

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



E.T.S. INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

DPTO. DE CIENCIAS Y TÉCNICAS DEL AGUA Y DEL MEDIO AMBIENTE.

AREA DE ECOLOGÍA

TESIS DOCTORAL

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL ERIZO DE MAR *Paracentrotus lividus* (LAMARCK, 1816) EN EL MAR CANTÁBRICO: CICLO GONADAL Y DINÁMICA DE POBLACIONES

Presentada por: **JOSÉ MANUEL GONZÁLEZ IRUSTA**

Dirigida por: **JUAN CARLOS CANTERAS JORDANA**
GERARDO GARCÍA-CASTRILLO RIESGO

Santander, julio 2009

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN



Nunca es sencillo comenzar una tesis doctoral, pero desde que vi esta foto de Fernando Sanchoyarto en un calendario de mi casa en Castro, supe que era así como iba a comenzar la mía. La imagen de las olas rompiendo contra el Faro siempre me ha fascinado, desde que mi madre me llamaba corriendo para que las viese romper desde la ventana. Ahora me doy cuenta de que probablemente fue ahí, sobrecogido ante la fuerza del Cantábrico cuando realmente empezó esta tesis doctoral.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El hombre ha explotado el mar desde el principio de los tiempos, extrayendo de los fondos marinos alimentos y materias primas, lo que ha potenciado su desarrollo y le ha proporcionado gran riqueza. Durante la mayor parte de su historia el hombre ha explotado sólo una pequeña cantidad de los recursos que el mar le ofrecía, extrayendo una mínima fracción de sus recursos potenciales.

Con la llegada del siglo XX y el comienzo de la era moderna, la capacidad para extraer estos recursos se multiplicó. La industrialización de las artes de pesca, la fabricación de buques factoría y la aplicación de las nuevas tecnologías como la sonda, han dotado al ser humano de una capacidad extractiva sin precedentes, capacidad a la que el hombre no se ha sabido adaptar, manteniendo las antiguas costumbres de extraer el máximo posible del recurso, sin preocuparse por su carácter finito.

Como consecuencia de esta sobrepesca la mayor parte de los recursos pesqueros del mundo muestran síntomas de agotamiento, siendo la sobreexplotación de los océanos el principal problema ambiental de los ecosistemas marinos, por encima incluso del cambio climático.



Figura 1.1. Imagen de un buque arrastrero en aguas del mar Cantábrico tras capturar un cardumen de Verdel (*Scomber scombrus*).

El Mar Cantábrico no es una excepción a esta coyuntura global y muestra los mismos síntomas de agotamiento que otros mares del mundo. Sánchez y Olaso (2004) describían esta situación, afirmando que este mar es uno de los mares templados más explotados del mundo. De hecho, en la actualidad algunas de sus pesquerías de mayor importancia atraviesan una situación crítica, como en el caso de la anchoa (*Engraulis encrasicolus*), pesquería de gran importancia económica y cultural para las poblaciones ribereñas del Mar Cantábrico cuya extracción ha sido prohibida durante los últimos años.

Además de los problemas de sobreexplotación, existen otras amenazas para el medio marino que agravan aún más si cabe la precaria situación del hábitat oceánico. Quizás el ejemplo más espectacular sea el de las mareas negras provocadas por el hundimiento de petroleros como el *Prestige*, que en el año 2002 provocó el mayor desastre ambiental en la historia de España y que sin embargo no son sino una pequeña parte de la contaminación total vertida sobre el medio oceánico.

Por último, el cambio climático también amenaza seriamente los ecosistemas acuáticos y concretamente los marinos al influir en la dinámica oceánica, provocar un incremento del nivel del mar y reducir la concentración de los iones de carbonato en el océano, lo que puede afectar a los organismos con esqueletos calcáreos. Este último efecto afecta muy especialmente a los equinodermos, al ser este *Phylum* exclusivamente marino y sus estructuras duras especialmente sensibles a la acidificación.

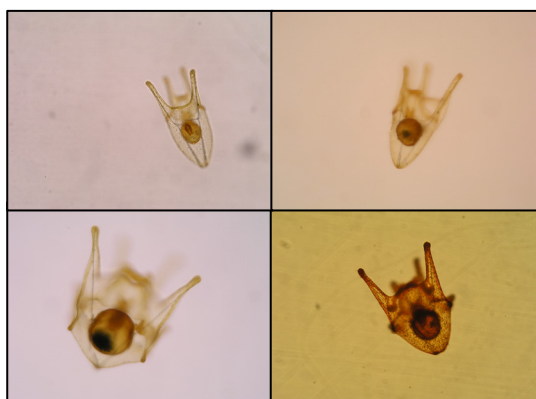


Figura 1.2. Desarrollo de larvas de *Paracentrotus lividus* durante las primeras tres semanas. Los estadios larvarios de los equinodermos son especialmente sensibles a la acidificación del mar al contener sus estructuras de calcita fragmentos de magnesio, lo que las hace especialmente solubles (Shirayama y Thornton, 2005).
Fotos de Juan Carlos Arronte

Toda esta problemática ambiental exige de los distintos actores de la sociedad un esfuerzo global de planificación e investigación, que permita racionalizar el esfuerzo

pesquero, diversificar las capturas y reducir la presión ambiental sobre nuestros océanos.

Esta tesis pretende ser una modesta aportación a este gran esfuerzo necesario en la investigación del medio marino y más concretamente de los ecosistemas litorales del Mar Cantábrico.

Mediante el estudio del erizo de mar *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) contribuimos a incrementar el conocimiento de una especie de gran importancia ecológica en los fondos rocosos en los que habita (Pastor, 1971; Palacín *et al*, 1998_b; Boudouresque y Verlaque, 2001). *P. lividus* es una especie clave en la estructura de los ecosistemas litorales, al regular con su acción ramoneadora el crecimiento de las distintas especies de algas, llegando a crear un tipo de ecosistema propio conocido como *sea urchin barrens*, caracterizado por la ausencia de macroalgas y la presencia de algas incrustantes (Kempf, 1962; Kitching y Ebling, 1967, Verlaque y Nedelec, 1983; Verlaque, 1987; citados en Boudouresque y Verlaque; 2001).



Figura 1.3. Ejemplo de *sea urchin barren* en la cala de *La Soledad* en Laredo (Cantabria). En la imagen se aprecia la ausencia de macroalgas, así como la elevada densidad de erizos acompañados de la anémona *Anemonia sulcata*. Obsérvese también como son numerosos los erizos que tienen sobre su parte superior algas o fragmentos de roca en su habitual comportamiento de cobertura.

Además de su importancia ecológica, *P. lividus* también tiene gran importancia económica al ser sus huevas consumidas en gran parte de su área de distribución. En Cantabria no existe gran tradición en el consumo de este marisco, pero en comunidades vecinas como la asturiana es un plato muy apreciado. Además, en Francia también es muy valorado y existe una gran demanda de este producto.

Este doble interés ha permitido el desarrollo de abundante bibliografía sobre su biología y sobre su ecología, si bien, aún son numerosas las cuestiones que no están del todo claras. Este trabajo pretende contribuir a comprender mejor estas cuestiones, investigando además el erizo en una zona, el Mar Cantábrico donde ha sido poco estudiado. Además, se ha tratado de analizar cuestiones que tengan una aplicación práctica en el desarrollo de un plan de gestión de este recurso, con el objetivo de permitir una explotación sostenible del erizo de mar *P. lividus* en Cantabria, así como en otras regiones españolas con condiciones oceanográficas similares.

1.1 LOS ERIZOS DEL MAR CANTÁBRICO

El erizo de mar *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) es un invertebrado marino perteneciente al *Phylum* Echinodermata. Dentro de este *Phylum* se encuentran los lirios de mar (*Clase* CRINOIDEA), las estrellas de mar (*Clase* ASTEROIDEA), las ofiuras o cestas de mar (*Clase* OPHIUROIDEA), las holoturias o pepinos de mar (*Clase* HOLUTHOROIDEA) y por último los erizos de mar (*Clase* ECHINOIDEA).

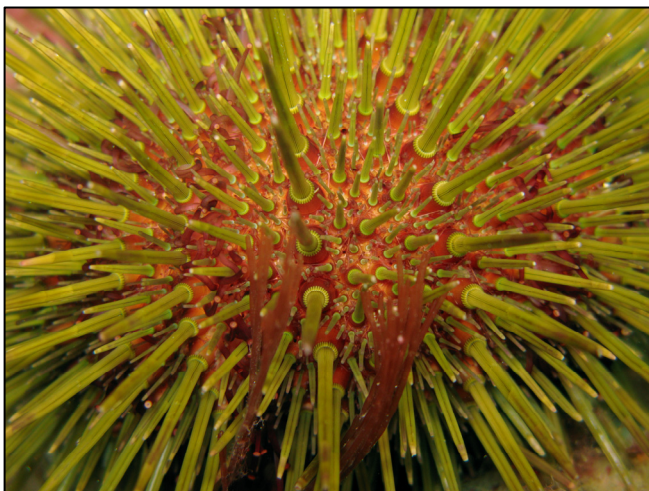


Figura 1.1.1. Detalle de las púas y el caparazón de un erizo de mar *Paracentrotus lividus* de color verde. Foto: Luis Ángel Díaz

El erizo de mar *P. lividus* pertenece a la Clase Echinoidea, Orden Echinoida, Familia Parechinidae.

Para tratar de explicar el significado de esta clasificación taxonómica así como para comparar a *P. lividus* con el resto de erizos presentes en el Mar Cantábrico se ha realizado una revisión somera de los erizos de mar (Clase Echinoidea) presentes en este Mar.

Los erizos de mar actuales se caracterizan por un caparazón más o menos globular o con forma de disco, compuesto por 20 filas de placas que van desde el lado oral hasta el lado aboral. Estas veinte filas están formadas por 5 pares de placas ambulacrales, perforadas para permitir la salida de los pies ambulacrales y 5 pares de placas interambulacrales, que no están perforadas. El caparazón está protegido por espinas móviles, más o menos numerosas y de tamaños muy variados en función de la especie.

Los erizos de mar tradicionalmente se dividían en dos subclases: Regularia, con simetría pentarradial e Irregularia, con simetría bilateral. No obstante, esta vieja clasificación era artificial y actualmente los erizos de mar están divididos en dos (Myers *et al*, 2007) o tres subclases, en función de las distintas clasificaciones. En esta tesis se ha utilizado la utilizada por Schultz en su libro: *Sea urchin: a guide to worldwide shallow water species* (2005) basándose en la clasificación propuesta por Smith (2004) que divide a los erizos en las tres Subclases siguientes:

- **Subclase *Perischoechnoidea*:** Se trata de una subclase de erizos de mar que vivieron durante el Paleozoico. Extinta durante el Pérmico superior.
- **Subclase *Cidaroidea*:** Se desarrollo durante el Pérmico inferior y ha sobrevivido hasta nuestros días. Actualmente esta compuesta por un Orden y tres familias. Se caracterizan por ser erizos regulares con grandes espinas primarias que no están cubiertas por piel. En el Mar Cantábrico, a profundidades de entre 50 y 2000 metros se puede encontrar al menos una especie de esta Subclase, el erizo *Cidaris cidaris* (Linneus, 1758), conocido comúnmente como “tabaquera”.

- **Subclase *Euechinoidea***: Incluye a la mayor parte de las especies de erizos que existen en la actualidad. Se desarrolló durante el Triásico superior y está formada por al menos 17 órdenes y más de 20 familias.

La **Subclase *Euechinoidea*** se divide a su vez en dos **Infraclasses**: *Echinothurioidea* o *erizos de cuero* compuesta por erizos que tienen sus placas calcáreas unidas por membranas intersticiales (de ahí su nombre), y la **Infraclasse *Acroechinoidea*** compuesta por el resto de erizos, con caparazones totalmente calcáreos.

La **Infraclasse Echinothurioidea** está compuesta por un único Orden, el Orden Echinothurioida. En el Mar Cantábrico pueden encontrarse al menos dos especies pertenecientes a este Orden, ambas normalmente a profundidades superiores a lo 500 metros. Estas especies no son consideradas comestibles y no tienen un uso comercial conocido.

- *Phormosoma placenta* (Thomson, 1872)



Figura 1.1.2. Imagen de *Phormosoma placenta*. Foto: Antonio Punzón.

- *Araeosoma fenestratum* (Thomson, 1872)



Figura 1.1.3. Imagen de *Araeosoma fenestratum*. Foto: Antonio Punzón.

El resto de órdenes se encuentran agrupados en la Infrac clase *Acroechinoidea* que se divide en dos grupos principales compuestos por tres cohortes:

- ***Irregularia***: Cohorte Irregularía
- ***Regularia***: Cohorte Diadematacea
Cohorte Echinacea

Los erizos irregulares se caracterizan por tener una simetría bilateral secundaria con un eje anterior donde se encuentra la boca o peristoma y un lado posterior donde está el periprocto o ano. Además, sus espinas son más cortas y más abundantes que las de los erizos regulares. Suelen vivir en fondos blandos enterrados en el sustrato y se alimentan principalmente de la materia orgánica presente en el fondo, ingiriendo grandes cantidades de fangos y arenas.

Las especies de erizos irregulares presentes en el Mar Cantábrico pertenecen al Orden *Spatangoida*, con la excepción de *Echinocyamus pusillus* (Muller, 1776) que pertenece al orden *Clypeasteroida*.

Algunas de las especies de erizos irregulares más comunes son:

- *Echinocardium cordatum* (Pennant, 1777)
- *Spatangus purpureus* (Gray, 1825)
- *Bryssopsis lyrifera* (Forbes, 1841)



Figura 1.1.4. Imágenes de tres especies de erizos irregulares. De izquierda a derecha: *Bryssopsis lyrifera*, *Spatangus purpureus* y *Echinocardium sp.* Fotos: Antonio Punzón.

Ninguna de estas especies se captura con fines comerciales, al no considerarse comestibles.

Los erizos regulares, por su parte tienen una simetría radial con el peristoma situado en el lado inferior, en contacto con el sustrato y el periprocto situado en el sistema apical. Existen dos cohortes dentro de los erizos regulares:

- **Diadematacea**
- **Echinacea**

La diferencia más evidente entre estas dos cohortes es la presencia de *tubérculos* (estructura calcárea del caparazón donde se inserta la espina) perforados en los erizos de la cohorte **Diadematacea**, no presentes en los erizos de la cohorte **Echinacea**.

Todos los erizos regulares del Mar Cantábrico pertenecen al segundo grupo. Dentro de este grupo los erizos regulares presentes en este mar pertenecen al Orden **Echinoidea** y se dividen en tres Familias:

- **Toxopneustidae**
- **Echinidae**
- **Parechinidae**

La familia Toxopneustidae alberga a una sola especie en el Mar Cantábrico perteneciente al género *Sphaerechinus*. Se trata del erizo violáceo o erizo de púas cortas *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816).

Este erizo se considera comestible y es comercializado en Francia, donde existe una pesquería local específica de este erizo (Guillou y Lumingas, 1998). En las costas cántabras su densidad es mucho menor que la de *P. lividus* siendo más abundante a partir de los 10-15 metros de profundidad. En ocasiones, tras fuertes temporales aparecen erizos de gran tamaño en la orilla del litoral cántabro arrastrados por el oleaje (*obs pers*).



Figura 1.1.5. Imagen de un ejemplar de *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816). Foto: Luis Ángel Díaz

La Familia Echinidae alberga a varias especies de erizos de profundidad presentes en nuestras costas. Estas especies se distribuyen en un único género:

- Género *Echinus*: La mayoría son especies de profundidad (más de 50 metros) y suelen aparecer en las artes de arrastre, especialmente *Echinus acutus* (Lamarck, 1816), aunque también *Echinus melo* (Lamarck, 1816) o *Echinus esculentus* (Linneus, 1758). En algunos países europeos, como en Francia se venden como elemento decorativo, mientras que en otros se ha estudiado su posibilidad de explotación como recurso pesquero (Kelly *et al*, 2001).



Figura 1.1.6. Imagen de tres especies del género *Echinus*. De izquierda a derecha: *Echinus melo*, *Echinus acutus* y *Echinus esculentus*. Fotos: Antonio Punzón.

La última familia, *Parechinidae*, descrita como tal recientemente (Jensen, 1981) alberga dos géneros con dos especies de erizos presentes en el Cantábrico.

- Genero *Psammechinus*: Incluye una especie citada en el mar Cantábrico: *Psammechinus miliaris* (Muller, 1771). Esta especie es considerada comestible, siendo comercializada en Francia (Ledireach, 1987), donde alcanza mejores precios que las otras dos especies comestibles del litoral galo (*Sphaerechinus granularis* y *Paracentrotus lividus*).



Figura 1.1.7. Imagen de *Psammechinus miliaris*. Foto: Antonio Punzón.

- Genero *Paracentrotus*: Con una única especie presente en el Mar Cantábrico, *Paracentrotus lividus*. Esta es la especie de erizo más común en España y en gran parte de Europa y la especie de erizo comercial por excelencia tanto en Francia como en buena parte de Europa.

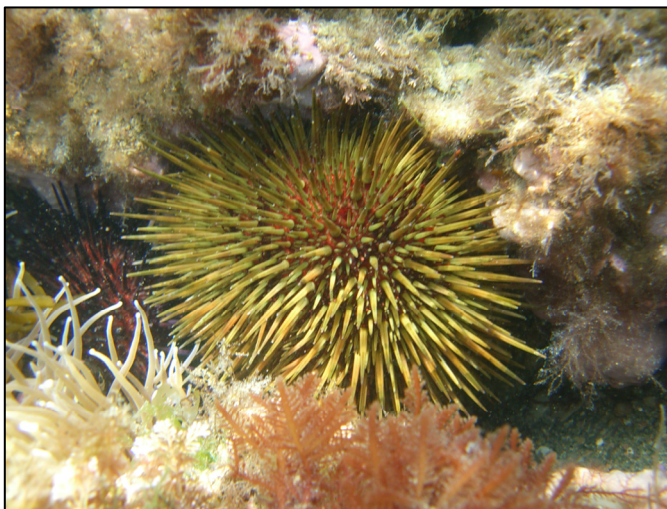


Figura 1.1.8. Imagen de un ejemplar de *Paracentrotus lividus* de color verde claro, casi amarillo, una de las muchas tonalidades que adopta esta especie de equinodermo. Foto de Manuel Caballer.

1.2. EL ERIZO DE MAR *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)

Como se ha visto, *P. lividus* es un equinodermo perteneciente a la Clase *Echinoidea*, Orden *Echinoidea*, Familia *Parechinidae*. Se trata de un erizo regular, de simetría pentámera, con una altura igual a la mitad de su diámetro y con una gran variedad de tonalidades, desde el negro hasta el blanco, pasando por el lila (que le da nombre), el verde o el amarillo. El color de los individuos no está relacionado con el sexo o la profundidad (Koehler, 1883; Mortensen 1943; Cherbonnier, 1956; Tortonese, 1965; Gamble 1966-67; citados en Boudouresque y Verlaque, 2001).

Los ejemplares adultos son fácilmente reconocibles para un ojo experimentado, si bien en ocasiones puede ser confundido con otros erizos, especialmente *Psammechinus milliaris*, erizo de aspecto similar a *P. lividus*. Además, en el caso de los ejemplares juveniles la identificación puede resultar más compleja y es necesario recurrir a un análisis de los caracteres taxonómicos para una correcta determinación de la especie.

El principal carácter taxonómico de *P. lividus* consiste en el elevado número de podios presentes en cada placa ambulacral, entre cinco y siete, muy superior al de las otras especies de erizos regulares presentes en el Cantábrico (que varía entre los tres de los géneros *Echinus* y *Psammechinus* a los cuatro de *Sphaerechinus granularis*).

Aunque normalmente se describe su talla máxima entorno a los 75 mm de diámetro (Bonnet, 1925; Boudouresque *et al*, 1989; Lozano *et al*, 1995), se han descrito numerosos erizos con tallas bastante superiores, especialmente en las poblaciones atlánticas, (Allain, 1972; Byrne, 1990) alcanzando los 95 mm de diámetro en poblaciones Gallegas. (Catoira *et al*, 1995). En este trabajo la talla máxima encontrada fue de 89 mm, si bien los erizos de más de 75 mm son muy poco abundantes.

Sus gónadas, que son la parte comestible, mantienen la simetría pentámera, existiendo cinco de ellas que se desarrollan desde el gonoporo, situado en el periprocto, para después ensancharse hacia el centro del erizo, volviéndose a estrechar en la parte final (Figura 1.2.1).

Las gónadas de las hembras tienen un color naranja, muy fuerte cuando están maduras, mientras que las de los machos son blanquecinas. No obstante, cuando el erizo no está maduro es difícil diferenciarlas por el color y pueden llegar a confundirse, especialmente en los ejemplares más pequeños.

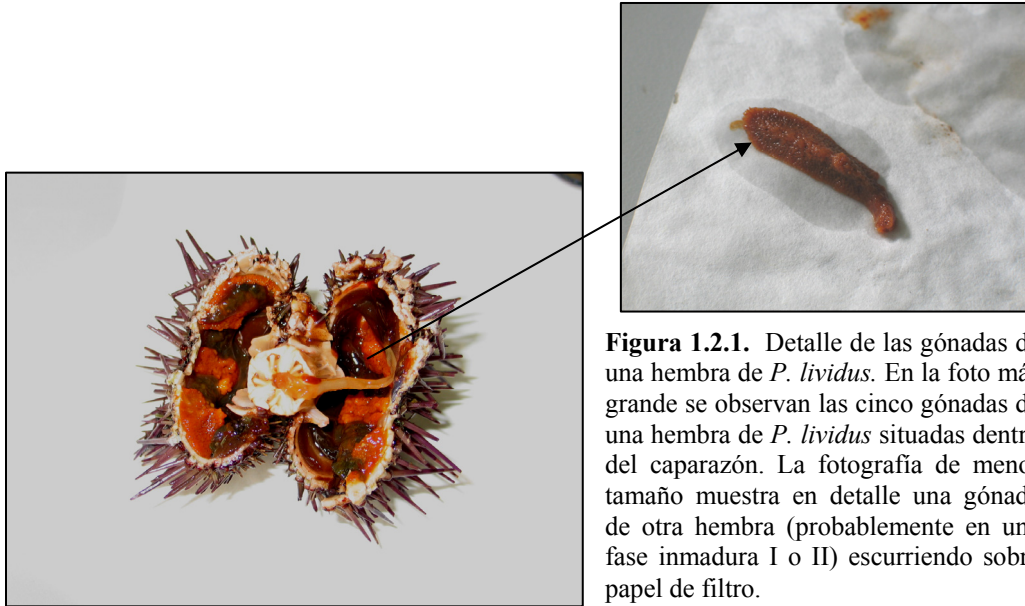


Figura 1.2.1. Detalle de las gónadas de una hembra de *P. lividus*. En la foto más grande se observan las cinco gónadas de una hembra de *P. lividus* situadas dentro del caparazón. La fotografía de menor tamaño muestra en detalle una gónada de otra hembra (probablemente en una fase inmadura I o II) escurriendo sobre papel de filtro.

Su distribución geográfica es muy amplia, desde las costas de Irlanda y Escocia en su límite Norte, hasta las Islas Canarias y la costa Atlántica de Marruecos en su límite Sur, estando también presente en el Mediterráneo (Boudouresque y Verlaque, 2001). Se trata de una especie comestible y explotada en gran parte de los países donde se encuentra presente, incluyendo países del Norte de África que recientemente han mostrado interés en la explotación de este recurso para exportar a Francia (Sloan, 1985; Guettaf, 1997, Sellem y Guillou, 2007).

La parte comestible de *P. lividus*, como en todas las especies de erizos, son sus gónadas. Por esta razón su variación anual es uno de los aspectos más estudiados de su ciclo biológico. Su ciclo gonadal ha sido estudiado ampliamente, tanto en el Atlántico como en el Mediterráneo.

Habita en fondos superficiales de sustrato duro, donde ejerce un papel clave como “especie llave” en la dinámica de las poblaciones de algas, limitando el crecimiento de

aquellas especies de las que se alimenta y favoreciendo de este modo el desarrollo de las especies que no ingiere (Boudouresque y Verlaque, 2001).

El caso más extremo de este control son los conocidos como los eriales de erizos (*sea urchin barrens*), caracterizados por grandes densidades de *P. lividus* que eliminan toda presencia de algas erectas (Pastor, 1971; Kempf, 1962; Kitching y Ebling, 1967; Verlaque y Nedelec, 1983b; Verlaque, 1987; citados en Boudouresque y Verlaque, 2001;), aunque incluso en bajas densidades *P. lividus* es capaz de limitar la presencia de estas algas (Palacín *et al.*, 1998_b).

También es muy habitual encontrarlo formando densos agregados en charcos de marea. En estos charcos las tallas de erizo son menores que las encontradas en las poblaciones de submareal y suelen estar formados por individuos de entre 25 y 50 mm de diámetro, siendo poco comunes los erizos de tallas superiores.

Algunos autores apuntan a que esta ausencia de tallas grandes puede deberse a las condiciones adversas a las que se enfrentan estas poblaciones (Ebert, 1967; Lawrence y Lane, 1982; Byrne, 1990), con un elevado hidrodinamismo y una disponibilidad de alimento intermitente, no obstante, también puede explicarse por una migración hacia zonas más profundas de los ejemplares más grandes o por una predación selectiva por parte de las poblaciones ribereñas (Haya de la Sierra, 1990).

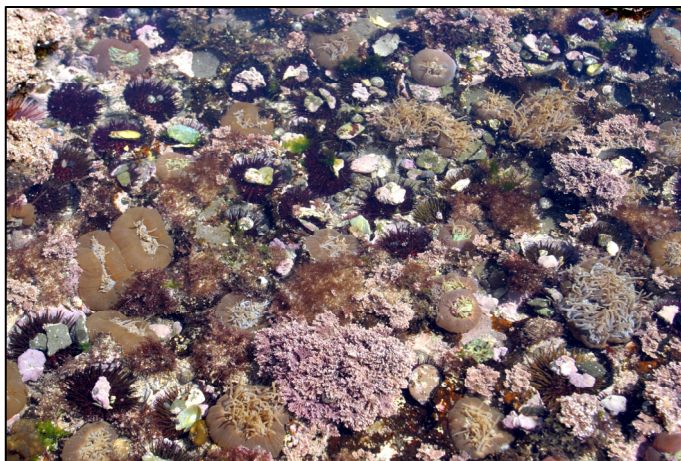


Figura 1.2.2. Imagen de un charco de marea en la localidad de Islares. Se trata del típico charco de marea habitado por *Paracentrotus lividus*, con individuos de pequeño tamaño (de entre 20 y 50 mm) que cubren su cuerpo con rocas conchas y algas, acompañados de algas del género *corallina* y anémonas.

El erizo de mar *P. lividus* es capaz de horadar los fondos rocosos en los que habita como respuesta al alto hidrodinamismo, *encovándose* en madrigueras excavadas en la misma

roca (Boudouresque y Verlaque, 2001). Utiliza su formidable aparato masticador, la linterna de Aristóteles, para agujerear la roca y de esta forma protegerse del oleaje así como de posibles depredadores. Incluso se han llegado a observar erizos en zonas muy batidas por el oleaje, que eran capaces de sobrevivir profundamente encovados en fondos completamente abrasados por la erosión del mar y las rocas desplazadas por este (observación personal). Este comportamiento, unido a la gran capacidad adhesiva de sus pies ambulacrales, superior a las de otras especies de erizos de características similares (Santos y Flammang, 2007), le permite colonizar las zonas más batidas del infralitoral superior desplazando a otras especies de erizos menos resistentes al oleaje (Tuya *et al*, 2007).

1.3. LOS ERIZOS DE MAR COMO RECURSO PESQUERO

1.3.1. EVOLUCIÓN DE LAS PESQUERÍAS DE ERIZO EN EL MUNDO

Los erizos de mar y concretamente sus gónadas son consumidos en todo el mundo, existiendo varias especies de erizo explotadas comercialmente. El principal consumidor de erizos en el mundo es Japón, que consume las gónadas de erizo tanto en fresco (65%), como secas, cocinadas o congeladas (35%), (Saito, 1992; Hagen 1996; citados en Grosjean 2001).

En el país nipón se consumen gran variedad de especies de erizo tanto procedentes del propio Japón como importadas de países extranjeros (Fuji, 1967; Fuji y Kamura, 1970; Fernández 1996; Hagen 1996; citados en Grosjean 2001). Las especies explotadas localmente son: *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz, 1863), *Strongylocentrotus nudus* (Agassiz, 1863), *Hemicentrotus pulcherrimus* (Agassiz, 1863), *Pseudocentrotus depressus* (Agassiz, 1863), *Anthocardaris crassispina* (Agassiz, 1863) y *Tripneustes gratilla* (Linneus, 1758).

Además de estas especies capturadas en las costas japonesas, existe una importante importación de erizos foráneos, principalmente de las especies *Strongylocentrotus droebachiensis* (Muller, 1776) y *Strongylocentrotus franciscanus* (Agassiz, 1863) desde los Estados Unidos y del erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782) desde Chile.

En realidad, y aunque pueda parecer lo contrario, el número de especies explotadas comercialmente es escaso en comparación con la diversidad total, no conociéndose con exactitud las razones por las cuales una especie se considera comestible y otra no (Lawrence, 2001). Este autor apunta tres posibles causas: la primera y probablemente la más importante es la accesibilidad. La mayor parte de los erizos comestibles son especies que habitan en profundidades someras, lo que ha permitido su captura por parte de las poblaciones humanas. La segunda es el sabor de sus gónadas y la tercera es una razón de tipo cultural y probablemente íntimamente relacionada con la accesibilidad.

Sloan (1985) fue el primer autor que calculó la producción mundial de erizos. Según su revisión de las pesquerías de equinodermos en el mundo, en el año 1982 se pescó en todo el globo 66.649 toneladas de equinodermos, de las cuales el 71%, (47.560 toneladas) eran erizos. En esta época Japón era el principal productor, con una captura total de 18.593 toneladas, (www.fao.org) seguido de cerca por Chile con 12.159 toneladas, que ya empezaba a despuntar como un importante productor.

Trece años después Keesing y Hall (1998) realizaron una segunda revisión de las pesquerías mundiales de erizo. Durante este periodo la producción mundial se incrementó en un 246%, alcanzando las 117.000 toneladas, una cifra que no ha vuelto a ser alcanzada (Figura 1.3.1).

Este incremento en la producción se debió principalmente al incremento de la producción chilena, que pasó de producir 12.159 toneladas en 1982 a 54.609 T trece años después, casi cinco veces más. Además del país suramericano, los Estados Unidos también experimentaron un importante incremento de sus capturas de erizo, alcanzando las 27.842 T., casi veinte mil más que en 1982. Japón por su parte fue desplazado a un tercer puesto, debido al incremento de estos dos países y a la sobreexplotación de sus recursos que redujeron sus capturas en unas 5.000 T. Entre estos tres países suman el 82% de la producción mundial de erizo en el mundo.

La última revisión sobre las pesquerías de erizo fue realizada por Andrew *et al* (2002) (Figura 1.3.1) con datos de producción de 1998, tres años después de la realizada por Keesing y Hall (1998), que usó datos de 1995. Según estos autores las capturas de erizo

en el mundo se redujeron en un 25% en tan solo tres años, siendo de solo 90.257 T en el año 1998.

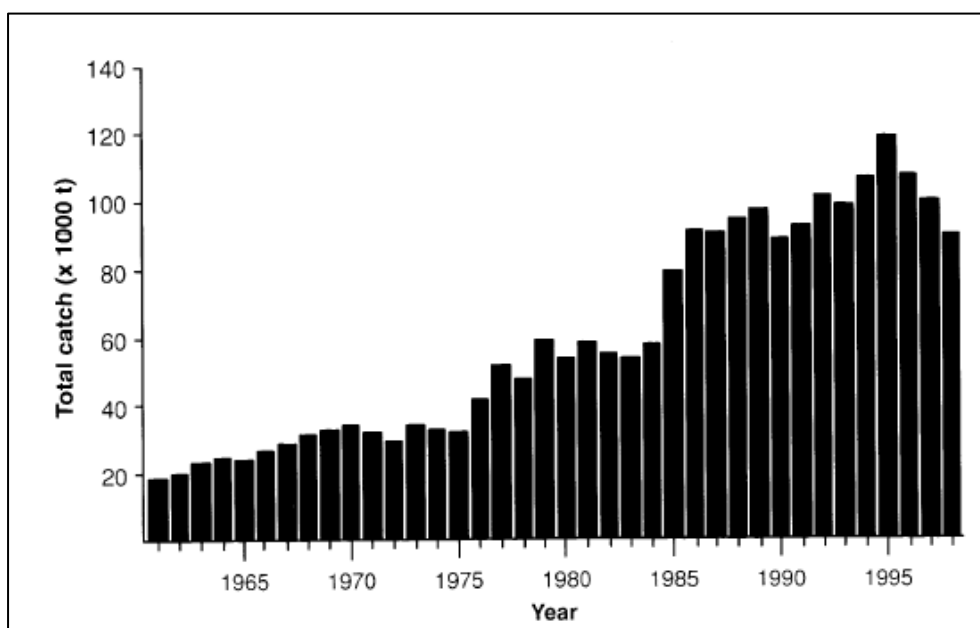


Figura 1.3.1. Producción de erizos de mar en el mundo desde 1961 (Andrew *et al*, 2001)

La situación de las pesquerías de erizo en este año era de sobreexplotación en la mayor parte de los países productores. Las pesquerías de erizo disminuyeron en Japón, Maine (EEUU), Corea del Sur, California (EEUU), Washington (EEUU), así como en pequeños productores como Francia, Irlanda o la Filipinas (Andrew *et al*, 2002).

Los últimos datos disponibles en la “web” de la FAO son del 2005. En este tiempo la producción mundial de erizos ha disminuido aún más, llegando hasta las 74.006 T, un 17% menos de lo calculado por Andrews *et al* (2002) siete años antes. Este descenso es consecuencia principalmente de la reducción en las capturas de los dos principales productores, Chile y los Estados Unidos. El país suramericano ha reducido sus capturas en un 31% desde 1995, mientras que sus vecinos del norte, han sufrido un descenso aún más acusado, produciendo en el año 2005 un total de 7.416 T, un 73% menos que tan solo 10 años antes (www.fao.org).

Japón es el único de los principales productores que ha mantenido sus capturas más o menos estables, capturando en 2005 un total de 11.990 T, muy cerca de las 13.735 T del año 1995.

Esta situación de sobreexplotación ha incrementado enormemente el interés por la acuicultura de erizos también llamada equinocultura (Allain,1972; Le Gall 1987, 1990; Ledireac'h 1987; Conand y Sloan, 1989; Hagen 1996), siendo numerosos los trabajos que en los últimos tiempos se han desarrollado con este objetivo, tanto en la especie objeto de esta tesis, *P. lividus* (Fernández y Boudouresque, 2000; Spirlet *et al*, 2000; Grosjean 2001; Sphigel *et al* 2003; Sphigel *et al*, 2005; Jacquin *et al*, 2006; Cook y Kelly, 2007), como en otras especies de erizos comerciales tales como *Strongylocentrotus droebachiensis* (Walker y Lesser, 1997; Bootger *et al*, 2006; Siikavuopio *et al*, 2006), *Evechinus chloroticus* (James *et al*, 2007), *Psammechinus milliaris* (Kelly, 2001), etc.

No obstante, hasta que las técnicas de acuicultura estén lo suficientemente desarrolladas como para satisfacer al mercado, la explotación de los “stocks” naturales es la única posibilidad real para suplir esta demanda. Por ello, es necesaria una gestión más efectiva de los “stocks” en el mundo y la explotación de nuevas poblaciones, de una manera racional y sostenible.

1.3.2. LA PESCA DEL ERIZO DE MAR EN EUROPA

La aportación europea a las pesquerías mundiales de erizo es limitada, produciendo en torno al 5% del total. El principal productor de erizo en Europa en 1995 era Rusia, seguido de Islandia (Keesing y Hall, 1998). En este año la Federación Rusa capturó aproximadamente 2.344 toneladas del erizo *Strongylocentrotus nudus*, mientras que la producción de Islandia alcanzó las 923 toneladas de *Strongylocentrotus droebachiensis*.

Actualmente la producción en Islandia ha descendido drásticamente, siendo en el año 2005 de tan solo 29 toneladas (www.fao.org). La causa de este descenso está relacionada con condicionantes económicos (baja demanda del mercado japonés) y no por sobrepesca del recurso (Einarsson, 1994; citado en Andrews *et al*, 2002).

Las capturas de Rusia por el contrario se han incrementado en los últimos años y actualmente se encuentran por encima de las 3.000 T, manteniéndose como el principal productor de erizos en Europa (www.fao.org).

El resto de países europeos captura el erizo de mar *P. lividus* y sus cifras son mucho más modestas en cuanto a su producción y a su aportación a los datos de producción mundial, que son en general poco importantes, si bien esta pesquería tiene una gran importancia a nivel local.

Según el trabajo de Keesing y Hall (1998) la producción de Francia en 1995 fue de 79 toneladas y la de Irlanda de 10, mientras que se desconoce la producción de España, Portugal o Malta. Estos datos deben ser analizados con cuidado ya que la producción real de *P. lividus* en Europa es bastante superior a la que se puede intuir con la información ofrecida en este artículo y es necesario una revisión de los datos ofrecidos por estos autores.

Así por ejemplo, en España, sólo en la comunidad de Galicia, se capturaron una media de 649 toneladas de erizo de mar *P. lividus* en el periodo 1997-2008 (exceptuando el año 2003 con escasas capturas a consecuencia del desastre del *Prestige*, www.pescadegalicia.com). En el resto de comunidades autónomas españolas, como ocurre en varios países Europeos, la pesca del erizo tiene un carácter deportivo o semiprofesional y no se han conseguido estadísticas fiables sobre la producción real, pudiendo ser no obstante muy importante localmente. Además, si bien es cierto que en Francia se capturaron 79 toneladas en el año 1995, esta cifra es una de las más bajas registradas en la historia del país galo siendo la media de capturas en el periodo 1990-2001 de 164 toneladas (www.fao.org). En el año 2004 se capturaron en Francia 138 toneladas, siendo todas las capturas de origen mediterráneo.

El erizo de mar *P. lividus* es capturado en Irlanda (Byrne, 1990), Francia (Allain 1972 y 1975; Le Gall, 1987; Ledireach 1987), España (Ballesteros y García-Rubíes, 1987; Haya de la Sierra, 1990; Catoira 1991) Portugal (Keesing y Hall, 1998), Italia (Guidetti 2004; Gianguzza, 2006; Pais, 2007), Grecia (Ledireach 1987) y Turquía (Watson y Stokes en: www.bim.ie).

1.3.2.1. Francia

La mayor parte de las pesquerías de estos países tienen como destino final de sus capturas el mercado francés. Francia es el principal consumidor de erizos en Europa y

el país con más tradición en la captura y consumo de este invertebrado. Hagen (1996) calculó que la población francesa consumía unas 1.000 T anuales de erizo de mar, siendo según este autor el segundo consumidor mundial de erizo después de Japón. Con un precio que oscilaba entre los 30 y los 120 francos el kilo (Grosjean, 2001), el volumen total de mercado se situaba alrededor de unos 75 millones de francos, es decir unos doce millones de Euros.

En la última década el precio del erizo en el mercado parisino de Rungis, uno de los más importantes de Francia, alcanzó un valor de entre 11,7 y 13,7 €/Kg, si bien los erizos considerados de mayor calidad podían alcanzar hasta los 15 €/Kg (Watson y Stokes en: www.bim.ie). El principal erizo consumido en Francia es *P. lividus*, pero también *Psammechinus milliaris* y *Sphaerechinus granularis*. Además, existe una pequeña pesquería de erizos del género *Echinus*, así como de *Arbacia lixula* para vender como elemento decorativo.

La gran demanda que existe en el mercado de *P. lividus* permitió el desarrollo de importantes pesquerías en Francia que explotaron el recurso de una manera muy intensa durante el principio de la segunda mitad del siglo XX. No obstante, este intenso aprovechamiento del recurso produjo una sobreexplotación de las poblaciones naturales, tanto atlánticas como mediterráneas, que terminaron por agotarse. (Figura 1.3.2).

Las primeras poblaciones en colapsarse fueron las poblaciones atlánticas y más concretamente las de Bretaña. Pese a que el erizo de mar *P. lividus* no era tradicionalmente consumido en esta región, a principios de la segunda mitad del siglo XX se desarrolló una importante pesquería en Bretaña, destinada a satisfacer la demanda creciente proveniente de París (Ledireach, 1987). En esta zona se pasó del máximo histórico de 443 toneladas (alcanzado en 1961), a una captura total de 41 toneladas 11 años después (Figura 1.3.2). Las capturas por lo tanto se redujeron al 10% del máximo alcanzado, siendo necesario importar erizos de países vecinos como Irlanda para suplir el descenso en la producción natural (Le Gall, 1987).

Actualmente las capturas de erizo en las costas atlánticas de Francia según los datos de la FAO son prácticamente nulas, con una producción de una tonelada en el año 2005. (www.fao.org).

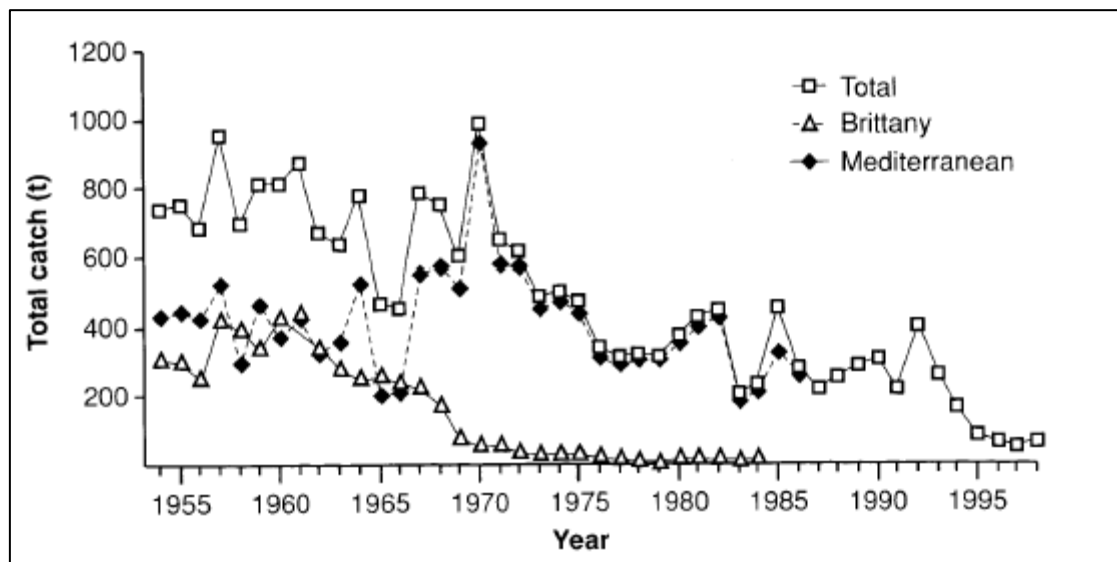


Figura 1.3.2. Evolución de las pesquerías de *P. lividus* en Francia por región desde 1954. Andrew et al (2002).

Las poblaciones mediterráneas, por el contrario han mostrado una mayor resistencia a la sobrepesca y no han llegado a colapsarse, si bien también muestran claros síntomas de agotamiento. La máxima producción de las poblaciones mediterráneas se produjo en 1970, con una captura de 928 toneladas, máximo al que siguió un prolongado descenso en las capturas hasta estabilizarse en torno a las 200 toneladas a partir del año 1983 y hasta el final de la gráfica en 1986.

Actualmente la FAO estima en 138 toneladas la captura de *P. lividus* en el mediterráneo Francés.

1.3.2.2. Irlanda

En Irlanda la pesquería del erizo tiene como objetivo principal el mercado galo y ha sido objeto de una intensa explotación, causando una sobreexplotación del recurso (Byrne, 1990). Los erizos irlandeses alcanzaron gran aceptación en el mercado francés, ya que los erizos atlánticos se consideran más apetecibles que los de origen mediterráneo (Le Gall, 1987). Este hecho generó una explotación muy intensa de las poblaciones de Irlanda, que alcanzó su máximo en el año 1976 (Figura 1.3.3) con una producción según datos de la FAO de 352 toneladas (www.fao.org).

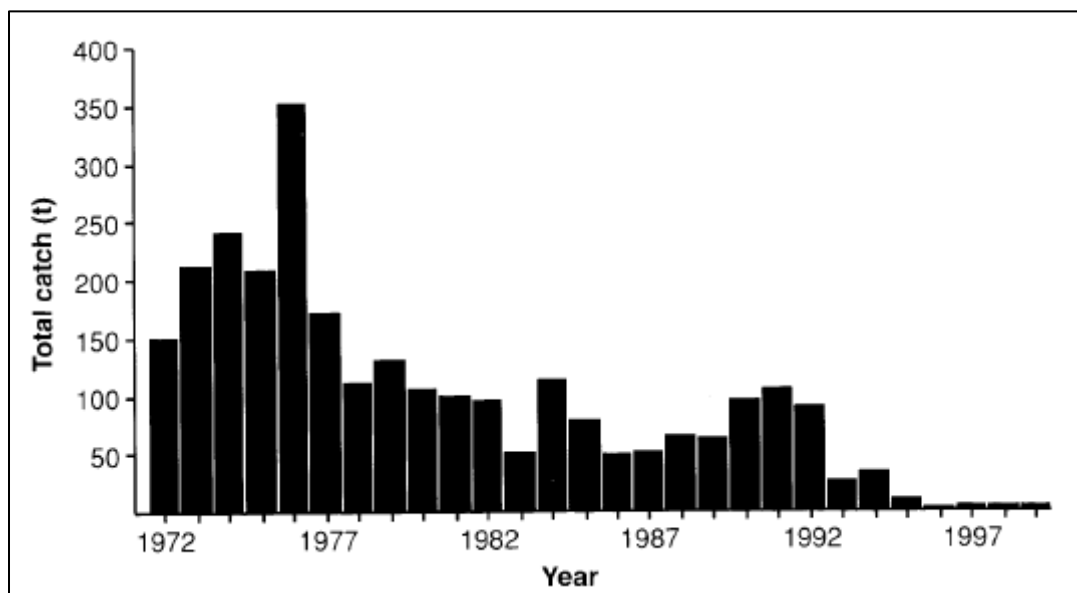


Figura 1.3.3 Evolución de las pesquerías de *P. lividus* en Irlanda desde 1972. *Andrew et al (2002)*.

Actualmente las poblaciones de Irlanda están colapsadas por la sobreexplotación y la producción del país insular es prácticamente nula, con producciones de menos de 5 toneladas en los últimos años del siglo XX (Figura 1.3.3).

1.3.2.3. Otros Países

Además de en Francia e Irlanda, el erizo de mar *P. lividus* se extrae en otros países europeos. Actualmente los mercados franceses importan erizos de España, Grecia, Portugal, Noruega o Turquía (Watson y Stokes en: www.bim.ie).

En Italia también existe una explotación del erizo de mar, aunque se trata de una actividad semiprofesional, destinada a suplir una demanda local. Se han publicado recientemente tres trabajos describiendo la actual situación de la pesquería del erizo en el sur del país alpino, así como en la isla de Cerdeña (Guidetti 2004; Gianguzza, 2006; Pais, 2007). En general la presión que existe sobre esta especie en Italia no es alarmante, si bien el efecto de la pesca, profesional o deportiva, tiene efectos directos sobre la distribución de tallas de la especie y sobre la densidad de las tallas grandes, siendo necesaria una regulación en las zonas de mayor presión pesquera. Actualmente no se dispone de estadísticas sobre la producción de erizo en Italia.

La explotación del erizo de mar *P. lividus* también ha sido descrita en Grecia, Albania, Portugal o Turquía, si bien se carecen de datos sobre las capturas totales registradas o sobre el tipo de explotación en cada país.

1.3.3. LA PESCA DEL ERIZO DE MAR EN ESPAÑA

La situación del erizo de mar *P. lividus* en España varía enormemente entre las distintas comunidades autónomas. Existen regiones con una explotación muy profesionalizada del erizo de mar (como es el caso de Galicia) y otras en la que la pesca del erizo es una actividad semiprofesional poco o nada regulada.

Galicia es sin duda la comunidad donde la pesca del erizo tiene mayor importancia a pesar de que, paradójicamente, se trata de una especie de marisco poco valorada por la gastronomía de esta Comunidad. La mayor parte de la producción Gallega es exportada a la comunidad vecina de Asturias (Catoira, 1991) donde los erizos son muy apreciados, formando parte de su cultura gastronómica, pero también a Francia (Catoira, 1991) y a otros países de Centro-Europa como Bélgica o Alemania, para su consumo en restaurantes.

La producción gallega de erizo es tan grande que convierte a España en el mayor productor de erizos de la Unión Europea, por encima de Francia, el país con más tradición en la captura y consumo de este invertebrado.

En el año 1991 en un trabajo sobre la pesca de los erizos en Galicia, Catoira estimó la captura en más de 800 toneladas. Estas cifras son muy similares a las obtenidas en el año 2008 (747 toneladas) como se observa en la Tabla 1.3.1, que muestra las capturas en Galicia de “ourizo” (nombre en gallego del erizo) en los últimos 11 años.

Si exceptuamos los resultados del 2003, que fueron condicionados por el desastre del *Prestige*, que impidió faenar a los mariscadores gallegos durante los últimos meses del año, las capturas se han mantenido estables en los últimos 11 años en torno a las 600 toneladas e incluso se han incrementado en los últimos cinco años situándose muy cerca de las 800 toneladas calculadas por Catoira en el año 91.

Estos datos demuestran que las capturas de erizo están bastante estabilizadas, lo que le ha servido para ser puesta como ejemplo de explotación sostenible por algunos autores (Watson y Stokes en: www.bim.ie).

Descripción	Data	kilos	Importe €	Mín. €/Kg	Máx. €/Kg	Medio €/Kg
Ourizo	1997	585.526				
Ourizo	1998	548.838				
Ourizo	1999	615.534				
Ourizo	2000	491.549				
Ourizo	2001	576.426	868.367,93	0,60	4,15	1,51
Ourizo	2002	615.760	983.791,65	0,10	4,68	1,60
Ourizo	2003*	300.761	495.357,24	0,50	3,50	1,65
Ourizo	2004	758.039	1.241.987,74	0,50	6,15	1,64
Ourizo	2005	764.888	1.250.501,26	0,06	5,00	1,63
Ourizo	2006	737.808	1.469.808,19	0,50	6,25	1,99
Ourizo	2007	701.782	1.698.606,78	0,10	6,5	2,42
Ourizo	2008	747.948	1.987.498,35	0,10	9,00	2,66
TOTAL		2.989.395	7.140.052			

Tabla 1.3.1 Evolución de las capturas de erizo de mar *P. lividus* durante el periodo 1997-2008. (www.pescadegalicia.com). Además, también se ha añadido su precio en primera venta para el periodo 2001-2008 * Capturas condicionadas por el desastre del *Prestige*.

Además de mantener unas capturas estables, el precio medio del “ourizo” en lonja se ha incrementado en más del 70 % pasando de 1,51 €/kilo en el año 2001 a 2,66 €/kilo en el 2008, incrementando el importe total obtenido por la venta de este equinodermo en más del 200% en los últimos siete años. Este incremento espectacular en los ingresos obtenidos por la venta de ourizo en lonja ha hecho que por primera vez este equinodermo supere en volumen de negocio al percebe en algunas lonjas gallegas (en prensa).

Otra Comunidad Autónoma en la que el erizo ha cobrado importancia en los últimos años es Andalucía, donde en el año 2003 se publicó una orden que regula la captura de erizo de mar (válida para las tres especies presentes en las costas andaluzas: *P. lividus*, *Arbacia lixula* y *Sphaerechinus granularis*).

En esta comunidad la captura del erizo de mar ha evolucionado en los últimos años, adquiriendo gran importancia al incrementarse la presencia de las huevas de erizo en la cocina andaluza. A finales de los años 80 la captura del erizo era exclusiva de las poblaciones ribereñas y se consumía estacionalmente, unido al inicio del carnaval (Ballesteros y García-Rubies, 1987). Actualmente sin embargo, existe una importante presión extractiva que ha obligado a la Junta de Andalucía a desarrollar un estudio en profundidad sobre las poblaciones del erizo de mar y la anémona para tratar de regular la pesquería de estas especies basándose en criterios científicos (Daza *et al*, 2002).

Además de Galicia y Andalucía, otras comunidades autónomas también han desarrollado legislación específica, así como estudios científicos sobre el erizo de mar en un intento de regular su pesquería.

Cataluña es sin duda la región del estado donde más estudios se han realizado sobre la biología y la ecología de *P. lividus*. En esta región desde mediados de los años 90 se han publicado numerosos estudios sobre este invertebrado en revistas internacionales (Lozano *et al*, 1995; Turon *et al*, 1995; Sala y Zabala, 1996; Sala, 1997; Sala *et al*, 1998; López *et al*, 1998; Palacín *et al*, 1998_{a,b}; Hereu *et al*, 2004; Tomas *et al*, 2004; Hereu, 2005) que han cristalizado en el desarrollo de legislación específica con el objeto de evitar problemas de sobreexplotación (Ordenes ARP/153/2002 y AAR/252/2007).

La Comunidad Valenciana ha sido la última en sumarse al esfuerzo legislativo para regular la pesca del erizo de mar en su litoral (Decreto 50/2005).

Es importante destacar el caso de Asturias, ya que pese a ser la comunidad donde el erizo u “oricio” (en asturiano) es más valorado, siendo un elemento central de su cultura gastronómica, prácticamente no existe una captura profesionalizada. La mayor parte de los erizos consumidos en el Principado de Asturias son capturados por pescadores deportivos, a los que se permite capturar hasta 5 kilos de erizo, o son importados de Galicia.

La información existente sobre la venta de erizo en las lonjas asturianas es poco representativa de la captura real de *oricio* que existe en la región, ya que los mariscadores Asturianos no suelen capturar este marisco debido a la competencia de los

mariscadores deportivos. No obstante, en los últimos cinco años la venta en lonjas asturianas de “oricio” se ha incrementado notablemente, doblándose en el último año, en el que se vendieron prácticamente 12 toneladas, más del doble de los observado en cualquiera de los cuatro años anteriores (Tabla 1.3.2).

Año	Captura (Kg)	Precio medio (€)	Valor total (€)
2004	5.963	2,06	12.283,78
2005	4.536	3,09	14.016,24
2006	1.612	3,22	5.190,64
2007	5.077	3,48	17.681,33
2008	11.937	3,08	36.773,53

Tabla 1.3.2. Evolución de las capturas de oricio en las lonjas asturianas en los últimos cinco años. En: <http://tematico.asturias.es/dgpescas/>

El precio medio del erizo en lonja muestra una tendencia alcista, al igual que ocurría en las lonjas gallegas, pasando de los 2,06 € en el 2004 a los 3,48 en 2007, si bien en el 2008, probablemente a consecuencia de las elevadas capturas registradas el precio descendió hasta los 3,08 €. No obstante, este año el valor total fue el más elevado de los cinco años de estudio, con más de 36.000 € de erizos vendidos.

La evolución en el precio del erizo muestra un paralelismo en Galicia y Asturias, incrementándose de manera notable en los últimos años, lo que probablemente ha incidido de manera determinante en el cambio de actitud de los mariscadores asturianos que han comenzado a mostrar un mayor interés por la captura de este equinodermo.

1.3.3.1. El erizo de mar en Cantabria

El erizo de mar *P. lividus* no es explotado comercialmente en la Comunidad Autónoma de Cantabria, pese a estar considerado un recurso marisquero por la Consejería de Pesca del Gobierno de Cantabria, como queda reflejado en el **Decreto 178/203** del 9 de octubre sobre la regulación de la actividad marisquera. La razón principal para esta falta de interés en el erizo de mar es principalmente de tipo cultural.

El consumo de huevas de erizo en la Comunidad de Cantabria está muy poco extendido y salvo en la localidad de Comillas, en la zona occidental, no existe tradición culinaria en la región. En esta localidad el erizo de mar si recibe una alta aceptación y de hecho

era el principal protagonista de una festividad que se realizaba el 20 de marzo, llamada la *Fiesta del Erizo* en la que los habitantes de la villa cántabra consumían cientos de kilos de este marisco. Actualmente esta fiesta ya no se celebra, si bien aún hay vecinos de la zona que solicitan en esta época permiso para poder extraer algunos kilos de esta especie para consumo propio.

En los últimos años los problemas de sobreexplotación de las especies de marisco más tradicionales unido al alto precio que ha alcanzando el erizo en las lonjas gallegas y asturianas, ha cambiado radicalmente la percepción que el sector marisquero cántabro tenía de este recurso, existiendo en la actualidad un gran interés por parte de los mariscadores en su explotación (comunicación personal de José Luis Álvarez, presidente de la cooperativa de mariscadores de segundo grado *La Campanuca*).

En la actualidad existen varios motivos para pensar que el erizo de mar puede ser un buen complemento de las capturas tradicionales de los mariscadores cántabros. Por un lado, Cantabria alberga poblaciones intactas de este macroinvertebrado bentónico, que potencialmente podrían albergar un importante stock. Por otro lado, las pesquerías de erizo de mar muestran claros síntomas de sobreexplotación en todo el mundo (Andrews *et al*, 2002), lo que hace necesario la utilización de nuevos stocks que permitan dar un respiro a las poblaciones de erizo más explotadas. Por último, el precio de *P. lividus* en las lonjas de las comunidades vecinas se ha incrementado considerablemente en los últimos años, haciendo aún más atractiva la captura de la especie.