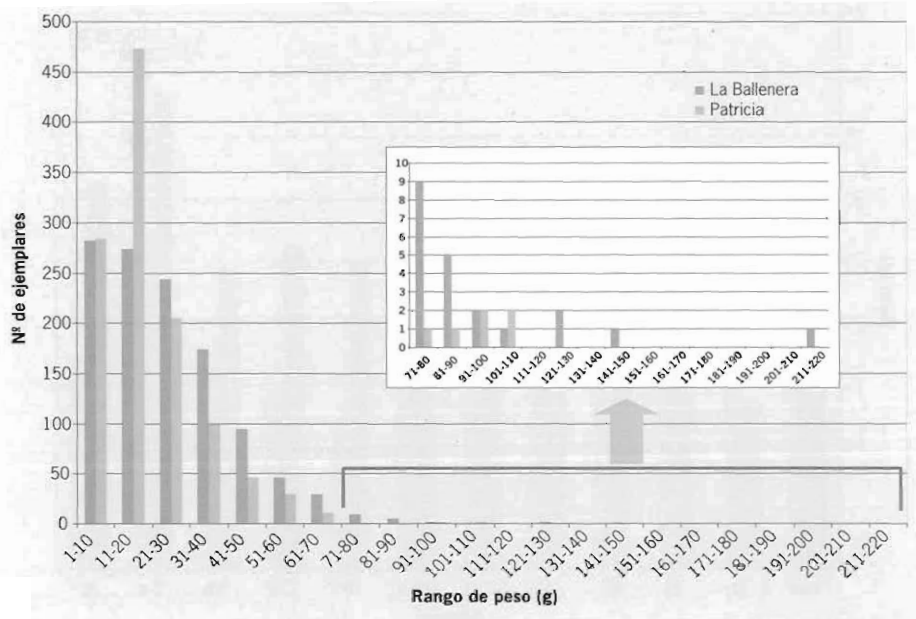


Gráfico 38. Comparación entre el número de ejemplares por rango de peso de *A. sulcata* en las estaciones de muestreo "La Ballenera" y "Patricia".



rango de peso de 11-20 g).

En el Gráfico 39 se representa la comparación entre el peso medio mensual de la especie considerada en ambas estaciones de muestreo. Se puede apreciar que, en general, los valores registrados en “La Ballenera” son superiores a los de “Patricia”, situándose entre 20-30 g y 15-25 g respectivamente.

Se aprecian diferencias en la evolución del peso por estaciones de muestreo referida a cada estación anual. Puede observarse que en “La Ballenera” los valores máximos se obtienen durante los meses correspondientes a la primavera, decreciendo hasta llegar al mínimo en otoño para volver a aumentar en invierno hasta la primavera. Por otra parte, los pesos correspondientes a los ejemplares en “Patricia” se mantienen en torno a 20 g durante primavera, verano y otoño, para descender notablemente en invierno.

La diferencia observada entre ambas estaciones, puede deberse a la influencia de factores ambientales, así como al mayor grado de explotación del recurso existente en “La Ballenera” que supone un sesgo en el tamaño de los ejemplares de la zona, ya que las capturas suelen ir dirigidas a un tamaño determinado. Esto puede influir en que se aprecie una disminución del tamaño en los ejemplares de “La Ballenera” durante los meses de verano que se mantiene durante el otoño, dado que en los meses correspondientes a estas estaciones anuales se producen las mayores capturas. En “Patricia”, la explotación del recurso es menor, lo que hace que la variación del peso medio se vea más amortiguada con respecto a “La Ballenera”.

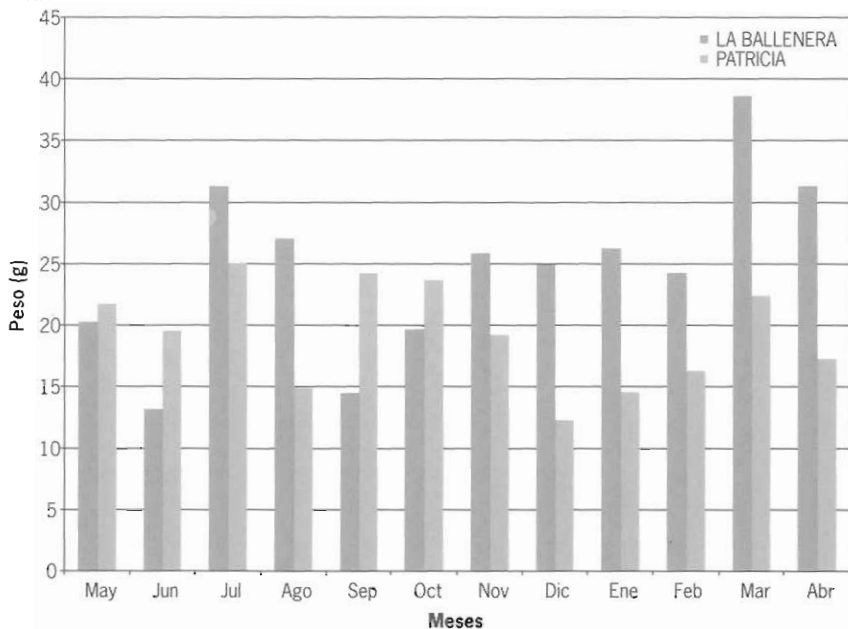


Gráfico 39. Comparación entre el peso medio mensual de *A. sulcata* en las estaciones de muestreo “La Ballenera” y “Patricia”.

6.3.2 Maduración sexual

Los Actinurios, en general, se reproducen tanto sexual como asexualmente. La reproducción asexual puede suceder por la formación de yemas que, tras su maduración, abandonan el cuerpo paterno o se mantienen adheridas en las especies coloniales, o bien por fisión del cuerpo y regeneración de las partes perdidas. En cuanto a la reproducción sexual, *A. sulcata* es una especie dioica que, al igual que en otros Antozoos, carece de un sistema reproductor diferenciado. Las gónadas constituyen simples acúmulos de células reproductoras localizadas en los mesenterios que tapizan la cavidad gastrovascular. Esto dificulta la determinación del sexo y del grado de madurez sexual, siendo necesario la realización de disecciones y estudios con microscopía.

En relación a los niveles de desarrollo gonadal en machos en la estación “La Ballenera” (Gráfico 40) se aprecia que los machos M1 aparecen durante todo el año, aunque con mayor dominancia en los meses de octubre y noviembre. Los machos M2 también aparecen todo el año aunque en menor proporción, salvo en los meses de diciembre a mayo. Finalmente, los ejemplares clasificados como M3 sólo aparecen desde enero a abril, periodo en el que dominan frente a los otros estadios de desarrollo.

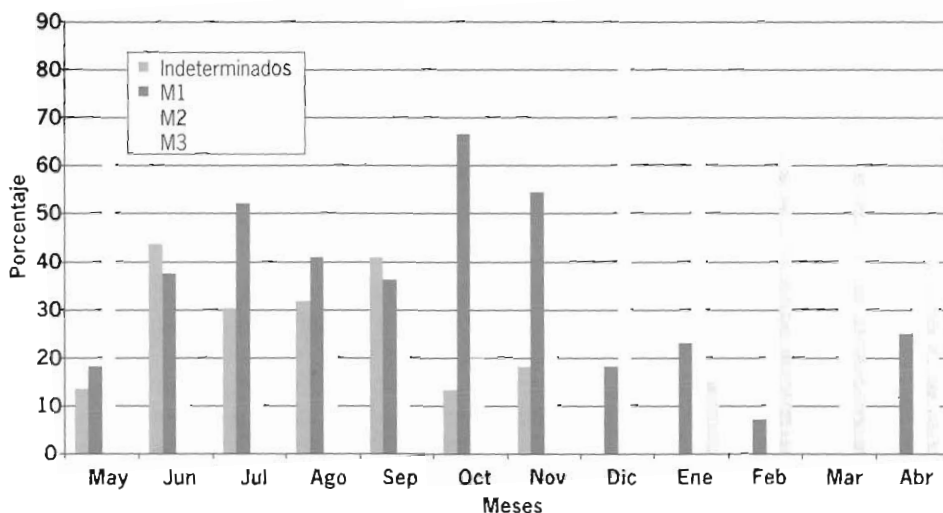


Gráfico 40. Porcentaje de abundancia de los distintos niveles de desarrollo gonadal en machos de *A. sulcata* en la estación de muestreo “La Ballenera”.



Las hembras con escaso desarrollo gonadal (H1) fueron capturadas casi todo el año con porcentajes bajos salvo en el mes de junio (Gráfico 41). Las hembras H2 también aparecen todos los meses del año con porcentajes claramente superiores a los de H1, destacando los meses de marzo a mayo. Los ejemplares con nivel de desarrollo H3 se hallan en los meses de septiembre a abril aunque con porcentaje superior al 40 % sólo lo hacen en los meses de diciembre a febrero y abril.

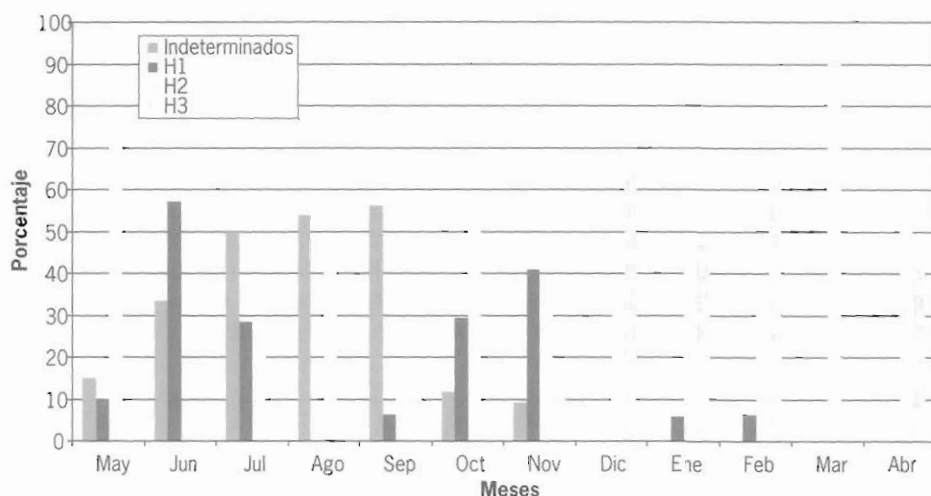


Gráfico 41. Porcentaje de abundancia de los distintos niveles de desarrollo gonadal en hembras de *A. sulcata* en la estación de muestreo "La Ballenera".

En la estación "Patricia" (Gráfico 42), se aprecia que los machos considerados M1, por su escaso desarrollo de las células gonadales, se encuentran a lo largo de todo el año siendo más abundantes durante los meses de noviembre y enero, en los que alcanzan porcentajes superiores al 60%. En enero todos los machos pertenecen a este grupo. Los M2 también están representados casi todos los meses con una clara dominancia en los meses de mayo a julio. Por último, los machos M3 aparecen principalmente en los meses de febrero a abril, aunque también se han encontrado en junio y, con un porcentaje muy bajo, en septiembre.

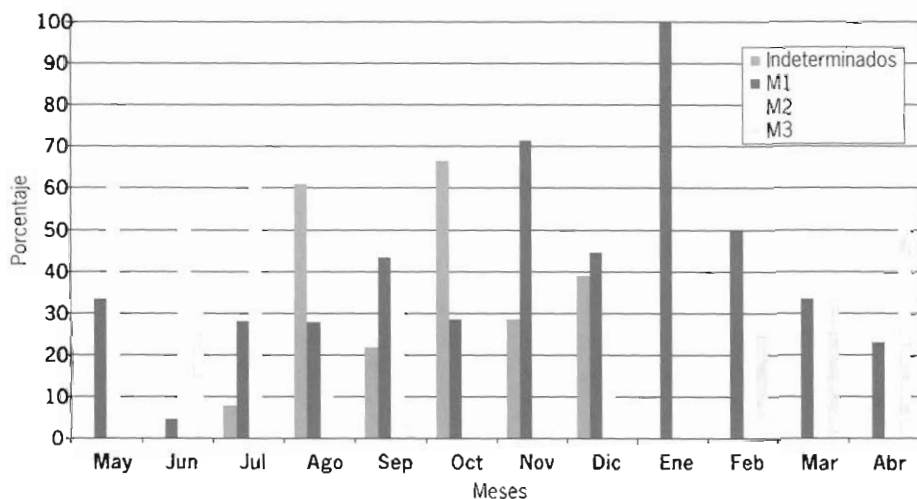


Gráfico 42. Porcentaje de abundancia de los distintos niveles de desarrollo gonadal en machos de *A. sulcata* en la estación de muestreo "La Ballenera".

Las hembras H1 se han capturado casi todos los meses del año con porcentajes de aparición bajos (Gráfico 43). El mes con mayor porcentaje de H1 es agosto. Las hembras H2 también aparecen durante todo el año pero con porcentajes muy superiores a los de H1. Los porcentajes más altos se consiguieron en los meses de mayo a julio. Finalmente las hembras H3 aparecen con porcentajes muy bajos durante casi todos los meses, destacando su aparición en los meses de febrero a abril.

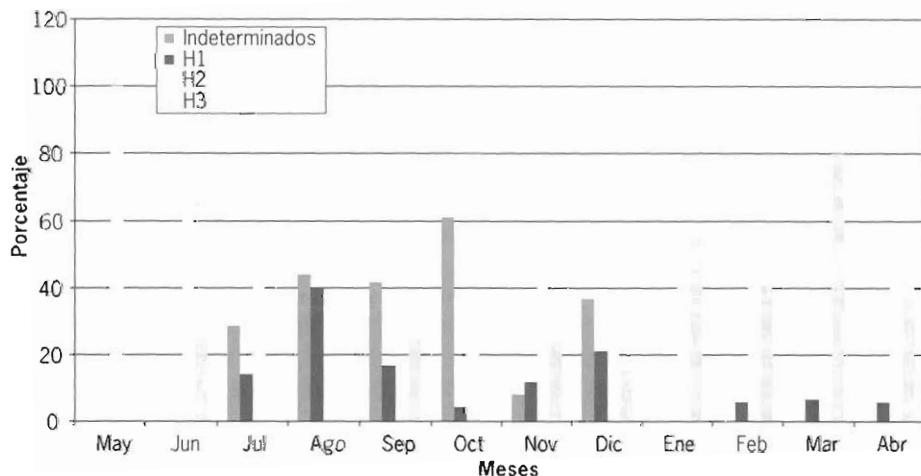


Gráfico 43. Porcentaje de abundancia de los distintos niveles de desarrollo gonadal en hembras de *A. sulcata* en la estación de muestreo "Patricia".



La aparición de individuos indeterminados, M1 y H1 puede deberse a un reclutamiento producido por la reproducción sexual (de ahí los porcentajes más altos en los meses que siguen a los de máxima aparición de los estadios M2, M3, H2 y H3) y a fenómenos de reproducción asexual (no detectados en el estudio) presentes en el resto del ciclo.

6.3.3 Consideraciones generales

Distribución de tamaño y peso

Se aprecia que las anémonas, en ambas estaciones de muestreo, no suelen ser de gran tamaño. La mayoría de los valores obtenidos en la estación de muestreo "La Ballenera" están comprendidos entre 20 y 30 g. En "Patricia", la mayoría de los valores oscilan entre 15 y 25 g.

La tendencia de la variación de peso en las estaciones de muestreo consideradas indica la existencia de una diferencia en cuanto al comportamiento registrado en los meses más fríos del año, particularmente en los pertenecientes al otoño; durante este periodo la tendencia en "La Ballenera" es hacia la disminución de peso, mientras que en "Patricia" es al contrario. Esto puede deberse a las condiciones particulares de cada estación de muestreo, propiciadas por la influencia de los factores ambientales o a la propia explotación del recurso, que varía en función de la estación de muestreo y de la época del año.

Ciclo biológico

La aparición de ejemplares indeterminados y de ejemplares sexualmente diferenciados, pero con escaso desarrollo gonadal, puede deberse a un reclutamiento producido por la reproducción sexual y a fenómenos de reproducción asexual presentes en el resto del ciclo.

Las dos estaciones estudiadas muestran un patrón de actividad sexual semejante en todos los estadios, con la particularidad de que en "La Ballenera" las líneas de tendencia están ligeramente adelantadas en el tiempo respecto a las de "Patricia". Por tanto, se puede considerar que *A. sulcata* es una especie sexualmente activa durante un amplio periodo de tiempo, principalmente desde diciembre hasta julio.

No se ha establecido relación entre el peso y el grado de maduración sexual, dado que en el peso de los ejemplares intervienen parámetros que inducirían a error al intentar relacionar los resultados (la cantidad de agua del ejemplar, su contenido en restos alimenticios y sedimento, etc.) y, sobre todo, que la determinación de la maduración sexual se realizó con ejemplares fijados en formol.

6.4 ESTUDIO BIOLÓGICO DE LOS ERIZOS EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA

6.4.1 Tamaño y peso

Al igual que en la provincia de Cádiz para *P. lividus*, los análisis biométricos de las tres especies estudiadas en la provincia de Málaga (*P. lividus*, *A. lixula* y *S. granularis*) demuestran que existe una relación lineal entre el diámetro y la altura de los individuos. Esto permite utilizar un único valor a la hora de establecer relaciones entre el tamaño de los animales y otros parámetros biométricos.

6.4.1.1 Relación entre tamaño y peso

En este caso, la relación entre el peso y el tamaño en todas las especies es de tipo logarítmico. Aunque en las tres especies las líneas de tendencia son semejantes, sin embargo, existen ciertas diferencias específicas. De la relación entre las especies *A. lixula* y *P. lividus*, se observa que ambas mantienen un patrón de tamaño y peso muy semejante. En el caso de *P. lividus* también existe gran coincidencia con los datos recogidos en el litoral de Cádiz. La línea de tendencia de *S. granularis* es la que difiere más (Gráfico 44).

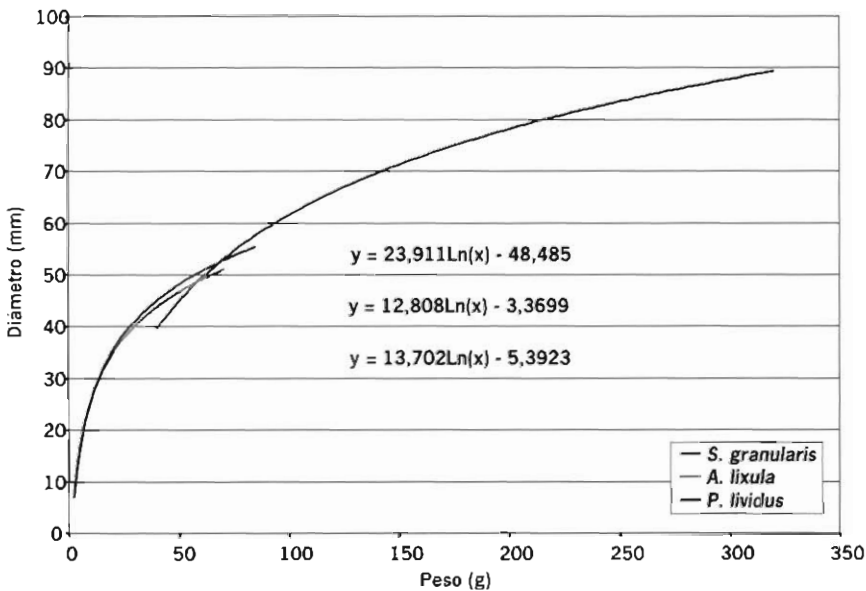


Gráfico 44. Curvas de tendencia de la relación peso/tamaño en *P. lividus*, *A. lixula* y *S. granularis*.

6.4.1.2 Evolución temporal de la talla y el peso

Los valores obtenidos se han agrupado por clases de tamaño de 1 mm y clases de peso de 1 g, analizándose a continuación los resultados hallados para cada una de las especies.

- ***Paracentrotus lividus***

Durante el periodo de estudio se aprecia una distribución normal en la frecuencia de tamaños. Los valores máximos oscilan entre 52 y 60 mm y los mínimos entre 15 y 37 mm. Asimismo, los valores de peso mensual de los ejemplares capturados presentan una distribución normal, con máximos entre 58 y 85 g y mínimos entre 2 y 23 g.

Las medias mensuales de los tamaños y pesos se mantienen prácticamente constantes a lo largo del año. Únicamente en los valores medios de peso se aprecia una ligera tendencia a ascender durante los meses de invierno (diciembre a febrero) y verano (mayo a junio).

Como se observa en el Gráfico 45, los valores medios de diámetro oscilan entre 40 mm, en los meses de septiembre, noviembre, marzo y abril y 45 mm, en junio. Los valores medios de pesos varían entre 29 g y 41 g.

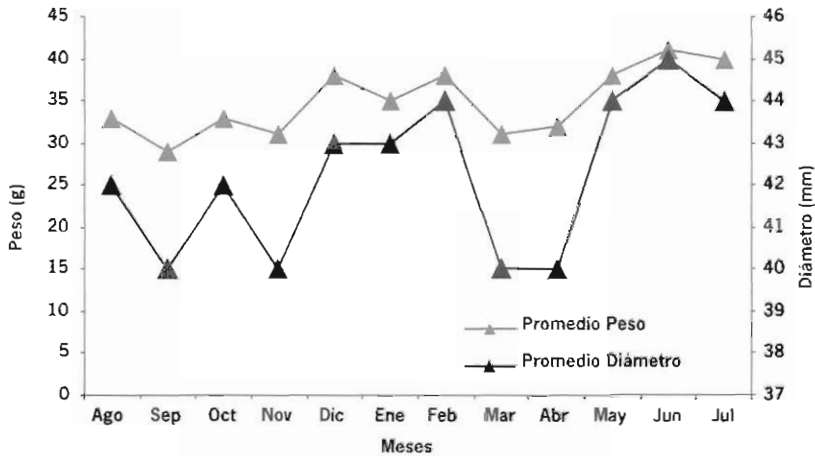


Gráfico 45. Valores medios mensuales de tamaño y peso de *P. lividus*.

Al comparar los datos obtenidos en Málaga con los del litoral de Cádiz, se aprecia una tendencia de tamaños y pesos semejantes, aunque en Málaga los valores superiores, así como las medias mensuales, son ligeramente inferiores que los de Cádiz. Además, en Málaga se produce un leve incremento del tamaño durante el invierno, no detectado en Cádiz.

• *Arbacia lixula*

La distribución de tamaños obtenidos en los muestreos mensuales para esta especie es de tipo normal, manteniéndose una gran homogeneidad a lo largo del periodo de estudio. Los valores superiores del diámetro oscilan entre 47 y 58 mm, hallándose los valores superiores en los meses de enero y noviembre (58 y 56 mm, respectivamente) mientras que los inferiores procedían de los meses de marzo (47 mm), abril y junio (50 mm). Los valores mínimos de diámetro oscilan entre 13 y 26 mm, obteniéndose los valores más bajos en febrero (13 mm) y los más altos en abril (26 mm) y julio (25 mm). En cuanto a los valores medios mensuales, el tamaño oscila entre 34,2 y 41,2 mm obtenidos en los meses de febrero y agosto, respectivamente.

En relación con el peso de los ejemplares, también se aprecia una distribución normal, si bien no aparece ningún intervalo de valores que destaque de los demás, por lo que para cada clase de peso existen pocos ejemplares. Los valores máximos de peso a lo largo del año oscilan entre 48 y 71 g y los mínimos entre 1 y 9 g, situándose el valor medio entre 22 y 35 g.

Comparando los valores medios de tamaño y peso a o largo del año se observa que aunque existe una cierta homogeneidad en todos los meses, sin embargo durante los meses de invierno (diciembre, enero) y verano (junio, julio y agosto) se alcanzan los valores más altos tanto de tamaño como de peso de los ejemplares (Gráfico 46).

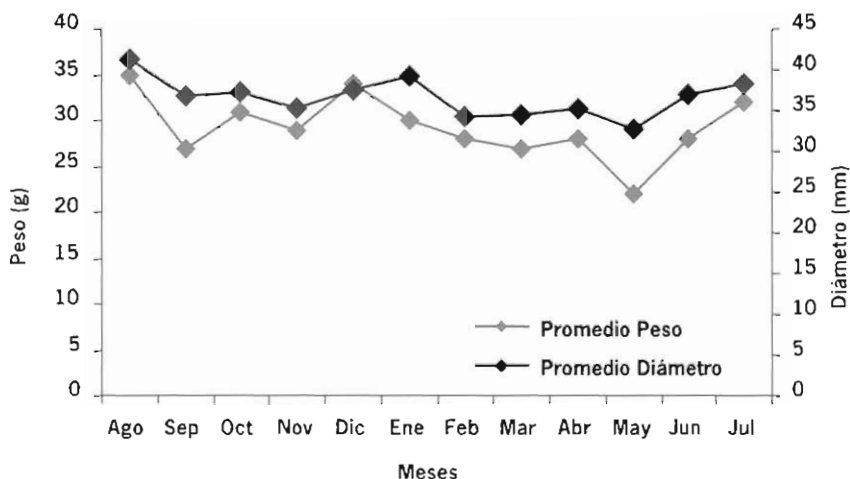


Gráfico 46. Valores medios mensuales de tamaño y peso de *A. lixula*.



• *Sphaerechinus granularis*

La frecuencia de tamaños presenta una distribución normal aunque, en algunos casos, esta distribución no se manifiesta claramente. Los resultados se pueden ver condicionados al menor número de ejemplares a los que se les realizó el estudio biométrico (20 en lugar de 100 como en las otras dos especies) a causa de las condiciones ya descritas en el apartado de metodología.

Los valores máximos oscilan entre 79 y 92 mm, correspondiendo el valor más bajo al mes de mayo y el más alto a un ejemplar de abril. Los valores mínimos oscilan entre 43 y 71 mm, pertenecientes a ejemplares capturados en septiembre y agosto, respectivamente.

Los valores mensuales de peso de los ejemplares capturados presentan, en general, una distribución normal. Los valores máximos varían entre 216 y 320 g, los valores mínimos oscilan entre 40 y 170 g. La media mensual de los tamaños y pesos (Gráfico 47) se mantiene constante a lo largo del año. Los valores medios de diámetro oscilan entre 73 y 81 mm y los valores medios de pesos varían entre 174 y 231 g.

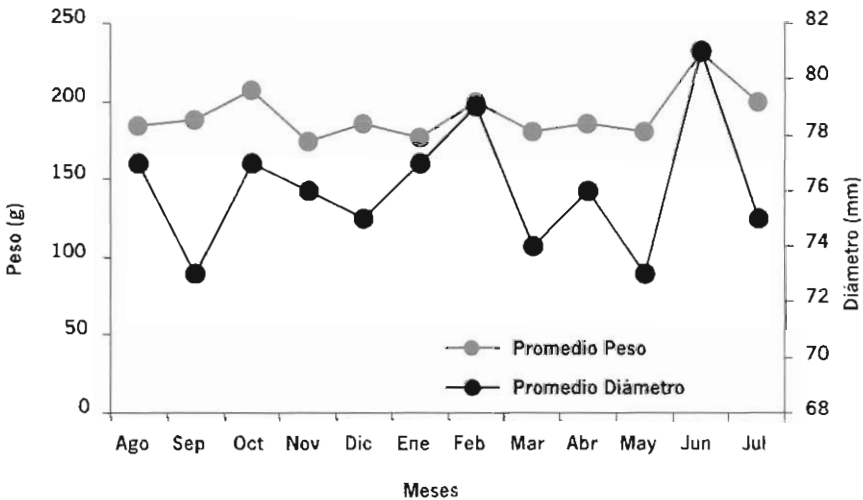


Gráfico47. Valores medios mensuales de tamaño y peso de *S. granularis*.

En ninguno de los dos casos (medias mensuales de peso y tamaño) se observa una distribución clara de las medias, si bien, como ya se ha comentado con anterioridad, este hecho puede ser consecuencia del menor número de ejemplares analizados para el estudio biométrico de esta especie.

• **Comparación entre las tres especies**

Las frecuencias de diámetro presentan un tipo de distribución normal semejante en las tres especies aunque con valores superiores en el caso de *S. granularis*. Las capturas de ejemplares de tamaño inferior a 25 mm han sido escasas, lo cual impide determinar la estructura de las poblaciones a lo largo del año con el seguimiento de posibles reclutamientos. Esta ausencia se atribuye al tipo de muestreo realizado, dirigido principalmente a la captura de un número fijo de ejemplares de cada especie y mes, prestándose mayor atención a los ejemplares de mayor tamaño por presentar mayor interés comercial.

Con el peso de los ejemplares de las tres especies ocurre algo semejante a lo que ocurría con el tamaño. En las tres se aprecia una distribución normal.

6.4.2 Índice gonadosomático (IGS)

Como en el caso de Cádiz, para establecer una relación entre el tamaño del animal y el grado de desarrollo de su gónada, se establece el índice gonadosomático (IGS).

En los Gráficos 48 a 50 se representan los valores medios de IGS para cada rango de tamaño (rangos de 10 mm) en las tres especies estudiadas, considerando todos los meses conjuntamente.

En el caso de *P. lividus* (Gráfico 48), para los rangos estudiados, se aprecia que los animales incluidos en el rango de 41-50 mm muestran valores superiores. Estos datos coinciden con los observados para esta especie en las estaciones de "Patricia" y "La Ballenera" en el litoral de Cádiz.

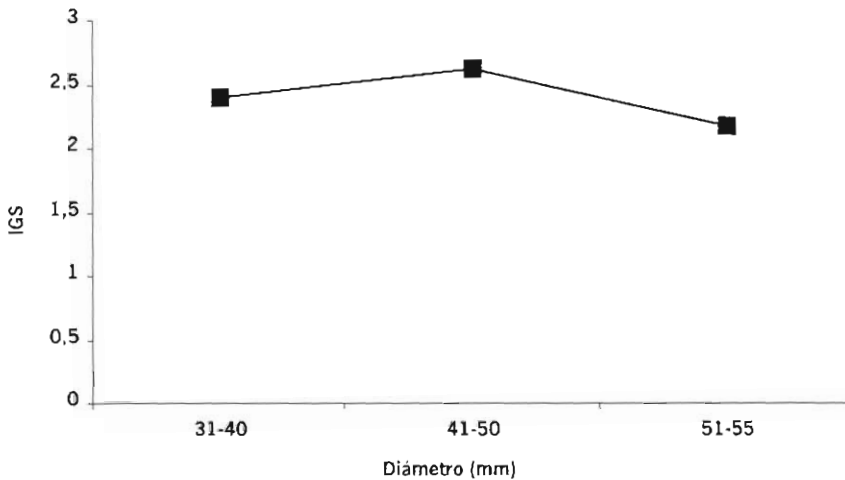
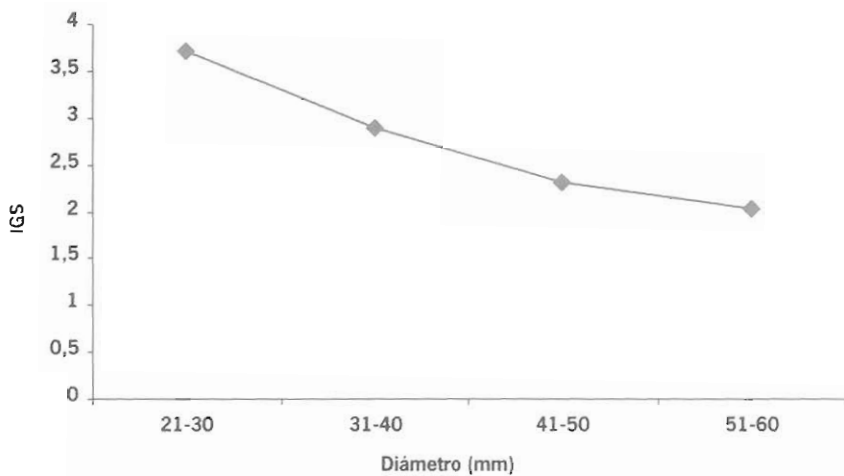


Gráfico 48. índice gonadosomático medio en función de las categorías de tamaño en *P. lividus*

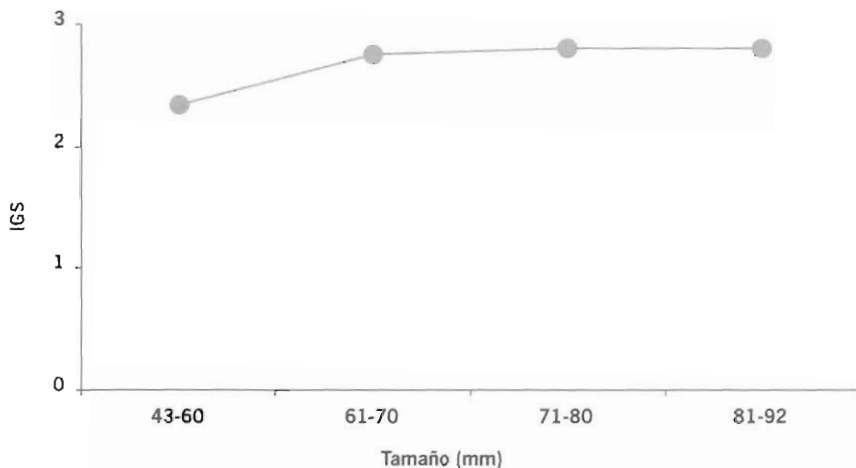


En el caso de *A. lixula* (Gráfico 49), la línea de tendencia observada indica claramente una relación inversa entre el tamaño y el IGS. Los valores más altos de las medias de IGS son alcanzados en el rango de 21-30 mm de diámetro.



Gráficos 49. índice gonadosomático medio en función de las categorías de tamaño en *A. lixula*.

Para *S. granularis* (Gráfico 50), en el rango menor de tamaño (46 a 30 mm), el valor medio de IGS es inferior a los restantes rangos de tamaño, en los que parece mantenerse estable.



Gráficos 50. índice gonadosomático medio en función de las categorías de tamaño en *S. granularis*.

Analizando los valores mensuales de IGS en las tres especies, en el caso de *P. lividus* varían entre 0,02 y 11,81 y en *A. lixula* entre 0,03 y 9,48. Para los rangos de tamaño de los ejemplares estudiados se observa una ligera tendencia a presentar una relación inversa entre el tamaño de los animales y el IGS, durante los meses de abril a julio. Por último, *S. granularis* presenta unos valores mensuales de IGS que varían entre 0,09 y 9,48.

Los valores superiores de IGS en *P. lividus* se corresponden con ejemplares de 40-50 mm de diámetro mientras que en ejemplares con tamaños superiores o inferiores a este rango, tales valores tienden a disminuir. De las tres especies estudiadas, *P. lividus* es la que alcanza valores de IGS superiores.

En los Gráficos 51 a 53, se representan los valores medios mensuales de IGS separando los ejemplares por sexos. En el caso de *P. lividus* (Gráfico 51), las hembras presentan a lo largo del año valores superiores a los machos. Los obtenidos para esta especie en Málaga suelen ser menores a los de los ejemplares estudiados en el litoral de Cádiz.

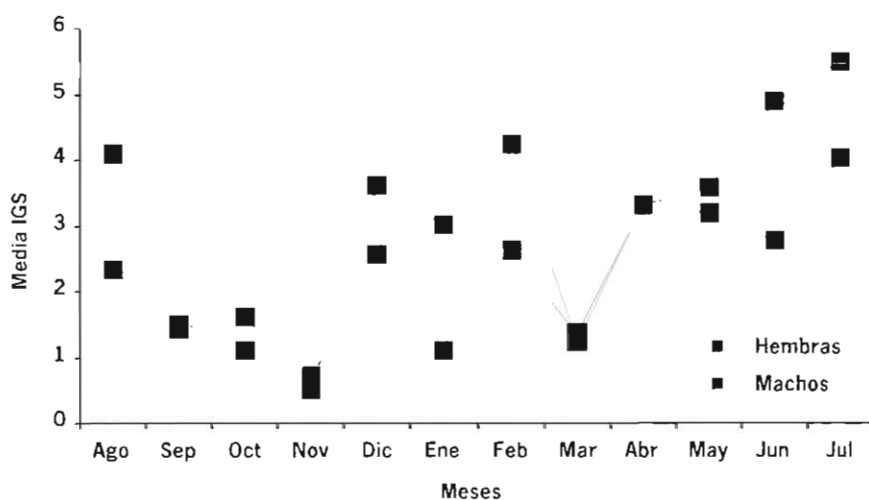


Gráfico 51. Tendencia temporal IGS para cada sexo (*P. lividus*).

En el caso de *A. lixula*, a diferencia de lo que ocurre con *P. lividus*, los machos presentan valores de IGS a lo largo del año superiores a las hembras (Gráfico 52). Comparando las medias obtenidas durante todo el año se puede apreciar que junto con el notorio incremento producido en mayo, existe una ligera tendencia al aumento del IGS en los meses de marzo, mayo y junio.

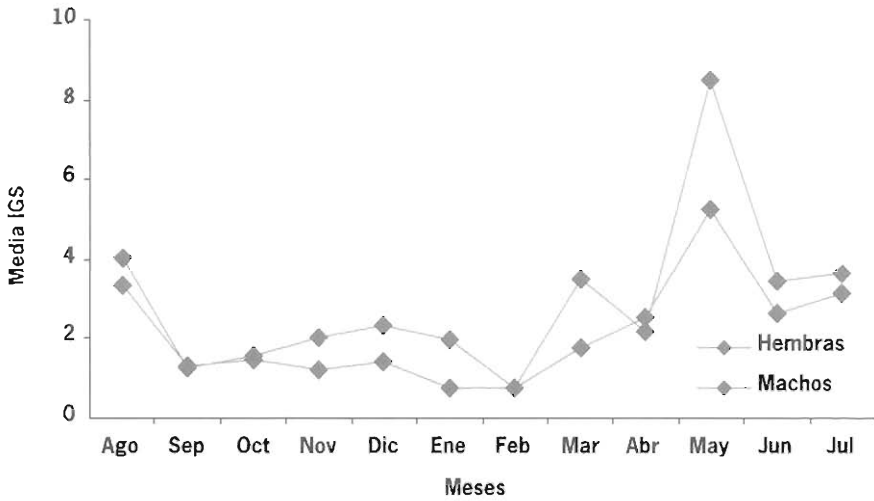


Gráfico 52. Tendencia temporal IGS para cada sexo (*A. lixula*).

Comparando los resultados obtenidos para la especie *A. lixula* en Málaga con los descritos en el estudio para la especie *P. lividus* en el litoral de Cádiz y en Cataluña (este último realizado por Lozano *et al.* en 1995), se puede destacar que en los rangos de tamaño inferiores, la especie *A. lixula* presenta valores de IGS superiores a los obtenidos para *P. lividus* en las tres localidades antes mencionadas. Para los rangos más altos, aunque en Málaga se aprecia un descenso de IGS, los valores siguen siendo superiores a los de *P. lividus* en Cataluña, mientras que son inferiores a los de esta especie en Cádiz.

En cuanto a *S. granularis* (Gráfico 53), a lo largo del año los machos presentan valores superiores a las hembras aunque en ambos sexos nunca superan el valor de 5 como en las otras especies. Los valores en las hembras oscilan entre 1,25 y 3,56 en los meses de noviembre y mayo, respectivamente. En los machos la media mensual de IGS varía entre 2,05 en noviembre y 4,58 en junio. Comparando las medias obtenidas durante todo el año se puede apreciar una ligera tendencia alcista desde enero hasta junio, excepto en abril, mes en el que el valor de los machos desciende notoriamente.

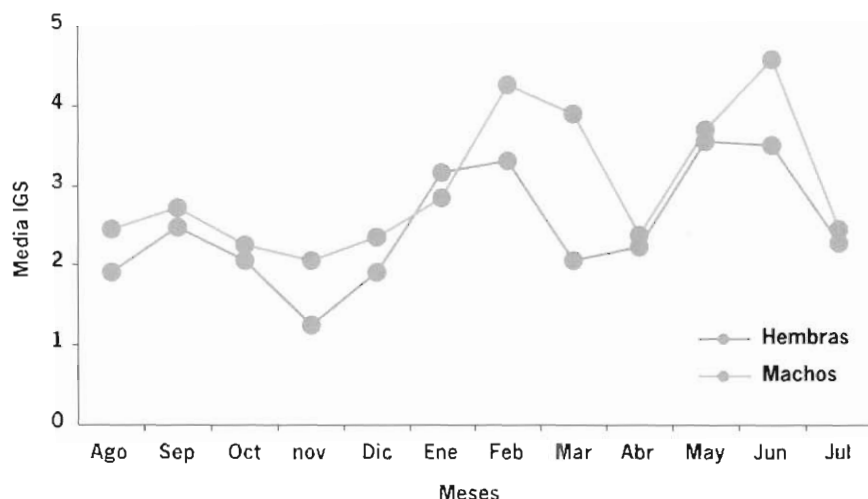


Gráfico 53. Tendencia temporal IGS para cada sexo (*S. granularis*).

6.4.3 Ciclo de desarrollo gonadal

A partir de los resultados obtenidos en la provincia de Málaga, se puede concluir que, en las tres especies, las poblaciones de erizos no presentan una diferencia significativa entre el porcentaje de machos y hembras si bien, durante los meses de invierno, el porcentaje de hembras desciende en las especies *A. lixula* y *P. lividus*.

A lo largo de todo el año, se observan, en los ejemplares muestreados, individuos con todos los estadios de desarrollo gonadal por lo que, en el caso de las hembras, para describir el ciclo gonadal se van a considerar los estados en que la gónada se halla con escaso desarrollo de las células gaméticas (H1) y con el de mayor desarrollo de éstas (H3), ya que son éstos los estadios que presentan diferencias mensuales significativas y ofrecen más información sobre el ciclo anual de las especies.

En el caso de los machos se han considerado los dos estados definidos, es decir sin y con células gaméticas desarrolladas en las gónadas (M0 y M1).

En las tres especies, la tendencia de los estadios considerados no presenta valores de significación suficientes como para explicar con certeza la evolución del desarrollo gonadal a lo largo del año. No obstante, por la distribución de porcentajes de tales estadios, se puede apreciar que *P. lividus* mantiene en general una periodicidad anual en el ciclo reproductivo.

Las gónadas de las hembras presentan mayor grado de desarrollo (H3) durante los meses de enero a agosto, mostrando una clara reducción desde octubre a diciembre en los cuales dominan el estadios H1. Por su parte, los machos desarrollados (M1) predominan en los meses de marzo a agosto (Gráfico 54).

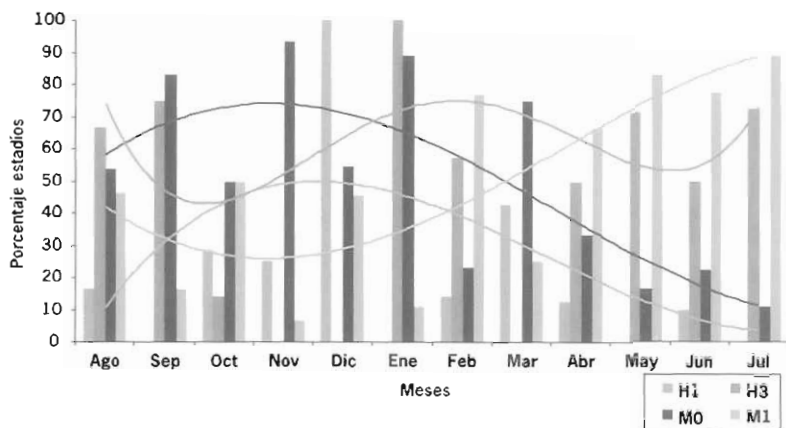


Gráfico 54. Porcentaje mensual de estadios de desarrollo por sexos en *P. lividus*.

En *P. lividus* las gónadas presentan mayor peso durante los meses de junio, julio, enero y febrero. De la relación entre el peso y el estadio gonadal se desprende que los ejemplares que presentan niveles de desarrollo H3 y M1 suelen presentar valores más altos en el peso de la gónada.

Comparando estos resultados con los obtenidos para esta especie en las estaciones del litoral de Cádiz se aprecia que, en estas últimas, los valores suelen ser superiores a los de Málaga.

Para *A. lixula*, tanto en los machos como en las hembras, existe un claro dominio de los individuos con estadios M1 y H3. Sólo durante los meses de invierno (enero a marzo) se observa un ligero descenso del porcentaje de tales estadios respecto al observado el resto del año (Gráfico 55).

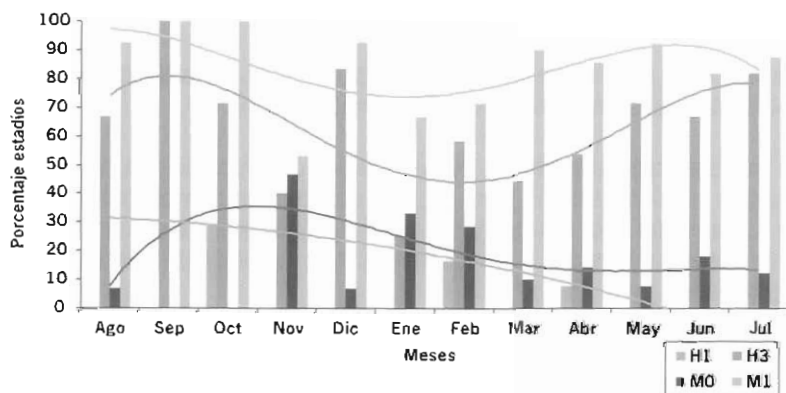


Gráfico 55. Porcentaje mensual de estadios de desarrollo por sexos en *A. lixula*.

En relación con el peso de las gónadas, se puede observar que *A. lixula* es la especie que presenta valores inferiores en este parámetro. Las gónadas tienen un mayor peso durante los meses de mayo a agosto, mientras que en los restantes meses los valores son muy bajos. Los estadios H3 y M1, aunque aparecen durante todo el año, se presentan con mayor frecuencia desde marzo a agosto y en el caso de los machos M1 también en noviembre y diciembre.

Por último, *S. granularis* sigue un ciclo reproductivo anual. Las gónadas presentan estadios de desarrollo H3 y M1 durante todos los meses del año, aunque en las hembras se aprecia un descenso del porcentaje de H3 en los meses de diciembre a marzo (en los que el porcentaje de H1 supera al de H3). En el caso de los machos, el porcentaje de machos desarrollados (M1) disminuye en los meses de septiembre a enero, abril y mayo, siendo superior el porcentaje de M0 frente a M1 en los meses de febrero, marzo, agosto y septiembre (Gráfico 56).

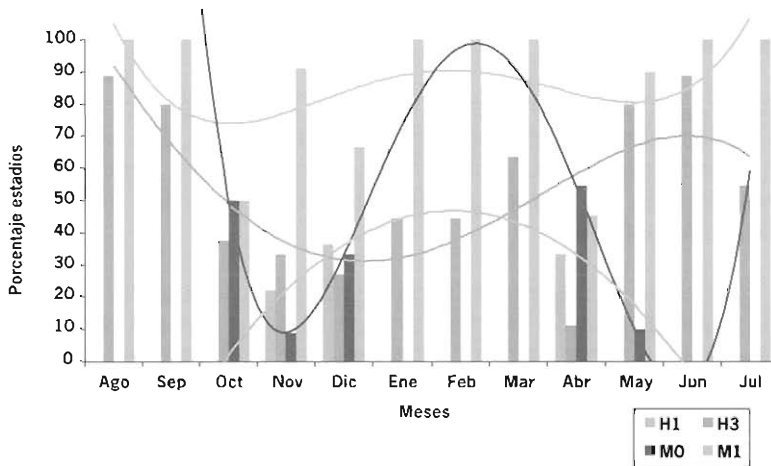


Gráfico 56. Porcentaje mensual de estadios de desarrollo por sexos en *S. granularis*.

Aunque tanto las hembras H3 como los machos M1 aparecen durante todo el año, sin embargo, los valores de peso gonadal más altos son alcanzados en los meses de enero, febrero, mayo y junio.

6.4.4 Consideraciones generales

Distribución de tamaño y peso

Como en el estudio realizado en Cádiz, se recomienda establecer el diámetro de los ejemplares como medida de talla mínima debido a la relación existente entre diámetro o altura de los ejemplares y otros parámetros como el peso del animal.

La distribución de tamaños y pesos de las tres especies se mantiene estable. Comparando las poblaciones de *P. lividus* de Málaga y Cádiz, se aprecia una tendencia de tamaños y pesos semejantes, aunque en Málaga los valores superiores y las medias mensuales son ligeramente inferiores que los de Cádiz. Además en Málaga existe un ligero incremento del tamaño durante el invierno, no detectado en Cádiz. Este hecho puede estar relacionado con la presión extractiva que presentan ambas poblaciones, existiendo una mayor intensidad de captura en Cádiz durante los meses de invierno sobre los erizos de mayor tamaño que puede suponer una merma en la talla media de la población.

Por otra parte, si comparamos las tres especies estudiadas en la provincia de Málaga, se observa que, a pesar de las diferencias específicas relacionadas con el tamaño y peso de los ejemplares, la tendencia general de las poblaciones es a presentar individuos mayores durante los meses de verano y, en el caso de *A. lixula* y *P. lividus*, también en invierno.

Ciclo biológico

El desarrollo gonadal y valores de IGS de las tres especies son semejantes, aunque más bajos que los detectados en el litoral de Cádiz para la especie *P. lividus*. Sin embargo, no existe relación directa entre el incremento del tamaño de los ejemplares y el Índice Gonadosomático (IGS). En general se aprecia un descenso de IGS en los ejemplares mayores de las tres especies.

En *A. lixula* existe una ligera tendencia a presentar una relación inversa entre el tamaño de los animales y el IGS durante los meses de abril a julio. Los valores más altos de las medias de IGS son alcanzados en el rango de 21-30 mm de diámetro. Estos resultados pueden significar que en esta especie, una vez alcanzada la madurez gonadal, el crecimiento de las gónadas cesa o se produce a una velocidad menor que el resto del cuerpo, por lo que en los ejemplares mayores el peso de las gónadas es relativamente más bajo que en los animales de menor tamaño. En *S. granularis* se puede indicar que el mayor desarrollo de las gónadas tiene lugar en los ejemplares de aproximadamente 60 mm de diámetro, presentando posteriormente un crecimiento de las gónadas proporcional al del cuerpo.

En general, los valores de IGS de *A. lixula* y *S. granularis* son mayores en los machos que en las hembras, situación que se invierte en *P. lividus*. Además ambos valores (los de machos y hembras) son más altos durante los meses de verano (junio-agosto) y más bajos en los meses de noviembre a febrero, salvo en *P. lividus*, que presenta también un incremento en invierno.

En las tres especies los estadios de desarrollo gonadal H3 y M1 aparecen a lo largo de todo el año, aunque se aprecia un descenso en los meses de otoño e invierno.

Para las tres especies, el peso de las gónadas es mayor en los meses de verano y de invierno.

6.5 ESTUDIO BIOLÓGICO DE LA ANÉMONA EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA

6.5.1 Peso

El rango de tamaño que incluye a un mayor número de ejemplares se halla comprendido entre 6 y 10 g. A partir de este peso se produce un marcado descenso del número de ejemplares hasta alcanzar un peso de 31-35 g, a partir del cual los registros son prácticamente testimoniales.

Los ejemplares capturados presentan una distribución de pesos semejante, no apreciándose variaciones mensuales destacables. Los valores mensuales superiores oscilan entre 30 y 121 g y los inferiores entre 1 y 4 g.

La población muestra un peso medio con escasa variación, alrededor de los 17 g aproximadamente. Sólo en los meses de septiembre, octubre y enero se han alcanzado valores medios de peso superiores.

En general, en relación con las poblaciones de *A. sulcata* del litoral de Cádiz se puede destacar lo siguiente:

El peso medio mensual de la población de anémonas de Málaga es inferior al de las poblaciones de "Patricia" y "La Ballenera" (Cádiz), en las cuales, en la mayoría de los meses, los valores obtenidos se encuentran comprendidos entre 20 y 30 g (sobre todo en "La Ballenera"), mientras que en Málaga, los valores obtenidos de peso medio no suelen superar los 20 g.

Este menor peso de las poblaciones de Málaga puede ser debido a factores ambientales, así como al hecho de que en Málaga, la explotación de la anémona aún no esté muy implantada, al contrario de lo que ocurre en Cádiz donde la extracción continuada de la especie, orientada a una talla media de individuos, más apreciada por el recolector supone, además de una disminución del recurso, una mayor abundancia de ejemplares de mayor tamaño en comparación con los de tamaño medio. La menor explotación implica además unas mejores condiciones para la proliferación de la anémona en la provincia de Málaga (como se puede comprobar en la cartografía de densidad), lo que implica una mayor competencia de los ejemplares por el sustrato y por tanto un menor desarrollo de los mismos.

Los valores de peso medio obtenidos en cada estación anual presentan, en general, variaciones entre las estaciones de muestreo de Málaga y de Cádiz; si bien, se puede apreciar cierta sintonía entre los registros medios de Málaga y los de "Patricia".

6.5.2 Maduración sexual

Los datos referentes a los porcentajes de abundancia de los distintos niveles de desarrollo gonadal en machos y hembras de *A. sulcata* muestran que los machos M1

aparecen prácticamente durante todo el año, aunque principalmente en los meses de junio a enero, descendiendo ligeramente durante los restantes meses del año (Gráfico 57).

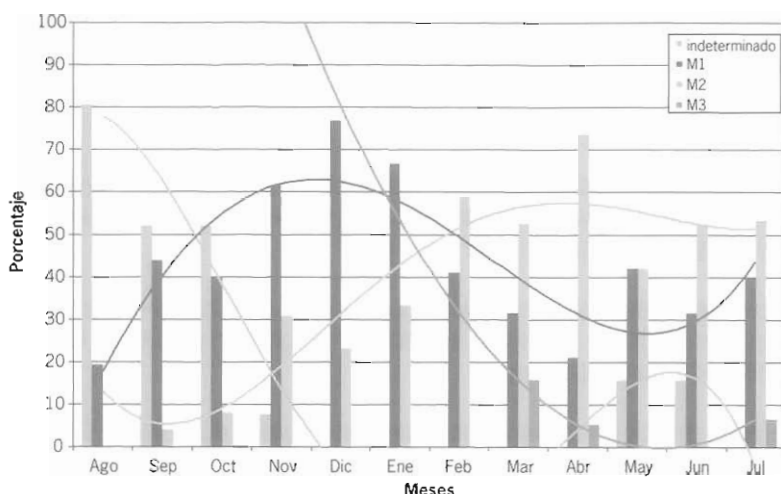


Gráfico 57. Porcentaje mensual de abundancia de machos de *A. sulcata* en Málaga.

Los machos M2 también aparecen durante casi todo el año, aunque con porcentajes menores que los de M1. Los niveles de abundancia más altos son alcanzados durante los meses de febrero a julio, desapareciendo, o con un porcentaje de abundancia reducido, desde agosto a octubre. Finalmente, los ejemplares clasificados como M3 tienen porcentajes bajos y sólo aparecen en marzo, abril y julio.

Las hembras con escaso desarrollo gonadal (H1) fueron captura en casi todos los meses del año de estudio. Los porcentajes de abundancia son bajos, salvo en los meses de abril a junio y en diciembre (Gráfico 58).

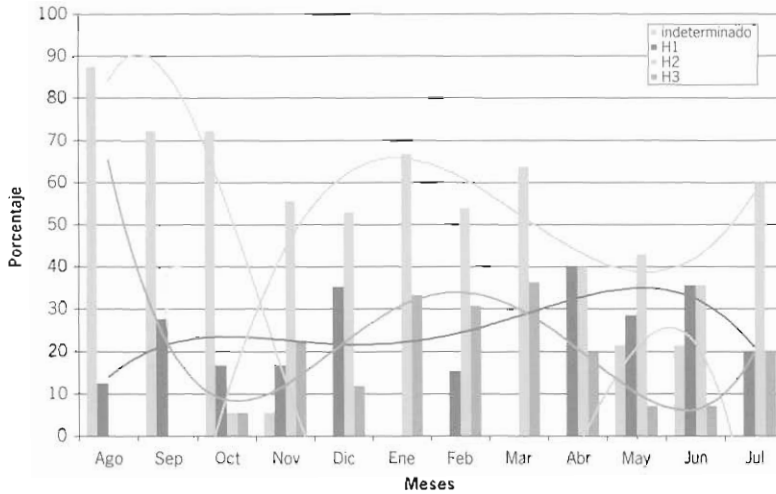


Gráfico 58. Porcentaje mensual de abundancia de hembras de *A. sulcata* en Málaga.

Las hembras H2 también aparecen casi todos los meses (salvo agosto y septiembre), con porcentajes claramente superiores a los de las hembras H1. Los ejemplares con nivel de desarrollo H3 se hallan en todos los meses salvo en agosto y septiembre. Los porcentajes de abundancia son menores a los de H2, destacando principalmente los meses desde enero a marzo.

Durante los meses de agosto a octubre dominan los individuos con grado de desarrollo indeterminado, si bien, independientemente de este hecho, los machos suelen ser más abundantes a lo largo del año de estudio. Sólo durante los meses de noviembre a enero las hembras presentan porcentajes más altos.

Comparando los resultados de porcentajes de cada sexo con los obtenidos en Cádiz, existe una tendencia parecida en relación con los ejemplares indeterminados. Estos aumentan su representación significativamente en los meses calurosos, entre junio y octubre en Cádiz y entre agosto y octubre en Málaga.

En cuanto a los ejemplares determinados como machos, tanto en Cádiz como en Málaga están presentes durante gran parte del año en porcentajes cercanos al 50%, alcanzando los valores máximos entre febrero y julio, en el caso de Málaga, y entre mayo y julio en Cádiz.

Las hembras, que están generalmente representadas con valores que oscilan entre el 40% y el 50%, presentan los mayores valores de porcentaje entre noviembre y enero, en Málaga, y en un periodo de tiempo algo mayor (noviembre a abril) en Cádiz.

7 CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados obtenidos en los diferentes apartados abordados en este trabajo, destacan las siguientes conclusiones:

Distribución

Con respecto a este parámetro, se puede decir que *P. lividus* y *A. sulcata* se encuentran presentes con mayor o menor abundancia en todo el litoral gaditano y malagueño, mientras que *A. lixula* y *S. granularis* han sido detectadas en la zona mediterránea de la costa gaditana (zona más oriental) y en la costa malagueña.

El rango de profundidad preferente, según las abundancias observadas para las diferentes especies, es para *P. lividus* y *A. lixula* de 0 a -6 m, mientras que *S. granularis* predomina en el rango de -6 a -10 m. *A. sulcata* presenta una distribución más homogénea en cuanto a profundidad; si bien, se observa un ligero aumento de su abundancia a menor profundidad. Estos resultados hacen que se considere el rango de profundidad de 0 a -10 m como el más adecuado para ser explotado. El sustrato preferencial de todas las especies estudiadas es el sustrato duro (roca); estando ausentes en sustrato blando.

En el caso de la provincia de Cádiz, se observan zonas en las que hay claros indicios de sobreexplotación de las poblaciones de las distintas especies. Para *P. lividus*, estas zonas coinciden con las de mayor facilidad de acceso para los recolectores. Se ha observado la práctica desaparición de *A. sulcata* de zonas donde tradicionalmente se venía recolectando. Esta disminución de su abundancia se hace más patente cuanto más occidental es la zona considerada, de manera que, actualmente, hay pocas zonas en las que se pueda recomendar su explotación. *S. granularis* no presenta ninguna zona en la que su abundancia pueda facilitar su explotación sin riesgo para las poblaciones de esta especie.

Comercialización

La creciente actividad extractiva con fines comerciales del erizo de mar y la anémona marina en las costas andaluzas, supone una regresión de las poblaciones naturales de estas especies que, en algunos puntos del litoral andaluz, puede llegar a comprometer su utilización como recurso natural explotable.

Si bien, en la actualidad existe un gran número de personas que, en el entorno litoral gaditano, desarrollan una labor extractiva del erizo y la anémona de mar, la recolección de estas especies se lleva a cabo como una forma de economía sumergida, compartida con otras actividades profesionales.

Tanto el erizo de mar (*P. lividus*), como la anémona marina (*A. sulcata*), presentan interesantes perspectivas de mercado a nivel nacional y en el extranjero. Otras especies de erizo como *A. lixula* y *S. granularis* también tienen posibilidades de comercialización, aunque en menor medida que *P. lividus* y, fundamentalmente, en el mercado internacional.

Ciclo biológico

La época de mayor desarrollo gonadal de *P. lividus* abarca un periodo que comienza a mediados de enero y continúa hasta principios de abril, coincidiendo con el de mayor grado de maduración sexual de los individuos, que se encuentran, por tanto, reproductivamente activos. Se observa un segundo periodo de actividad sexual de *P. lividus* en los primeros meses de verano (junio a agosto), si bien, es de menor entidad. En los meses de otoño e invierno, *P. lividus* presenta menor grado de desarrollo gonadal, así como baja actividad reproductora. *A. lixula* y *S. granularis* tienen actividad sexual mayoritariamente en los meses de verano (julio a agosto), en los que su desarrollo gonadal es alto, si bien, se observa en los meses de invierno otro periodo de elevado desarrollo gonadal, aunque con un grado de madurez sexual menor.

Analizados los parámetros biométricos de *P. lividus* y *A. lixula* y sus índices de maduración sexual, se recomienda el establecimiento de la talla mínima de captura de ejemplares en 45 mm de diámetro para *P. lividus* y 35 mm para *A. lixula*, medida tomada como la longitud del diámetro de su dermoesqueleto, excluyendo las espinas.

Dado que la época óptima de reproducción de *P. lividus*, coincide con el periodo de máxima comercialización de esta especie, se recomienda, en caso de establecerse una veda alternativa, que esta sea en los meses de verano, en los cuales, la actividad reproductora de esta especie todavía es significativa.

El hecho de que *A. sulcata* se reproduzca tanto sexual como asexualmente parece garantizar la reproducción de esta especie durante todo el año. Este hecho, al margen de consideraciones de carácter genético, hace que, a priori, no se estime necesario el establecimiento de periodos de veda. No obstante, es conveniente establecer un plan de seguimiento que determine la evolución de las poblaciones existentes. Se deben arbitrar medidas de control encaminadas a limitar la cantidad de ejemplares recolectados. Se aconseja que esta limitación sea establecida en función del peso fresco extraído, ya que la talla, debido a la variabilidad en función del área considerada y su dificultad para estimarla no se considera un índice fiable.

De los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir que, para la correcta evolución de la pesquería del erizo de mar y la anémona marina en el litoral andaluz, debe establecerse un plan de ordenación y gestión para la explotación racional del recurso, unido a un programa de seguimiento. Este programa de seguimiento debe ser intensivo al comienzo de la gestión, con la finalidad de detectar y corregir posibles deficiencias.

8 BIBLIOGRAFÍA

Allain, J.Y. 1975. **Structure des populations de *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata, Echinoidea) soumises á la pêche sur les côtes Nord de Bretagne.** Rec. Trav. Inst. Pêches Marit. 39: 171-212.

Azzolina, JF; Boudouresque, CF; Nedelec, H. 1985. **Population dynamics of *Paracentrotus lividus* in Port-Cros Bay (Var): Preliminary account.** Travaux scientifiques du Parc national de Port-Cros. Hyeres [TRAV. SCI. PARC NATL. PORT-CROS], vol. 11, pp. 61-81.

Azzolina, JF; Boudouresque, ChF; Nedelec, H. 1983. **Seasonal and year to year changes of the edible sea urchin *Paracentrotus lividus* populations in the Bay of Port-Cros (Var, France).** RAPP. P.-V. REUN. CIESM., vol. 28, no. 3, pp. 265-266.

Ballesteros, E; Garcia Rubies, A. 1987. **Sea urchin fishery in Catalonia (Spain).** Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON *PARACENTROTUS LIVIDUS* AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 325-328

Barnes, D. K.A., Steele, S., Maguire, D. & Turner, J. 1999. **Population dynamics of the urchin *Paracentrotus lividus* at Lough Hyne, Ireland.** Candia Carnevalli & Bonasoro (eds). *Echinoderm Research 1998*. Balkema, Rotterdam. Pp. 427-431.

Binche, J-L. 1987. **Estimation of sea urchin catches by amateur fishermen off Alberes coasts (France, Mediterranean Sea).** Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON *PARACENTROTUS LIVIDUS* AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 371-375.

Breitenstein, A. 1983. **Multiplying division (reproduction by scissiparity) (in anemones).** AQUARIST PONDKPR., vol. 48, no. 7, pp. 35-37,40.

Byrne, M. 1990. **Annual reproductive cycles of the commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and a sheltered subtidal habitat on the west coast of Ireland.** Marine biology. Berlin, Heidelberg [MAR. BIOL.], vol. 106, no. 2, pp. 275-289.

Calvín Calvo, J.C. 1995. **El ecosistema marino mediterráneo. Guía de su flora y fauna.** Juan Carlos Calvín Ed.

Campbell, A.C. 1979. **Guía de campo de la flora y fauna de las costas de España y Europa**. Ed. Omega.

Cazurro, M. 1982. **Anemonia sulcata (Pennant). Estudio anatómico-histológico de una Actinia**. Rev. An. Soc. Esp. Histología. Ser. 2. T. 1.

Cellario, C; Fenaux, L. 1989. **(Rearing of sea urchin *Paracentrotus lividus* : Growth parameters study.)**. (PROCEEDINGS OF THE 6th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECHINODERMATA. ECHINODERMS: LIVING AND FOSSILS. ILE DES EMBIEZ (VAR, FRANCE), 19-22 SEPTEMBER 1988.), ACTES DU 6eme SEMINAIRE INTERNATIONAL SUR LES ECHINODERMES. ECHINODERMES ACTUELS ET FOSSILES. ILE DES EMBIEZ (VAR, FRANCE), 19-22 SEPTEMBRE 1988., 1989, p. 252, VIE MAR., vol. HS, no. 10

Conselleria de Pesca. Xunta de Galicia. **Prospección, análisis y cartografía de macroalgas y erizo de mar en el litoral de Galicia**. Ed. Dirección Xeral do Pesca, Marisqueo y Acuicultura. Consellería de Pesca. Xunta de Galicia.

Dance, C. 1987. **Size-weight relationships in the sea urchin *Sphaerechinus granularis* in Port-Cros Island (Var, French Mediterranean)**. Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PARACENTROTUS LIVIDUS AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 183-186.

Dorsett, D.A.; Turner, R. 1986. **Colour-morph dominance and avoidance responses of *Anemonia sulcata***. MAR. BEHAV. PHYSIOL., vol. 12, no. 2, pp. 115-123, 1986

Escola Taller de Mergullo Científico. 1992. **Cartografado do ourizo de mar *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) na Ria de Vigo e Illas Cies**. Ed. Dirección Xeral do Pesca, Marisqueo y Acuicultura. Consellería de Pesca. Xunta de Galicia.

Fechter, r.; Grau, J.; Reichholf, J & Ewald, G. 1992. **Fauna y flora de las costas**. Ed. Blume.

Fenaux, L. 1968. **Maturation des gonades et cycle saisonnier des larves chez *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus*, et *Psammechinus microtuberculatus* (Echinides) á Villefranche-sur-Mer**. Vie et Melieu 19: 1-52.

Fenaux, L; Etienne, M. 1989. **A survey of several populations of *Arbacia ixula* (Linnaeus) in the bay of Villefranche sur Mer (France)**. (PROCEEDINGS OF THE 6th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECHINODERMATA. ECHINODERMS: LIVING AND FOSSILS. ILE DES EMBIEZ (VAR, FRANCE), 19-22 SEPTEMBER 1988.), ACTES DU 6eme SEMINAIRE INTERNATIONAL SUR LES ECHINODERMES. ECHINODERMES ACTUELS ET FOSSILES. ILE DES EMBIEZ (VAR, FRANCE), 19-22 SEPTEMBRE 1988., 1989, pp. 128-147, VIE MAR., vol. HS, no. 10.

Fenaux, L; Etienne, M; Quelart, G. 1987. **Ecological study of *Paracentrotus lividus* (Lamarck) population in Villefranche-sur-Mer Bay (France, Mediterranean Sea).** Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PARACENTROTUS LIVIDUS AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 187-197.

Frantzis, A; Berthon, JF; Maggiore, F. 1988. **Trophic relationships between sea-urchins *Arbacia lixula* and *Paracentrotus lividus* (Echinoidea regularia) and superficial sublittoral phytobenthos in the Bay of Port-Cros (Var, France).** Travaux scientifiques du Parc national de Port-Cros. Hyeres [TRAV. SCI. PARC NATL. PORT-CROS], vol. 14, pp. 81-140.

Gavin Sánchez, C. 1993. **El erizo de mar. Serie Aula del mar.** Fundación Caixa Galicia.

George, D. & George, J. **Vida marina. Enciclopedia de los animales invertebrados del mar.** Ed. Eunsa. (1980).

Gras, G. 1987. **Stock evolution of edible sea urchin *Paracentrotus lividus* in the Maritime district of Marseilles (France) after intensive exploitation during two fishing seasons 1984-1985 and 1986-1987.** Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PARACENTROTUS LIVIDUS AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 363-370.

Grassé, P.P. 1948. **Traité de zoologie.** Ed. Mason et Cie.

Guettaf, M; San Martin, GA. 1995. **Study of gonad index variability of the edible sea-urchin *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinidae) in the north-western Mediterranean.** Vie et milieu. Paris [VIE MILIEU], vol. 45, no. 2, pp. 129-137.

Guillou, M.; Judas, A; Quiniou, F. 1995. **The influence of environmental factors on the development of the sea urchin *Sphaerechinus granularis* in the bay of Brest.** Communaute Urbaine de Brest, [France]. [ROADSTED PROGRAM. THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC MEETINGS: PROCEEDINGS, BREST 14-15 ET 16 MARCH 1995. VOL. 1: JOURNEE DU 14 MARS 1995.] PROGRAMME RADE; 3E RENCONTRES SCIENTIFIQUES INTERNATIONALES: ACTES DE COLLOQUE, BREST LES 14-15 ET 16 MARS 1995. VOL. 1: JOURNEE DU 14 MARS 1995., COMMUNAUTE URBAINE, BREST (FRANCE), 1995, pp. 266-279.



Guillou, M; Michel, C. 1993. **Reproduction and growth of *Sphaerechinus granularis* (Echinodermata: Echinoidea) in southern Brittany.** Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Plymouth [J. MAR. BIOL. ASSOC. U.K.], vol. 73, no. 1, pp. 179-192.

Guillou, M; Michel, C. 1994. **The influence of environmental factors on the growth of *Sphaerechinus granularis* (Lamarck) (Echinodermata: Echinoidea).** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology [J. EXP. MAR. BIOL. ECOL.], vol. 178, no. 1, pp. 97-111.

Haya de la Sierra, D. 1988. **Biología y ecología de *Paracentrotus lividus* en la zona intermareal.** Facultad de Biología, Universidad de Oviedo. Curso 1988/89.

Kempf, M. 1962. **Recherches d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lmk) et *Arbacia lixula* (L.).** Rec. Trav. Sci. Stn mar. Endoume, 25 (39): 47-116.

Le Direach, J-Ph; Boudouresque, CF; Antolic, B; Kocatas, A; Panayotidis, P; Pancucci, A; Semroud, R; Span, A; et al. 1987. **Report on sea urchin exploitation in the Mediterranean Sea.** Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PARACENTROTUS LIVIDUS AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 329-334.

Le Direch, J-P. 1987. **Sea urchin fishing in Mediterranean countries: History, catching techniques, legislation and production.** Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PARACENTROTUS LIVIDUS AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 335-362.

Le Gall, P. 1987. **Sea urchin fishery in Brittany.** Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PARACENTROTUS LIVIDUS AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 311-324.

Le Gall, P; Bucaille, D. 1987. **The seasons of an intensive rearing of *Paracentrotus lividus*.** Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PARACENTROTUS LIVIDUS AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 399-405.

López González, P.J. **Taxonomía y zoogeografía de los Antozoos del Estrecho de Gibraltar y áreas próximas.** Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 569 p.

Lozano, J., Galera, J., López, S., Turón, X, Palacín, C & Morera, G., 1995. **Biological cycles and recruitment of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in contrasting habitats.** *Marine Ecology Progress Series*, 122: 179-191.

Maggiore, F; Berthon, J-F; Boudouresque, CF; Lawrence, J. 1987. **(Preliminary data on interspecific relationships between *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula* and phytobenthos in Port-Cros Bay (Var, France, Mediterranean Sea).** Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PARACENTROTUS LIVIDUS AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 65-82.

Marano, G; Vaccarella, R; Pastorelli, AM; Rositani, L. 1995. **Fishery and marketing of echinoderms in Apulian region.** *Biol. Mar. Mediterr.*, vol. 2, no. 2, pp. 393-394.

Moylan, E. 1997. **Gonad conditioning and wild stock enhancement of the purple sea urchin *Paracentrotus lividus* on the west coast of Ireland.** Aquaculture Assoc. of Canada, St. Andrews, NB [Canada]. PROCEEDINGS SEA URCHIN CULTURE WORKSHOP, Mar 1997, pp. 38-41, Bulletin of the Aquaculture Association of Canada. St. Andrews NB (BULL. AQUACULT. ASSOC. CAN).

Nichols, D. 1969. **Echinoderms.** Ed. Hutchinson University Library.

Niell, F.X. et R. Pastor. 1973. **Relaciones tróficas de *Paracentrotus lividus* (Lmk.) en la zona litoral.** *Invest. Pesq.*, 37 (1): 1-7.

Regis, M.B. 1975. **On the growth of *Arbacia lixula* (L.) 2. Apical system.** *Tethys*, 7(2-3), 287-298, (1975) Record: 1 of 4 / Relevancy Rank: 1000

Regis, MB. 1981. **Morphometric aspects of the growth of two Echinoids from the Gulf of Marseille: *Paracentrotus lividus* (Lmk) and *Arbacia lixula* L.** *Cahiers de biologie marine.* Paris [CAH. BIOL. MAR.], vol. 22, no. 3, pp. 349-370.

Regis, MB. 1987. **L'oursin comestible *Paracentrotus lividus*, une ressource en danger dans le quartier maritime de Marseille.** Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PARACENTROTUS LIVIDUS AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 391-397.



Regis, M-B. 1989. **Impact of overfishing on the edible sea urchin *Paracentrotus lividus* populations and results from the campaign to preserve it (Echinodermata, Echinoidea)**. (PROCEEDINGS OF THE 6th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECHINODERMATA. ECHINODERMS: LIVING AND FOSSILS. ILE DES EMBIEZ (VAR, FRANCE), 19-22 SEPTEMBER 1988.), ACTES DU 6eme SEMINAIRE INTERNATIONAL SUR LES ECHINODERMES. ECHINODERMES ACTUELS ET FOSSILES. ILE DES EMBIEZ (VAR, FRANCE), 19-22 SEPTEMBRE 1988., 1989, pp. 150-157, VIE MAR., vol. HS, no. 10.

Riedl, R. 1986. **Fauna y flora del mar Mediterráneo**. Omega.

48. Sala, E; Ribes, M; Hereu, B; Zabala, M; Alva, V; Coma, R; Garrabou, J. 1998. **Temporal variability in abundance of the sea urchins *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in the northwestern Mediterranean: Comparison between a marine reserve and an unprotected area**. Mar. Ecol. Prog. Ser., vol. 168, pp. 135-145.

Schaefer, W. 1985. **Reproduction and development of *Anemonia sulcata* (Anthozoa, Actiniaria). 2. Early development, blastula and gastrula**. Helgolander Meeresuntersuchungen. Hamburg [HELGOL. MEERESUNTERS.], vol. 39, no. 3, pp. 341-356.

Schaefer, W. **Reproduction and development of *Anemonia sulcata* (Anthozoa, Actiniaria). 1. Reproductive cycle and oocyte structure before and after insemination**. Helgolander Meeresuntersuchungen. Hamburg [HELGOL. MEERESUNTERS.], vol. 38, no. 2, pp. 135-148.




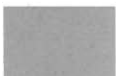



Semroud, R; Kada, H. 1987. **(Contribution to the study of *Paracentrotus lividus* in Alger region (Algeria): Repletion and gonad indices.)**. Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris (France); Association pour la Protection et le Developpement de la Cote Bleue (France); Club Subaquatique, Carry-Le Rouet (France). (INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PARACENTROTUS LIVIDUS AND EDIBLE SEA-URCHINS, CARRY-LE-ROUET, FRANCE, 21 FEB 1987.), 1987, pp. 117-124.

Semroud, R; Senoussi, Y. 1989. **Preliminary data about gonadial index, alimentary canal index and sex ratio of *Sphaerechinus granularis* (Lam.) (Echinodermata) in the Bay of Algiers (Algeria)**. (PROCEEDINGS OF THE 6th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECHINODERMATA. ECHINODERMS: LIVING AND FOSSILS. ILE DES EMBIEZ (VAR, FRANCE), 19-22 SEPTEMBER 1988.), ACTES DU 6eme SEMINAIRE INTERNATIONAL SUR LES ECHINODERMES. ECHINODERMES ACTUELS ET FOSSILES. ILE DES EMBIEZ (VAR, FRANCE), 19-22 SEPTEMBRE 1988., 1989, pp. 86-94, VIE MAR., vol. HS, no. 10.

Strenger, A. 1973. ***Sphaerechinus granularis***. Ed. Gustav Fisher.

Turón, X., Giribet, G., López, S. & Palacín, C. 1995. **Growth and population structure of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in two contrasting habitats.** *Marine Ecology Progress Series*, 122: 193-204.

Turon, X; Palacin, C; Ballesteros, M; Dantart, L. 1995. **A case study of stock evaluation on littoral hard substrata: Echinoid populations on the north-east coast of Spain.** *BIOLOGY AND ECOLOGY OF SHALLOW COASTAL WATERS.*, OLSEN & OLSEN, FREDENSBORG (DENMARK), 1995, pp. 333-342

AGRICULTURA	
GANADERÍA	
PESCA Y ACUICULTURA	
POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIA	
FORMACIÓN AGRARIA	
CONGRESOS Y JORNADAS	
R.A.E.A.	

ISBN 84-8474-041-2



9 788484 740414
P.V.P. 11,42 €



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Agricultura y Pesca