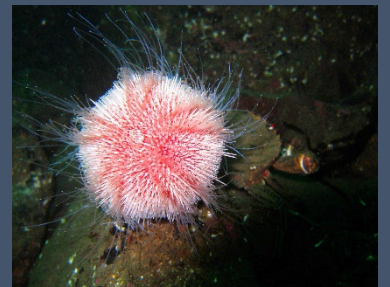
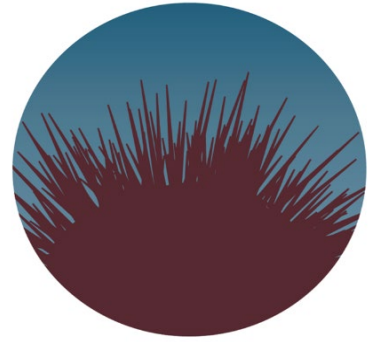
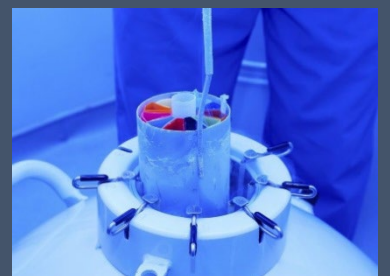
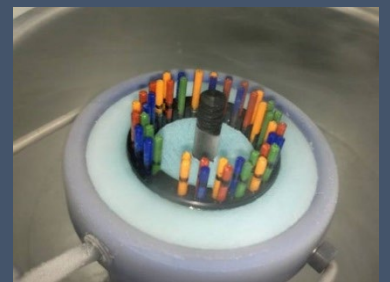


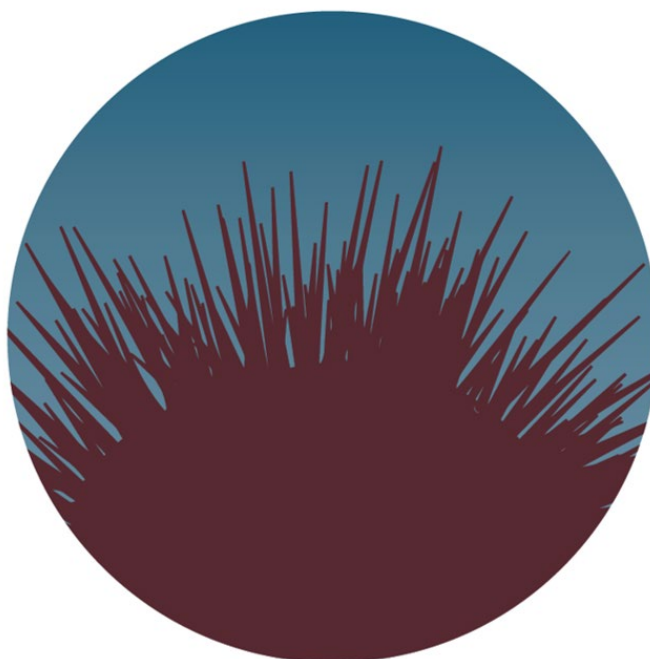
*Informe técnico sobre la
metodología de repoblación de
bancos sobreexplotados de
Paracentrotus lividus*

Ocimer



Sea Urchin
Research Project





Acrónimo: OCIMER

Título: Cultivo integral del erizo de mar *Paracentrotus lividus*

Inicio del trabajo: Diciembre 2019

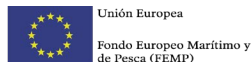
Duración: 24 meses

Fuente Verificación	FV 2.2
Tipo de diseminación	Informe técnico
Nivel de Diseminación	Público
Idioma	Español
Título	Informe técnico sobre repoblación de bancos sobreexplotados de <i>P. lividus</i> con individuos juveniles obtenidos en criadero.
Fecha publicación	Noviembre 2021
Acción	2.2
Entidad Beneficiaria	CIM-Universidade de Vigo
Participantes	Noelia Tourón, Universidade de Vigo Estefanía Paredes, Universidade de Vigo Sara Campos, Universidade de Vigo Damián Costas, Universidade de Vigo

Resumen

Informe que recoge la metodología de repoblación de bancos sobreexplotados de *Paracentrotus lividus* con individuos juveniles de esta especie. El objetivo de este trabajo es aportar información innovadora sobre la metodología de repoblación de esta especie en las costas de Galicia y en las zonas donde la sobrepesca haya disminuido las poblaciones naturales de este erizo de mar, que resulta de gran importancia para mantener el equilibrio de las comunidades bentónicas litorales, ya que los erizos de mar son los principales reguladores de la biomasa de los fondos marinos que habitan, al ser los mayores consumidores de macroalgas del fondo marino. La sobreexplotación de los bancos naturales de erizo de mar produce una proliferación excesiva de macroalgas en el litoral, lo que conlleva un desequilibrio del ecosistema que genera problemas tanto a nivel medioambiental como económico, afectando a la pesca de las especies comerciales que sostienen la economía de numerosas localidades costeras en Galicia.

La información recogida en este informe pretende servir como base para establecer un protocolo de repoblación adecuado para el erizo de mar *Paracentrotus lividus*, que permita una recuperación adecuada de las poblaciones de erizo que se encuentren disminuidas actualmente y por tanto la recuperación del equilibrio de los ecosistemas litorales donde habitan.



Disclaimer

Los autores declaran no tener conflictos de intereses en la publicación de esta información, que se publica en abierto y sin ánimo de lucro, con un interés exclusivamente informativo y didáctico.

Índice

Estudio de especies autóctonas e interacciones entre ellas en la zona a repoblar ... ¡Error! Marcador no definido.

Estudio de las variables abióticas y bióticas del área a repoblar.....	7
Características abióticas.....	7
Características bióticas	8
Metodología de repoblación.....	9
Transporte de los erizos desde las instalaciones de cultivo.....	9
Talla mínima de juveniles de <i>P. lividus</i> para repoblación.....	10
Marcaje de individuos juveniles de <i>P. lividus</i> para repoblación.....	11
Introducción.....	11
Metodología de marcaje.....	12
Resultados.....	15
Talla mínima de marcaje.....	17
Conclusión.....	17
Repoblación con juveniles de <i>P. lividus</i> en el litoral de Cangas do Morrazo (Ría de Vigo).....	18
Bibliografía	21

Estudio de especies autóctonas e interacciones entre ellas en la zona a repoblar.

La realización de un estudio previo de la composición de especies presentes en la zona que se pretende repoblar y sus interacciones es crucial para realizar una repoblación exitosa con individuos juveniles de erizo de mar, en nuestro caso de la especie *Paracentrotus lividus*, permitiendo una recuperación paulatina del banco natural que se encuentre gravemente disminuido.

En ningún caso se debe liberar una cantidad importante de juveniles de erizo de mar en un hábitat donde no existieran previamente, ya que al ser los grandes reguladores de la biomasa del fondo marino y los principales consumidores de macroalgas del litoral, esta acción desembocaría en un desequilibrio total del ecosistema donde se introduzcan, que sería difícilmente recuperable.

Durante los primeros meses de desarrollo del proyecto OCIMER (Optimización del cultivo integral del erizo de mar *Paracentrotus lividus*) se realizó un estudio bibliográfico de las especies presentes en el área que se pretendía repoblar y de sus interacciones, que junto con datos de la Cofradía de Pescadores San Xosé de Cangas do Morrazo (entidad socia del proyecto) nos permitió verificar la idoneidad de la zona litoral de 'Os Castros' en Cangas do Morrazo como candidata para realizar una repoblación con un número considerable (50000) de individuos juveniles de *P. lividus*, de una talla adecuada para poder defenderse de los depredadores y sobrevivir a largo plazo, al menos 15-20 mm de diámetro de testa; además se comprobó la presencia de algunos individuos adultos en la zona, que también servirán de protección para los juveniles frente a los depredadores. En las figuras 1 y 2 aparece la localización concreta donde se realizó la liberación de los juveniles de *P. lividus*, en el litoral de 'Os Castros' en Cangas do Morrazo. En este litoral existía un banco importante de esta especie de erizo de mar según datos de la Cofradía de Pescadores de Cangas, que se encuentra muy mermado actualmente como consecuencia de la excesiva presión extractiva que se produjo en esa zona durante los últimos años, debido al importante incremento de la demanda de esta especie en el mercado (González-Irusta, 2009; Liu et al., 2010; James et al., 2016).

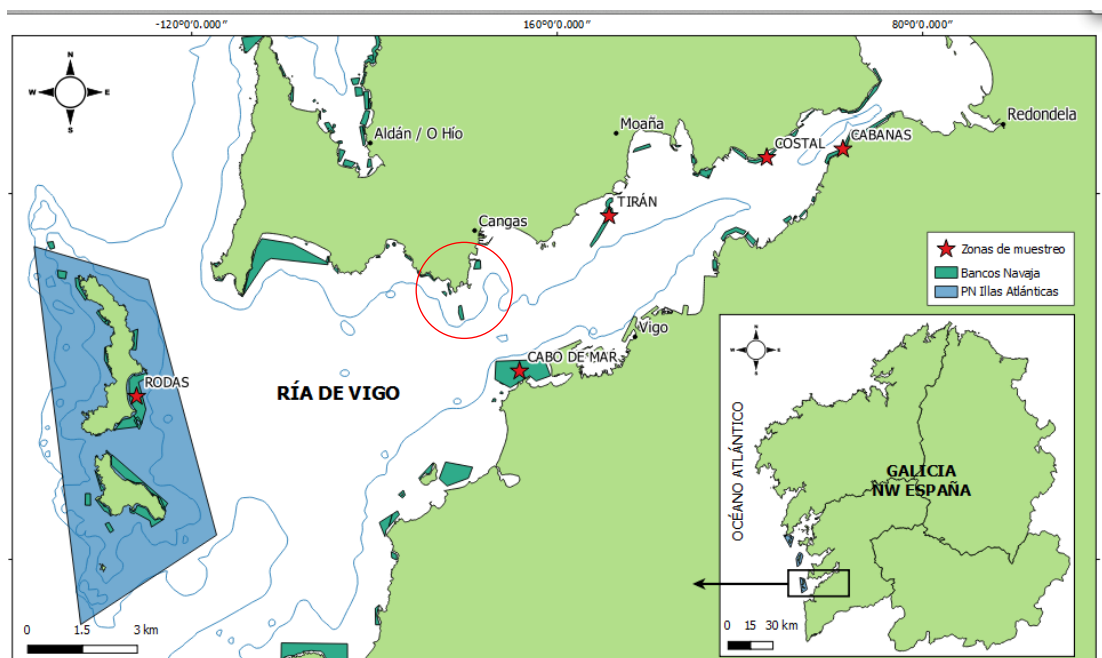


Fig. 1: Vista aérea de los bancos de erizo de mar en la Ría de Vigo (www.sigremar.com), con la zona a repoblar marcada en el círculo rojo.



Fig. 2: Vista aérea satelital de la delimitación territorial del área a repoblar.

Tabla 1: Coordenadas que delimitan el área a repoblar.

PUNTOS	LATITUD	LONGITUD
1	42º15'11,45''	08º49'28,25''
2	42º15'9,74''	08º49'32,05''
3	42º15'7,76''	08º49'26,95''
4	42º15'8,75''	08º49'21,84''

En la Tabla1 se especifican las coordenadas exactas que delimitan el área donde se realizó la repoblación con individuos juveniles de *P. lividus*.

Estudio de las variables abióticas y bióticas del área a repoblar

Se debe verificar la idoneidad de la zona a repoblar mediante un estudio de sus características bióticas y abióticas, que pudieron haber variado desde la existencia de una población abundante de *P. lividus* en el pasado, y que pueden afectar a la óptima supervivencia de los individuos juveniles liberados. A continuación, se describen las principales variables de la zona que se repobló en el marco del proyecto OCIMER.

1- Características abióticas:

La costa de 'Os Castros' de Cangas do Morrazo es una costa situada en el exterior de la ría y en tramos de mar abierto, aunque con cierto grado de protección. Se trata, por tanto, de una zona muy próxima a las costas expuestas pero que presenta cierto grado de protección.

En las Rías Baixas de Galicia se encuentra el límite norte del sistema de surgencia del noroeste de África. El viento y la topografía costera generan un sistema dinámico de surgencia en la plataforma continental, que generalmente ocurre entre marzo y septiembre, cuando predominan los vientos del norte, aunque existe una gran variabilidad en estos eventos de un año a otro (Figueiras et al., 2002). Generalmente, en las Rías se establece una circulación estuarina compuesta por dos capas, una corriente superior y una corriente inferior de diferentes densidades; sin embargo, la existencia de afloramientos costeros o hundimientos modifica la distribución de la presión hidrostática en el interior de la Ría, controlando la circulación estuárica (Rosón et al., 2008). Normalmente cuando los vientos son de componente

norte (afloramiento), el agua de la ría circula hacia el exterior en la superficie y hacia el interior por el fondo, mientras que con los vientos de componente sur la circulación es la contraria.

En la Ría de Vigo la marea tiene una amplitud meso-mareal (menos de 4 m de diferencia) y su periodicidad es semidiurna, es decir, hay dos mareas al día. Durante la primavera y el verano los vientos del norte y noreste empujan la capa superficial del océano hacia el sur y suroeste sobre la plataforma continental de la costa gallega, actuando como contracorriente en las capas subsuperficiales, esta corriente converge en las proximidades del cabo Fisterra con la del Cantábrico, constituyendo un frente subsuperficial, lo que favorece la subida de las aguas frías en la época estival. En otoño e invierno predominan los vientos del sur y suroeste, reforzando y extendiendo el frente de corrientes a la capa superficial, notoriamente más cálida y salina y que pasa muy cerca de la desembocadura de la Ría de Vigo o incluso se detecta en las proximidades de la Islas Cíes (Rosón et al., 2008). La circulación por la plataforma continental gallega no está dominada por ninguna corriente permanente definida, siendo la marea y el viento los elementos más importantes en la circulación de la Ría de Vigo.

2- Características bióticas:

Las costas semi-expuestas se caracterizan por su gran riqueza en carragenatos, en particular *Mastocarpus stellatus* y *Chondrus crispus*, y en el agarófito *Gelidium sesquipedale* (Veiga, 1999). Una especie muy característica de las costas semi-expuestas es *Mesophyllum lichenoides*, una especie coralina que puede cubrir grandes áreas del infralitoral inferior y superior. La presencia de esta especie puede explicar muy probablemente la riqueza de este tipo de litoral en *Gigartina pistillata* carragenina y, especialmente, en *Gelidium sesquipedale*, ya que es conocida la afinidad que tiene esta última especie por adherirse a sustratos calcáreos. Como en las costas de transición, aquí también podemos encontrar cinturas de *Fucus vesiculosus* e *Himanthalia elongata*, pero con una presencia mucho menor. Esta similitud florística se manifiesta sobre todo por la frecuencia de aparición en ellas de horizontes de *Bifurcaria bifurcata*, *Chondracanthus acicularis*, *C. baccata* o *Laminaria ochroleuca*. Esta última especie es una de las más consumidas por *P. lividus*, que también se alimenta de otras especies de algas preferentemente pardas y de algas incrustantes.

Metodología de repoblación

Transporte de los erizos desde las instalaciones de cultivo

Es importante realizar un transporte lo más rápido posible desde las instalaciones de cultivo donde se produjeron los erizos hasta la zona costera donde se van a liberar, con el objetivo de minimizar al máximo el estrés que pueda ocasionarles la manipulación y el transporte hasta la zona de liberación. Además, es necesario disponer de cajas u otros recipientes impermeables que permitan introducir agua en su interior, manteniendo así unas condiciones mínimas de humedad que optimizarán la supervivencia de los ejemplares transportados.

En nuestro caso los erizos se introdujeron en cajas de poliexpan provistas de una tapa (Fig. 3), lo que protege a los erizos juveniles de la incidencia directa de la luz solar, que les causaría un estrés añadido que podría afectar a su óptima supervivencia. Las cajas se con una altura de agua de al menos 3 cm antes de introducir los erizos que van a transportar

En resumen, los puntos imprescindibles a tener en cuenta para realizar un transporte óptimo de los erizos juveniles son los siguientes:

- Duración del traslado a la zona de liberación lo más rápida posible.
- Cajas de transporte provistas de al menos 2-3 cm de altura de agua en su interior.
- Recipientes de transporte con tapa/paño húmedo que impida la incidencia directa de la luz solar.
- A ser posible introducir láminas de algas pardas entre las capas de erizos juveniles que se transportan (que ayudarán a mantener la humedad y reducir el estrés producido durante el transporte).

En caso de que la duración del transporte no pueda ser menor a 3 horas, es recomendable introducir entre los erizos bolsas de aire, que actuarán impidiendo que se dañen las espinas de los erizos de las capas inferiores del recipiente de transporte y reducirán en gran medida la mortalidad de los juveniles transportados.

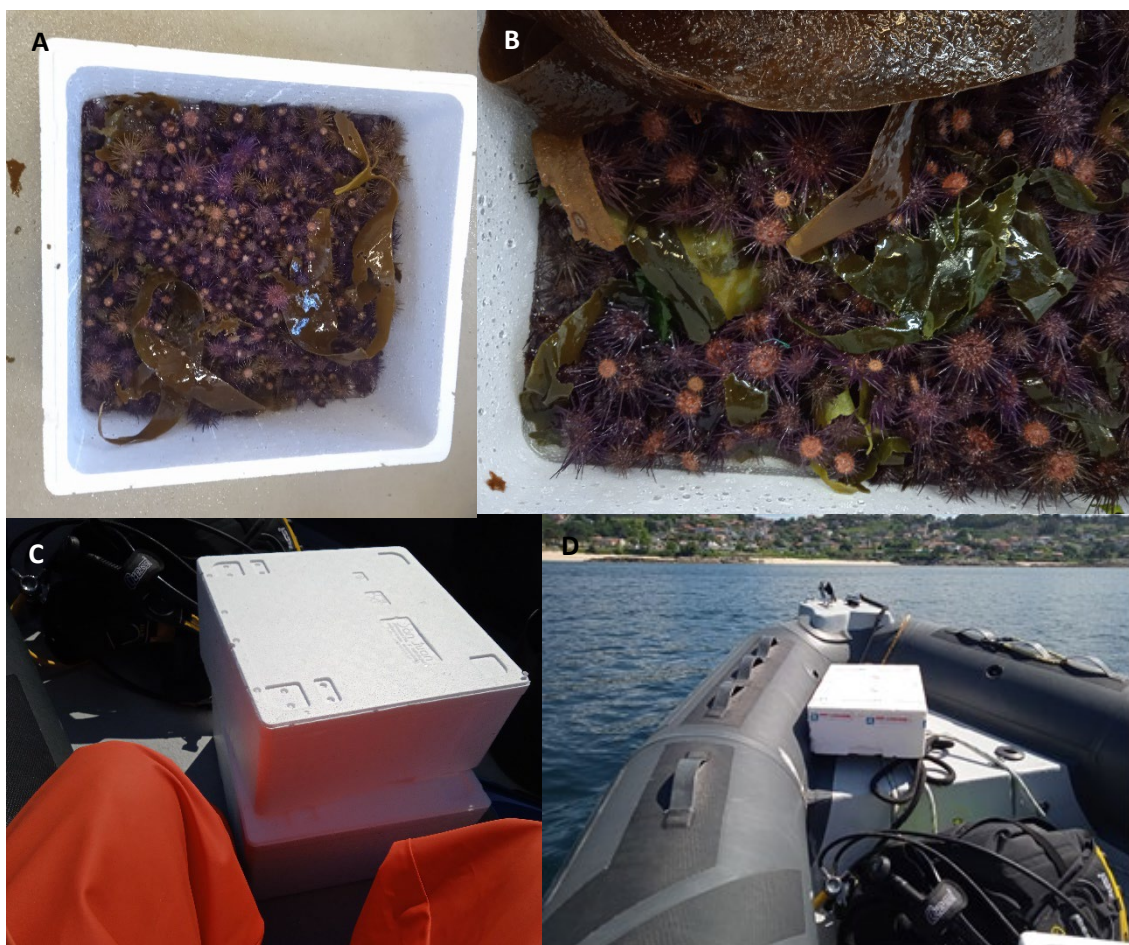


Fig. 3.- A y B) Cajas de transporte de erizos juveniles provistas de agua y algas; B y C) Transporte de las cajas con los erizos hasta la costa de 'Os Castros' (Cangas do Morrazo).

Talla mínima de individuos juveniles de *P. lividus* para repoblación

En la literatura se encuentran diversos trabajos donde se establece que la talla mínima óptima que deben tener los individuos juveniles de *P. lividus* para sobrevivir en el medio natural una vez liberados debe ser de entre 15 y 20 mm de diámetro de testa, aunque se hicieron repoblaciones con individuos de 10 mm de diámetro de testa en el marco del proyecto JACUMAR (Marino & Ejecutivo) ; los erizos juveniles con un diámetro de testa de al menos 15 mm podrán defenderse/esconderse de los depredadores de esta especie, y por lo tanto sobrevivir hasta alcanzar la talla comercial de 55 mm de diámetro de testa para *P. lividus*.

Los principales depredadores de esta especie son los peces lábridos (sargo, pez ballesta, etc.), los crustáceos (en especial los centollos, seguidos de las nécoras) y en menor medida las

estrellas de mar, según datos del experimento de depredación realizado en el marco del proyecto OCIMER que se encuentra pendiente de publicación.

La liberación de los ejemplares juveniles obtenidos en las instalaciones de la ECIMAT (en el litoral de 'Os Castros' de Cangas do Morrazo) se realizó en una zona con presencia de individuos adultos de *Paracentrotus lividus*, lo cual aumenta la protección de los juveniles frente a los mayores depredadores de esta especie (los erizos más pequeños se esconden debajo de los adultos) y asegura un mayor porcentaje de supervivencia de los erizos juveniles en el medio natural.

Marcaje de individuos juveniles de *P. lividus* para repoblación

Introducción

Hasta la fecha se realizaron escasos trabajos de marcaje con marcas externas en esta especie: Chelazzi et al. (1997) marcaron individuos de *P. lividus* con una etiqueta de plástico numerada, que resultó eficaz para estudiar la distribución de erizos en el medio ambiente, pero no hay datos sobre la tasa de retención o de recuperación de la marca.

Generalmente las marcas externas son más efectivas para especies de erizo de mar de espina larga, debido a que presentan tasas de retención de la marca más elevadas (Carpenter, 1984).

Hereu (2005) utilizó etiquetas de anclaje para marcar "in situ" 80 erizos de la especie *Paracentrotus lividus* de entre 50 y 60 mm de diámetro en las Islas Medas, mediante la inserción de una etiqueta de nylon a través de un agujero de 3 mm de diámetro realizado en la parte aboral de la testa del erizo mediante una pistola sumergible. Esta técnica resultó apropiada para el experimento, que buscaba estudiar los movimientos de los erizos, aunque la mortalidad resultante fue muy elevada (24% de los erizos marcados), no siendo adecuada para monitorizar erizos de pequeño tamaño debido a la elevada mortalidad que produciría, ni para estudios que impliquen el marcaje de un número considerable de erizos.

Las etiquetas de anclaje no son muy efectivas para marcar erizos de mar, debido a su baja tasa de retención a largo plazo y a que producen una tasa de mortalidad significativa en los individuos marcados, causada por la necesidad de perforar la testa del erizo para introducir la etiqueta.

En el caso de los PIT Tags sólo existe un trabajo realizado con *Paracentrotus lividus* hasta la fecha, Cipriano et al. (2014) marcaron con PIT Tags erizos de esta especie de dos tamaños: 20 y 40 mm de diámetro, obteniendo una alta tasa de mortalidad en ambos casos: 22,5% y 52,5% respectivamente después de 8 semanas en el medio natural.

El estudio más exitoso realizado con *P. lividus* hasta el momento fue el llevado a cabo por de la Uz et al. (2018), que utilizaron etiquetas de alambre codificadas (CWT) para marcar erizos liberados en el entorno natural durante 4 meses. Dividieron los individuos marcados en tres rangos de talla: grupo 1 (10-15 mm), grupo 2 (15-20 mm) y grupo 3 (20-25 mm). Obtuvieron tasas de retención significativamente diferentes entre los erizos del grupo 1: tasa de retención del 62% de la marca y la de los grupos 2 y 3, que fue del 80% en condiciones de cautividad. En el grupo de erizos de mar liberados al medio natural, obtuvieron una tasa de recaptura del 12% después de 14 semanas y una tasa de retención de la marca del 100%.

El marcaje con etiquetas PIT es un método relativamente eficaz para el seguimiento a largo plazo de juveniles de erizo de mar en el medio natural, aunque el porcentaje de retención de la etiqueta y la mortalidad varían mucho según la especie de erizo de mar marcado; además tiene la limitación de que no es una etiqueta adecuada para marcar erizos de pequeño tamaño.

Una vez elaborada la revisión bibliográfica de las diferentes marcas existentes en el mercado para identificar erizos de mar, se realizaron experimentos de marcaje en cautividad **(A)**, en una estructura de cultivo suspendida de una batea (propiedad de la Cofradía de pescadores San Xosé de Cangas do Morrazo) **(B)** y en el medio natural, marcando 490 erizos que se liberaron en la costa de la playa de Barra (Cangas do Morrazo) **(C)**, dejándolos durante un mes en el medio natural; por último se marcaron 300 erizos con la marca con la que se obtuvieron mejores resultados (minitransponder de Trovan) y se liberaron encima de una piedra rodeada de arena de la costa de Liméns, en el litoral de Cangas do morrazo, dejándolos durante 2 meses en el medio natural **(D)**.

Posteriormente se realizaron pruebas de marcaje con los dos tipos de marcas que mejor funcionaron en la fase **(A)** del experimento (las secciones de alambre galvanizado y los Minitransponder de Trovan) en erizos juveniles de diferentes tallas, con el fin de identificar la talla mínima de marcaje de individuos de esta especie con las distintas marcas probadas.

Metodología de marcaje

A) En junio del año 2020 se recibieron 400 erizos juveniles (*P. lividus*) procedentes de la costa de Cangas do Morrazo (Pontevedra, Galicia): 42°16'40"N 8°47'23"O, con un promedio de talla de 20 mm de diámetro y un peso promedio de 5,4 g.

Los erizos se distribuyeron en cajas de 60 litros de capacidad, a una densidad de 20 erizos por caja, con agua de mar filtrada en circuito abierto, aireación continua y alimentación "ad libitum" con macroalgas pardas del género *Laminaria sp.*

La duración del experimento fue de un mes (inicio el 23 de junio de 2020, fin el 24 de julio de 2020).

Se utilizaron 5 tipos de marcas para erizo de mar diferentes: Pegatinas de colores (marca Hallprint), etiquetas T-Bar (marca Hallprint), Minitransponder (marca Trovan), trozos de alambre galvanizado (3-4 mm de longitud y 1 mm de grosor) y PIT Tags (marca Hallprint) con tres réplicas por marca y un control consistente en erizos sin marcar.

Como se puede observar en la figura 4, las pegatinas se adhirieron a la testa de los erizos con ayuda de pegamento de la marca Loctite, en una zona de la testa donde previamente se seccionaron las espinas de esa área. Los Minitransponder y las PIT Tags de Hallprint se introdujeron a través de la membrana peristomial del erizo con ayuda de un inyector específico para cada tipo de marca. Las etiquetas T-Bar se introdujeron de dos formas en los erizos, la mitad de las etiquetas se introdujeron a través de la membrana peristomial y la otra mitad a través de un agujero perforado en la mitad aboral de la testa.

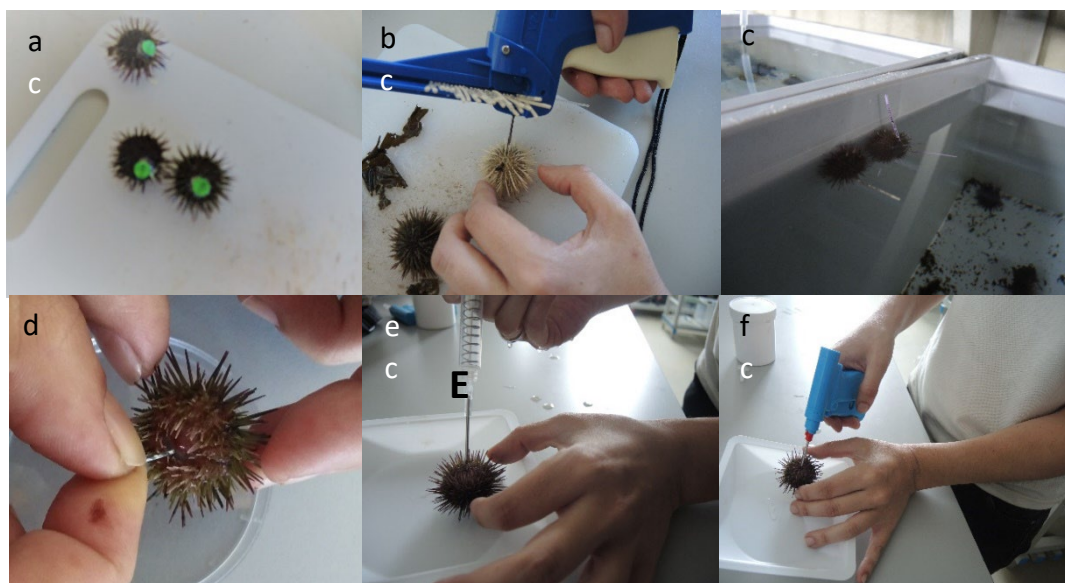


Fig. 4.- A) Pegatinas adheridas a la testa de los erizos por medio de pegamento Loctite; B) Introducción aboral de las etiquetas T-Bar. C) Erizos marcados con etiquetas T-Bar. D) Introducción de la sección de alambre galvanizado a través de la membrana peristomial. E) Introducción de los Minitransponder (Trovan) con ayuda de un inyector. F) Introducción de los PIT Tags (Hallprint) mediante un inyector específico.

B) Los 270 erizos supervivientes del experimento de marcaje en cautividad se estabularon en una batea perteneciente al polígono de bateas de la Cofradía de pescadores San Xosé de Cangas do Morrazo (Figura 5), el día 09 de octubre de 2020, con talla media de 18 mm de diámetro y peso medio de 2,98 g, con el fin de obtener la tasa de recaptura de las marcas en el medio natural.

Las coordenadas de la batea son las siguientes:

<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>	
Vértice A	42º 16' 31" N	08º 43' 53" W
Vértice B	42º 16' 43" N	08º 43' 30" W
Vértice C	42º 16' 42" N	08º 43' 15" W
Vértice D	42º 15' 49" N	08º 43' 22" W
Vértice E	42º 15' 35" N	08º 43' 59" W

Los erizos se alimentaron quincenalmente con algas pardas del género *Laminaria sp.*

La duración del experimento fue de cinco meses (inicio el 09 de Octubre de 2020, fin el 09 de Abril de 2021).

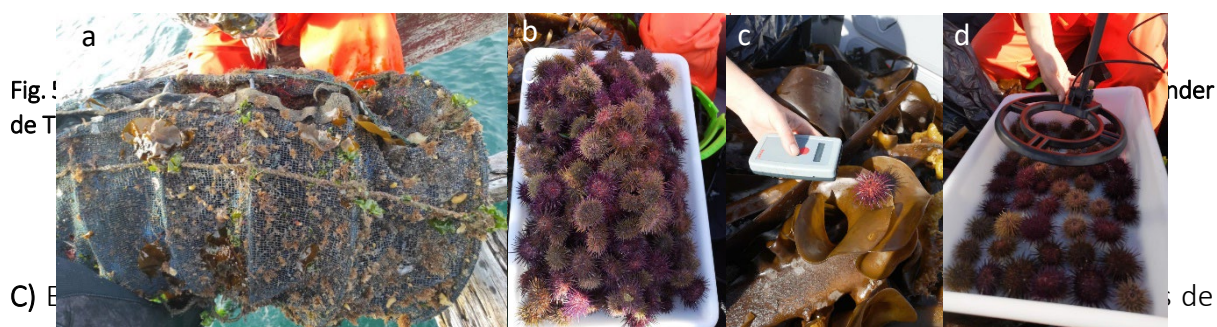


Fig. 1
de T

C) E de talla pequeña (15-25 mm), en total 490 erizos, con los 5 tipos de marcas, con una talla media de 26,5 mm de diámetro de testa y un peso medio de 13,81 g, y se liberaron en una zona localizada de la costa de la playa de Barra (litoral de Cangas do Morrazo), junto con otros 364 individuos sin marcar como acompañantes, con el fin de maximizar su futura supervivencia (Fig. 6). Los erizos se dejaron durante 5 semanas en el medio natural, después de lo cual se volvió a la zona para recapturarlos.

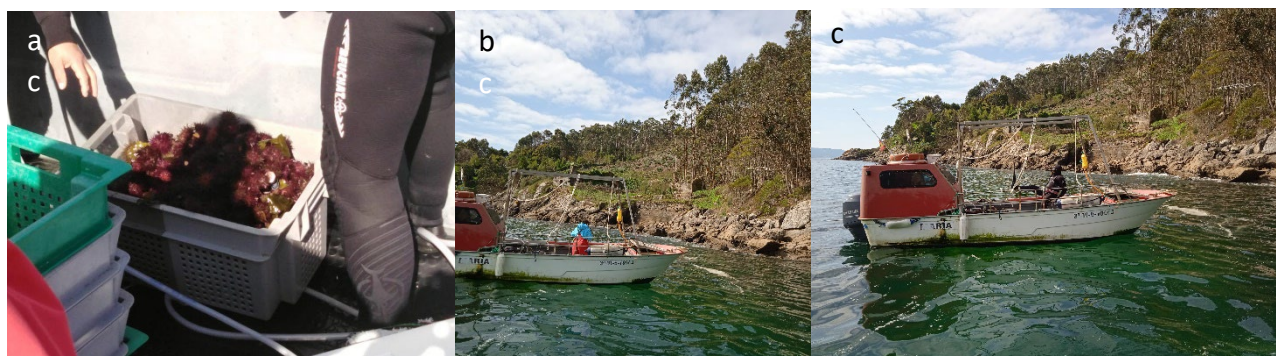


Fig. 6.- a) Erizos marcados para liberar en el medio natural; b) embarcación de la Cofradía de Pescadores San Xosé; c) Buzo de la cofradía realizando la suelta de los ejemplares marcados.

D) La última parte del experimento de marcaje consistió en marcar otros 200 erizos juveniles con los Minitransponder de Trovan (la marca que mejores resultados dio en las experiencias A y B), con una talla media de 22 mm de diámetro y un peso medio de 4,67 g, y liberarlos sobre una piedra localizada en el litoral de la playa de Liméns (Cangas do Morrazo) el día 30 de Abril de 2021, dejándolos durante 2 meses en el medio natural con el fin de comprobar la tasa de recaptura de los erizos marcados después de ese tiempo.

Resultados

A)

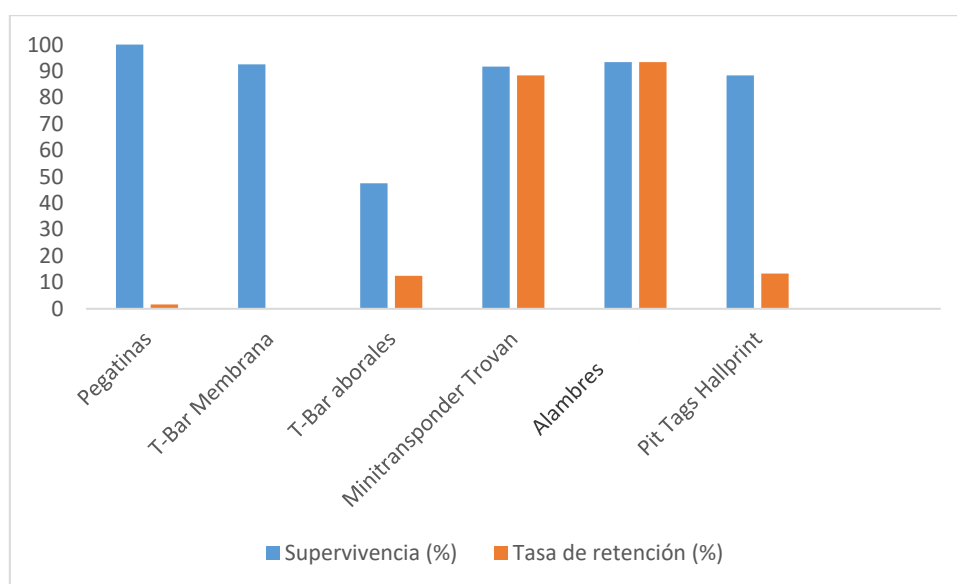


Fig. 7.- Tasa de supervivencia y tasa de retención de la marca de los erizos marcados en condiciones de laboratorio con cada tipo de marca.

Mediante la comparación de los diferentes tipos de marcas utilizadas en este estudio para identificar individuos de la especie de erizo de mar *Paracentrotus lividus*: externas (pegatinas), de anclaje (etiquetas T-Bar) e internas (alambres y PIT Tags) se obtuvieron diferentes resultados: en la primera parte del experimento (A) se comparó su efectividad en condiciones de cautividad; con todas las marcas se obtuvieron buenos resultados en cuanto a tasa de supervivencia de los erizos marcados (Figura 7), excepto en el caso del marcaje con las etiquetas de anclaje T-Bar introducidas por el polo aboral del erizo, con el que se obtuvo una tasa de supervivencia de sólo el 47'5% de los individuos marcados, probablemente debido a la excesiva perforación de la testa necesaria para la colocación de la etiqueta.

La tasa de retención obtenida con cada marca en condiciones de cautividad varió en gran medida, siendo insignificante en el caso de las pegatinas de colores y de las etiquetas T-Bar introducidas a través de la membrana peristomial del erizo, que fueron expulsadas en su totalidad a los pocos días, y muy elevada en el caso de las secciones de alambre (93,33%) y de los Minitransponder de Trovan (83,33%), lo que sugiere la adecuación de estos dos tipos de marca para el marcaje de individuos de *P. lividus* en condiciones de cautividad.

B) Resultados obtenidos con las diferentes etiquetas después de estabular los erizos marcados durante 5 meses en una estructura de cultivo (Figura 5 a) suspendida de una batea perteneciente al polígono de bateas de la Cofradía de Pescadores San Xosé, de Cangas do Morrazo (Ría de Vigo).

TASA DE RECAPTURA:

- PIT Tags Trovan: 71%
- PIT Tags Hallprint: 15%
- Alambres de acero inoxidable: 0%
- Pegatinas: 0%
- Etiquetas T-Bar: 0%

TASA DE SUPERVIVENCIA TOTAL: 99,14%

En la segunda parte del estudio realizada con los erizos estabulados en una linterna suspendida de la batea en el medio natural se obtuvieron tasas de supervivencia muy elevadas, siendo la tasa de supervivencia total de un 98'89% de los erizos estabulados en la batea. Las tasas de recaptura de la marca obtenidas fueron muy bajas después de cinco meses, excepto en el caso de los Minitransponder de Trovan, con los que se obtuvo una tasa de recaptura del 71%, y una tasa de retención de la marca del 100% en los erizos recapturados, lo que los convierte en el tipo de marca más apropiada para monitorizar erizos de mar de la especie *Paracentrotus lividus*, tanto en condiciones de cautividad como en el medio natural y en estudios a corto y largo plazo.

C) El día 24/03/21 se volvió a la costa de la playa de Barra con el fin de recapturar los erizos marcados liberados 5 semanas antes, y aunque el buzo capturó aproximadamente 300 erizos juveniles ninguno de ellos presentaba la marca, se cree que pudieron desplazarse considerablemente de la zona en ese periodo de tiempo.

D) Los erizos marcados con los Minitransponder de Trovan liberados en la piedra del litoral de la playa de Liméns no se pudieron recapturar, debido a un error en la localización del GPS que no permitió registrar las coordenadas exactas de la piedra donde se liberaron. El día 09/07/21 se volvió a la zona junto con personal de la Cofradía de Pescadores San Xosé y se realizó una inmersión en la que se extrajeron 200 erizos con el fin de intentar recuperar los erizos marcados, aunque sin éxito.

Talla mínima de marcaje

Después de comprobar que las dos marcas que mejor resultado dieron en términos de supervivencia y tasa de retención de la marca fueron los alambres y los Minitransponder de Trovan, se realizaron pruebas consistentes en marcar erizos juveniles de diferentes tallas, en un rango de 10-30 mm de diámetro, con el fin de determinar la talla mínima que deben tener los erizos juveniles para poder ser marcados con éxito sin presentar mortalidad, obteniendo un resultado de 13 mm de diámetro mínimo en el caso de los Minitransponder de Trovan (8 mm de longitud) y de sólo 11 mm de diámetro en el caso de las secciones de alambre galvanizado de 4-5 mm de longitud.

Estas tallas mínimas de marcaje son inferiores a las que se encuentran en la literatura para etiquetas físicas, que generalmente no es inferior a 20 mm de diámetro sin que se produzca excesiva mortalidad (Cipriano et al., 2014), y está en el rango de 10 a 15 mm de talla de los erizos que marcaron de la Uz et al. (2018) con etiquetas de alambre codificadas (CWT), permitiendo monitorizar individuos juveniles de *P. lividus* desde los 5-6 meses de edad.

Conclusión

Los resultados obtenidos en este trabajo nos permiten concluir que los Minitransponder de Trovan son una marca adecuada para monitorizar erizos de mar de la especie *Paracentrotus lividus* en estudios a corto y a largo plazo, tanto en cautividad como en el medio natural, presentando una elevada tasa de retención y de recaptura en estructuras de cultivo, y además son aptos para marcar juveniles de *P. lividus* a partir de 13 mm de diámetro de testa, con una edad aproximada de 5-6 meses.

Repoblación con juveniles de *P. lividus* en el litoral de Cangas do Morrazo (Ría de Vigo)

Se liberaron un total de 50000 erizos juveniles de la especie *P. lividus* en la zona litoral de 'Os Castros' de Cangas do Morrazo, demarcada por las coordenadas que se especifican en la Tabla 1 y protegida de la pesca extractiva por la Cofradía de Pescadores San Xosé de Cangas.

La repoblación se hizo en 3 tandas diferentes, la primera de ellas se llevó a cabo el día 30 de abril de 2021, liberándose aproximadamente 8500 individuos juveniles en grietas de la zona a repoblar, con una talla media de 20 mm de diámetro de testa y en una franja de 0 a 1'5 m de profundidad, abarcando la zona intermareal; en la figura 8 se pueden ver algunas fotos del transporte de los erizos hasta la zona y de la liberación de los mismos en el litoral, el reportaje fotográfico completo se adjunta como fuente de verificación FV 5.2.



Fig. 8.- A) Caja de poliexpan de transporte de los erizos juveniles ; B) Buzo repoblando las charcas del intermareal ; C) Embarcación de la Cofradía de Pescadores San Xosé ; D) Tareas de repoblación de los dos buzos.

La segunda repoblación se realizó el día 09 de Julio de 2021 en la misma zona, tal como nos indicó la Cofradía de Cangas como entidad socia del proyecto OCIMER, aunque a mayor profundidad (1'5 a 3 m); se liberaron aproximadamente 21000 erizos juveniles con una talla media de 20 mm de diámetro de testa (Figura 9).

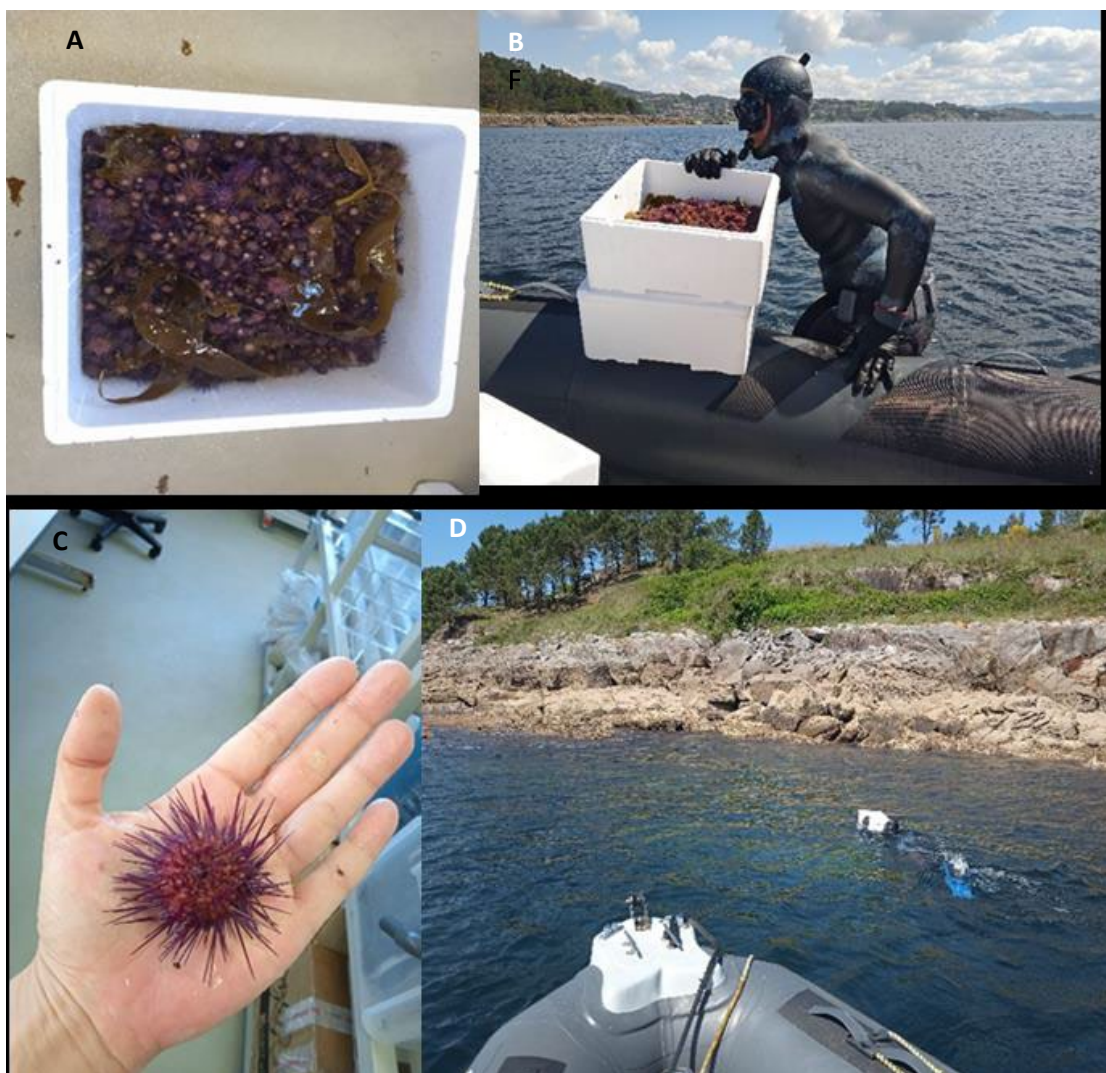


Fig. 9.- A y B) Cajas de poliexpan para el transporte de los erizos juveniles ; C) ejemplar juvenil para repoblación ; D) Buzo transportando una de las cajas con juveniles hasta el área a repoblar.

La última repoblación se llevó a cabo el día 27 de Octubre de 2021 en la misma zona, a una profundidad media de 2'5 m; se liberaron aproximadamente 20000 erizos juveniles con una talla media de 20 mm de diámetro de testa (Figura 10).



Fig. 10.- A y B) Cajas de poliexpan para el transpote de los erizos juveniles cubiertas con un paño húmedo ; C) transporte de las cajas hasta la zona a repoblar ; D) Buzos realizando tareas de repoblación.

Bibliografía

Cipriano, A., Burnell, G., Culloty, S., & Long, S. (2014) Evaluation of 3 tagging methods in marking sea urchin, *Paracentrotus lividus*, populations under both laboratory and field conditions. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 5(6).

De La Uz, S., Carrasco, J. F., & Rodríguez, C. (2018) Temporal variability of spawning in the sea urchin *Paracentrotus lividus* from northern Spain. *Regional Studies in Marine Science*, 23: 2-7.

Figueiras, F. G., Labarta, U. & Reiriz, M. J. F. (2002) Coastal upwelling, primary production and mussel growth in the Rías Baixas of Galicia. *Hydrobiologia*, 484: 121-131. doi:10.1023/a:1021309222459.

González-Irusta, J. M. (2009). *Contribución al conocimiento del erizo de mar Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816) en el Mar Cantábrico: ciclo gonadal y dinámica de poblaciones* (Doctoral dissertation, Tesis doctoral, Departamento de Ciencias y técnicas del agua y del medio ambiente, Universidad de Cantabria).

James, P., Noble, C., Hannon, C., Stefansson, G., Þórarinsdóttir, G., Sloane, R., Ziemer, N., Lochead, J. (2016) Sea urchin fisheries, management and policy review (Activity A4.2.1 of the URCHIN project), Nofima Report 18/2016. pp. 18.

Liu, H., Zhu, J., Kelly, M.S. (2010) Recent advances in sea-urchin aquaculture and enhancement in China. *Bull. Aquacult. Ass. Can.*, 108: 30-37.

Marinos, P. N. D. C., & Ejecutivo, I. Título: CULTIVO Y GESTIÓN DEL ERIZO DE MAR.

Rosón, G., Cabanas, J.M. & Pérez, F.F. (2008) Hidrografía y dinámica de la Ría de Vigo, in La Ría de Vigo, edited by A. Gonzales-Garces Santiso, F. Vilas Martín, and X. A. Alvarez-Salgado, Instituto de Estudios Vigueses, Vigo, Spain.

Veiga Villar, A. J. (1999). Caracterización de la flora y vegetación bentónica marina intermareal y de su riqueza en recursos explotables en las Rías Baixas gallega (NO. Península Ibérica).