

Distribución espacial y actividad bioerosiva de *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) (Echinodermata, Echinoidea), en la región intermareal rocosa de la costa de A Coruña (NW de España)

L. J. MÍGUEZ-RODRÍGUEZ

*Departamento de Biología Animal. Facultade de Biología
Universidade de Santiago de Compostela. 15706 Santiago de Compostela. España
Correo electrónico: bamiguez@usc.es*

(Recibido, junio de 2001. Aceptado, noviembre de 2001)

Resumen

MÍGUEZ-RODRÍGUEZ, L.J. (2001). Distribución espacial y actividad bioerosiva de *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) (Echinodermata, Echinoidea), en la región intermareal rocosa de la costa de A Coruña (NW de España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 11:

Con objeto de mejorar el conocimiento sobre la distribución de *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) en la franja intermareal de la costa atlántica gallega se han realizado muestreos en los niveles medio e inferior de la zona mesolitoral, para determinar el tipo de asentamiento que adoptan las poblaciones, y cuales son los factores que condicionan su distribución. Teniendo en cuenta la actividad excavadora de *Paracentrotus lividus*, se han realizado observaciones sobre cinco substratos diferentes, para establecer en qué medida esta especie puede desempeñar su trabajo de perforación. También se realizaron estudios biométricos para determinar la variación de la talla y el índice de aplanamiento en las poblaciones de este nivel, para conocer si se mantiene la tendencia, ya conocida, de las poblaciones submareales.

Palabras clave: Fauna bentónica, Equinodermos, crecimiento, *Paracentrotus lividus*, bioerosión, cuevas, A Coruña, España.

Abstract

MÍGUEZ-RODRÍGUEZ, L.J. (2001). Space distribution and bioerosion of the *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) (Echinodermata, Echinoidea), in the intertidal rocky region from A Coruña shore (NW Spain). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 11:

This distribution is not well known in the Galician shore (NW Spain). To improve our knowledge about it we have carried out some research in lower and medium shore level, in order to determine the kind of settlement they take and which are the factors that condition their distribution. Taking into account the digging activity of the *Paracentrotus lividus*, we have observed five different substratum to establish how can the *Paracentrotus lividus* dig each one. Biometric studies have also been made to find out the difference in size and smoothing index in the populations at this level, to discover if the known tendency of undertidal populations is maintained here.

Key words: Benthic fauna, Echinodermata, growth, *Paracentrotus lividus*, bioerosion, caves, A Coruña, Spain.

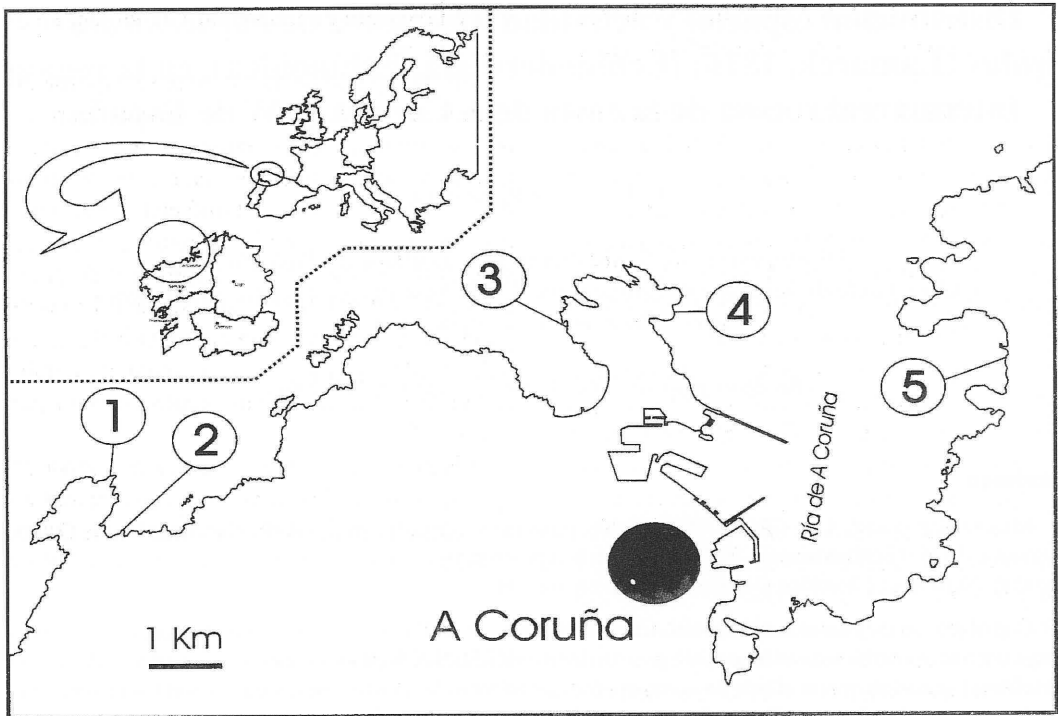


Fig. 1. Situación geográfica de las estaciones muestreadas.

INTRODUCCIÓN

Los hábitos esciáfilos y de ocultación son bien conocidos en los equinodermos que viven en la franja intermareal (KOEHLER, 1921; NOBRE, 1930; TORTONESE, 1965), pero esa tendencia resulta muy espectacular en *Paracentrotus lividus*, que además despliega una singular actividad excavadora, para formar cavidades en las que se alberga.

Este comportamiento erosivo del erizo de mar es conocido desde hace tiempo. CAILLAUD (1856-57), ya se ocupó del estudio de los erizos perforantes de Bretaña, refiriéndose a *Paracentrotus lividus* y *Psammechinus miliaris*. Más tarde, KOEHLER (1927) cita las espectaculares cavidades que excavan ambas especies, a la vez que sugiere la forma en que se realiza, utilizando los dientes y las púas, todo animado

de un movimiento rotacional para ganar en efectividad.

Otros autores han continuado ocupándose de esta circunstancia como CHERBONNIER (1958), KEMPF (1962) y CONNAND & HEEB (1998), que dan a conocer otros géneros con especies excavadoras como *Diadema*, *Stomopneustes*, *Echinothrix* y *Echinostrephus*.

En esa misma línea, las investigaciones de MARTINELL (1981), sobre *Paracentrotus lividus* en el Mediterráneo, en substratos infralitorales tan diferentes como granitos, calizas y esquistos han permitido encontrar cavidades de hasta 10 centímetros de profundidad.

Más recientemente CUENCA *et al.* (1987), ponen en duda que la acción de los dientes y las púas sometidos a un movimiento rotacional, puedan ser suficientes para perforar el granito, ya que plantean incluso la posibilidad de que

existan otros factores físicos, químicos o ambos, que puedan explicar de manera satisfactoria esta capacidad.

Sin embargo, aspectos como, la afinidad por un substrato determinado o la efectividad en el proceso excavador en diferentes tipos de roca en la región intermareal, no parecen estar tan claros, como sucede en otros organismos como el líquen *Verrucaria maura*, o el alga *Nemalion helminthoides*, en los que esa tendencia está demostrada (BÁRBARA *et al.*, 1994).

En Galicia, los datos sobre esta cuestión son escasos y dispersos, limitándose a señalar que los erizos se encuentran albergados en huecos; por ello, y teniendo en cuenta la diversidad litológica de la costa gallega y la generalizada distribución de la especie *Paracentrotus lividus*, se ha realizado una aproximación al fenómeno, que permite conocer la actividad excavadora de esta especie y aportar datos sobre la distribución de tallas, así como el grado de aplanamiento de las poblaciones asentadas en la franja intermareal rocosa de la costa de Galicia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han seleccionado cinco localidades en las proximidades de A Coruña (N.W. de España), que se muestran en la Fig. 1, tratando de abarcar los substratos rocosos más comunes de la costa gallega, tanto de rocas ígneas como metamórficas. También se ha procurado que las estaciones elegidas estuviesen próximas entre sí, para evitar que los resultados pudieran verse influenciados por otros factores diferente a la litología de cada una de ellas.

Los muestreos fueron realizados durante el invierno del año 2001 (10 y 11 de enero y 8,9, y 10 de febrero), a pie, y de forma directa, aprovechando las mareas más bajas. En todas las estaciones fueron prospectados los niveles medio e inferior de la región mesolitoral. Sin embargo, y como en este tipo de estaciones los niveles de zonación no siempre están bien delimitados, se tomaron tres muestras: una en el nivel medio,

otra en el punto de transición y la tercera en el nivel inferior.

En cada punto de muestreo se recogieron 20 ejemplares de *Paracentrotus lividus*, para su análisis biométrico, mientras que para el diagnóstico litológico, y dado el carácter homogéneo de las estaciones, sólo se tomó una muestra por estación. En cada ejemplar se midió el diámetro y la altura del caparazón, desprovisto de púas, empleando un calibre automático de 0,1 mm de precisión. Con los datos obtenidos se hallaron las tallas medias y el grado de aplanamiento, aplicando el índice de aplanamiento descrito por NATAFF (1954).

Finalmente, en aquellas estaciones donde se apreció actividad bioerosiva en el substrato, ésta fue valorada siguiendo la clasificación de OTTER (1932).

RESULTADOS

Una vez realizado el análisis litológico de las muestras de roca y la evaluación geomorfológica de la estación, se ha elaborado un resumen que recoge las características generales de cada una de ellas.

Estación 1. Punta Langosteira (10/01/2001).- La roca dominante es una anfibolita filoniana originada a partir de rocas ígneas metamorfizadas. Presenta pequeños filoncillos, cuya potencia no excede de algunos milímetros, de aspecto microgranudo, con metagámbros de tamaño medio y grueso, orientados. La superficie de la roca presenta grietas muy estrechas, que se disponen paralelas en la dirección de la orientación de los minerales.

Estación 2. Punta de Suevos (11/01/2001).- La roca es un ortoneis que aflora en dirección NNE-SSO, con grandes y abundantes cristales de cuarzo y feldespato de algunos centímetros, que aparecen estirados formando el bandeo característico en este tipo de roca. El resultado de la erosión es una superficie hojosa, pero sin bordes vivos, con amplias grietas de fondo ancho y plano, que se disponen paralelamente. Además

de éstas, se han formado grandes superficies alveolares de contornos suaves y redondeados, favorecidas por la eliminación de agrupaciones locales de cristales de feldespato.

Estación 3. As Lagoas (08/01/2001).- La litología predominante son las granodioritas precoces, de grano grueso, con grandes cristales de feldespato, que en general están maclados. Se encuentran atravesadas por bandas de esquistos, algunas de espesor importante. La erosión ha trabajado sobre las diaclasas ortogonales, dando como resultado un acantilado de bloques de gran tamaño, por lo que más que cubetas excavadas en la roca lo que hay son charcas que ocupan el espacio entre bloques. Los lugares aterrizados y más erosionados corresponden a los esquistos, más blandos que las dioritas, y por tanto más susceptibles de ser eliminados.

Estación 4. Punta Pradeiras (09/01/2001).- La roca es un granito hercínico que aflora en pequeñas machas en todo el área. Se trata de un leucogranito compuesto por microclina y en menor medida plagioclasa, cuarzo y moscovita. Es una roca de estructura granuda, cuyas características más sobresalientes son el pequeño tamaño del grano y su color blanco, debido a la ausencia de biotita. Todo el conjunto ofrece un aspecto de volúmenes suaves y redondeados, sin que aparezcan superficies angulosas, lo que dificulta la fijación, salvo en las superficies más protegidas.

Estación 5. Mera (10/01/2001).- El substrato rocoso es un esquisto perteneciente a la serie de Órdenes. Este tipo de roca da como superficie erosionada un substrato muy abrupto y recortado, en el que abundan los crestones verticales y subverticales de altura uniforme, que al ordenarse paralelamente componen unas agrupaciones escamosas separadas por depresiones estrechas y profundas, que se convierten en vías de inundación cuando sube la marea, y en canales de desagüe cuando baja. Los bordes son afilados y las grietas profundas y angostas, de superficie muy irregular debido a las numerosas oquedades, que constituyen el substrato ideal para el desarrollo de numerosas comunidades intermareales.

Las algas identificadas en los niveles muestreados de las cinco estaciones, que aparecen de modo más frecuente, son: en el horizonte superior y superficies emergidas, *Lichina pygmaea* (liquen) y *Lithophyllum lichenoides*, mientras que *Corallina elongata* y *Lithophyllum incrustans* se sitúan en las cubetas. Algo más abajo, en el horizonte medio, está *Mastocarpus stellatus*, junto con *Bifurcaria bifurcata*, *Lithophyllum incrustans*, *Corallina officinalis* y *Corallina elongata*. Ya en el horizonte inferior aparecen *Codium tomentosum*, *Bryopsis plumosa*, *Chondrus crispus*, *Gigartina pistillata*, *Himanthalia elongata* y, de nuevo, *Lithophyllum incrustans*, *Corallina elongata* y *Corallina officinalis*. Por sus características son todas de estaciones semiexpuestas, según la distribución propuesta por BÁRBARA *et al.* (1994), para la Ría de A Coruña.

En todas ellas, tanto la presencia como el desarrollo y cobertura de las algas es muy semejante, a excepción de la E-1, donde resulta inferior a las demás, quizá por su carácter algo más expuesto, como se pone de manifiesto por la reducción del número de especies con respecto a las demás, y por la pequeña talla de sus ejemplares.

Respecto al agrupamiento de los individuos entre las cinco estaciones se han registrado tres modalidades diferentes: en cubetas, en grietas y hendiduras, y en terrazas, cada una de ellas con unas características particulares.

Las cubetas son depresiones de contorno y profundidad variable, que se mantienen con agua durante la marea baja. Las que se han estudiado están en la región mesolitoral y son de dos tipos: cubetas cuyo fondo está tapizado con el alga *Lithophyllum incrustans*, y cubetas muy próximas al mar también con *Lithophyllum incrustans* y *Corallina officinalis*, más expuestas y con buena renovación de agua, que corresponden respectivamente a los tipos "F" y "g" de la clasificación de GALLARDO & PÉREZ-CIRERA (1982). El alga más frecuente es *Lithophyllum incrustans*, que la tapiza al menos en los bordes, y si es profunda aparecen las algas características del nivel donde está enclavada. En el caso de las

TABLA I. Tallas e índices de aplanamiento (H/D), correspondientes a los niveles mesolitoral medio (N-1), de transición (N-2) y mesolitoral inferior (N-3), de las estaciones muestreadas. E-1 Pta. Langosteira; E-2 Pta. de Suevos; E-3 As Lagoas; E-4 Pta. Pradeiras y E-5 Mera. (D = diámetro; H = altura)

	E - 1		E - 2		E - 3		E - 4		E - 5	
	D	H/D	D	H/D	D	H/D	D	H/D	D	H/D
N - 1	24,2	0,458	28,8	0,523	27,3	0,482	27,6	0,506	27,9	0,515
N - 2	30,9	0,503	39,6	0,486	43,2	0,492	34,5	0,526	40,9	0,511
N - 3	36,2	0,507	51,8	0,499	52,4	0,510	53,4	0,504	50,7	0,541
Media	30,43		40,06		40,96		38,50		39,83	

cubetas más altas, que corresponden al nivel mesolitoral medio, la fauna acompañante esta representada por el crustáceo cirrípedo *Chthamalus stellatus* y los moluscos *Mytilus edulis*, *Gibbula umbilicalis*, *Patella vulgata*, *Patella intermedia* y *Monodonta lineata*, mientras que las algas son *Corallina officinalis*, y *Lithophyllum incrustans*, que no varían con la litología. Para las que se encuentran en horizontes más bajos la ocupación es también diferente, salvo para *Corallina officinalis* y *Lithophyllum incrustans*, que mantienen su presencia constante.

Las grietas y hendiduras ofrecen un buen lugar para los asentamientos, si bien son algo diferentes según la litología. En todas se trata de formas que recuerdan a una cubeta muy larga, de contorno irregular, estrecha y poco profunda, que conserva un mínimo de agua durante los periodos de marea baja. En los granitos son estrechas, de pendiente suave, desarrolladas a favor de diaclasas ó de pequeñas intrusiones filonianas. Las que se forman en los esquistos son angostas y profundas, como resultado de su textura heterogénea, por lo que ofrecen una gran cantidad de cuevas, alveolos y hendiduras, mientras que las más espaciales son las que se desarrollan en los ortoneises, donde disponen de cavidades para la fijación, amplias, redondeadas y de diferentes tamaños.

En todas las estaciones los asentamientos en terraza se desarrollan sobre superficies amplias,

con pendiente moderada y algo convexas, que pasan sumergidas la mayor parte del tiempo, descubriendo sólo con las mareas vivas.

Respecto a los datos obtenidos para el tamaño, los valores medios de las tallas, y los índices de aplanamiento de los ejemplares mesolitorales, están reflejados en la Tabla I.

A través de ellos se pone de manifiesto que la talla, expresada en términos de diámetro, aumenta considerablemente a medida que se desciende hacia el nivel infralitoral. Con una media de 27,16 mm estos ejemplares del nivel superior son claramente más pequeños que los que ocupan el inferior, que con tallas que van de 36,2 mm en la estación E-1 a los 53,4 mm de la estación E-4, y una media de 48,9 mm; casi duplican a los anteriores.

Se aprecia también que el punto que acoge los ejemplares más pequeños es el nivel medio de la estación E-1 (Pta. Langosteira), es también la que presenta la talla media más baja por estación (30,43 mm) que, sin embargo, es muy semejante entre todas las demás. No obstante, conviene hacer la salvedad de que en cubetas y grietas profundas de niveles altos (mesolitoral medio), se han recogido ejemplares de talla igual o mayor que la media que muestran los ejemplares de niveles más bajos (mesolitoral inferior). En estos casos, se apreció que las paredes de unas y otras estaban tapizadas por gruesas capas de *Lithophyllum incrustans*, propias de niveles más bajos. También se ha observado que cuando en

las paredes y el fondo no hay vegetación la aglomeración de individuos se produce en las proximidades del borde de la cubeta.

Con los valores de aplanamiento sucede algo semejante a la talla. Salvo en la estación E-1, donde los ejemplares son globalmente más pequeños y aplanados, en las demás los valores de talla y aplanamiento no presentan diferencias sustanciales entre sí.

La bioerosión producida por *Paracentrotus lividus* ha sido estudiada en las cinco estaciones. Prácticamente todas las superficies que ocupan los erizos están cubiertas por *Lithophyllum incrustans*. Esta cobertura ha sido una constante, hasta el punto de que resulta difícil encontrar grupos importantes de erizos alejados de ella. Se encuentran en todas las cubetas, pero especialmente en las grietas, donde su proliferación acentúa el carácter tortuoso del espacio disponible, donde se acomodan los erizos.

En las estaciones E-1, E-2, E-3 y E-4, cuando se retiraron los erizos fue posible ver que, si bien *Lithophyllum incrustans* había sido eliminada, la superficie de la roca estaba inalterada. En algunos casos quedaba un círculo limpio, desprovisto de ella, que corresponden a la actividad erosiva del área peristomial. En otros, esta superficie estaba ocupada por los restos finamente triturados del alga, ya decolorada, pero en todos la roca permanecía intacta.

Solamente sobre los esquistos de las estaciones E-3 y E-5, pudo apreciarse la capacidad perforante, en forma de depresiones tipo A (superficiales), y algunas menos del grupo B (medias). Aparecen algunas vacías y otras grandes ocupadas por ejemplares pequeños, mientras que en la mayoría el diámetro de la cavidad se ajusta con la del erizo.

En este sustrato también se han observado casos en los que el orificio superior de la cavidad es menor que el diámetro del animal, por lo que este no puede salir libremente.

Por último, y para determinar hasta que punto los erizos manifiestan una preferencia por el sustrato, se estudiaron numerosos contactos litológicos. En este sentido, las características de la estación E-3 resultaron muy útiles, pues hay

cubetas cuyo fondo está formado por dos tipos de roca. Aquí se pudo comprobar cómo las poblaciones se sitúan siempre sobre esquistos; en él perforan sus cavidades, mientras que una proporción muy pequeña de individuos se asienta sobre la granodiorita, pero sólo superficialmente en bordes y grietas, sin realizar excavación alguna.

Esta tendencia se hace extensiva por toda la franja intermareal. Mientras los esquistos están siempre colonizados y perforados, las dioritas sólo están ocupadas cuando *Lithophyllum incrustans* está bien desarrollada.

DISCUSIÓN

Las poblaciones estudiadas de *Paracentrotus lividus* se desarrollan bajo condiciones topográficas y de orientación diferentes por todo el cinturón intermareal. Todas se disponen en zonas batidas, pero siempre preservadas de la acción directa del oleaje, de modo que el empuje de la ola impacta oblicuamente. El factor común en todos los tipos es la presencia del alga incrustante *Lithophyllum incrustans*, sin la cual el establecimiento de *Paracentrotus lividus* decrece rápidamente, lo que coincide con las observaciones hechas por ALLAIN (1975), en la costa francesa.

Presentan una típica distribución por contagio (MARGALEF, 1974), formando grupos numerosos, como corresponde a su carácter gregario, ampliamente estudiado en erizos regulares (DIX, 1969; UNGER & LOTT, 1994). Sin embargo, estos agrupamientos no se ubican de cualquier modo, sino que lo hacen en cubetas, grietas horizontales y, en menor medida, sobre sustratos horizontales (terrazas). Tal es esta preferencia que fuera de estas modalidades prácticamente no se encuentra ningún individuo.

Las cubetas tienen un origen muy diverso, pero en general se debe al efecto de la meteorización que actúa en las zonas más débiles, como intersecciones de diaclasas y planos de exfoliación, y a la acción directa del mar, si bien pueden ser también formas de corrosión química

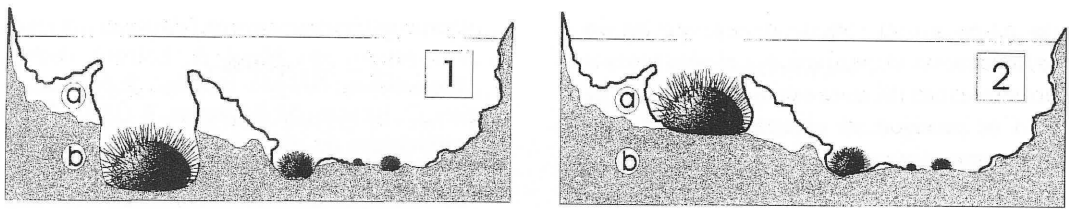


Fig. 2. Erizos "encovados". Comportamiento de *P. lividus* en substratos esquistosos (1) y en los demás substratos estudiados (2). a) Alga *Lithophyllum incrustans*. b) Roca.

(VIDAL ROMANÍ, 1990). Su profundidad depende de la altura sobre el nivel medio de marea haciéndose, por lo general, más profundas a medida que se desciende hacia la orilla. A excepción de las que se desarrollan en los esquistos, éstas tienen forma más o menos cilíndrica y los erizos se disponen en el fondo, las paredes y en el borde de la misma, siempre dependiendo de la cobertura de *Lithophyllum incrustans*. Las de esquistos son irregulares y menos profundas, pero soportan poblaciones más numerosas habida cuenta de la mayor disponibilidad de espacio y alimento.

Las grietas son las formaciones más numerosas en los esquistos, y el régimen de ocupación es siempre superior a los demás substratos; sin embargo, esta ocupación no se encuentra tan condicionada por *Lithophyllum incrustans*.

Por su parte, los asentamientos en terraza son más propios de niveles submareales, y en los horizontes estudiados son escasos.

En el nivel mesolitoral, el agua les llega tangencialmente, efectuando un movimiento de barrido que arrastra cualquier forma viva que no disponga de elementos de fijación efectivos; ésto y la actividad ramoneadora del propio erizo hacen que estas repisas estén desprovistas de macrófitos grandes, limitándose a especies de pequeña talla.

El aumento de tamaño, a medida que se desciende a través de los diferentes niveles, es una cuestión que ya había sido dilucidada en trabajos anteriores para los erizos submareales (CATOIRA & MÍGUEZ, 1988), pero no se había concretado para poblaciones intermareales. Este incremento se pone de manifiesto en todas las

estaciones (excepto la E-1). La talla de los individuos que viven en niveles altos soportando el estrés ambiental y la menor disponibilidad de alimento, es sustancialmente menor que los que se encuentran en niveles más bajos, que disponen de una constante renovación de agua y el alimento no representa un factor limitante para el crecimiento.

El grado de aplanamiento sigue la misma tendencia que la talla, y aunque los valores parecen diferentes, se encuentran dentro del rango normal de este parámetro para *Paracentrotus lividus*, que oscila entre 0,410 y 0,600 (NATAF, 1954).

Respecto a la actividad bioerosiva de esta especie, y a la vista de las observaciones realizadas en cinco substratos diferentes, ninguno de ellos de naturaleza caliza, y a falta de un mejor conocimiento sobre su comportamiento excavador sobre otros tipos de roca e incluso sobre este mismo substrato, pero en áreas submareales, se puede decir que *Paracentrotus lividus* posee una capacidad limitada para excavar en estos substratos rocosos intermareales. En los casos estudiados su actividad erosiva se limita a "abrirse paso" a través del alga calcárea *Lithophyllum incrustans* (Fig. 2), que cuando tiene un espesor importante le sirve para el esculpido de sus cavidades, y de alimento, tal y como lo describen KEMPF (1962) y NIELL & PASTOR (1973).

Este hecho quedó demostrado cuando al ser recogidos para ser medidos, se observó que, salvo en esquisto, los tabiques que separaban los alvéolos entre sí, eran exclusivamente talos del alga, que cuando eran retirados permitían observar que la base rocosa permanecía sin huella

alguna de erosión. Puede decirse que en estas circunstancias el erizo excava el alga hasta que alcanza la roca. Si no es esquivo se detiene, pero si lo es prosigue su excavación, apareciendo entonces auténticamente "encovados" (CATOIRA GÓMEZ, *et al.*, 1995) en la roca, formando un asentamiento troglodita. Estas cuevas, sin ser profundas como ya quedó indicado, son netas y abundantes. También sucede que una vez "encovado" el alga prolifera y tiende a encerrarlo; en este caso, el animal responde raspándola para evitar ser cubierto por ella. Finalmente, el incremento de tamaño de la cavidad parece ser el resultado de la actividad de varias generaciones de erizos, pues se han identificado cavidades grandes y profundas ocupadas por ejemplares muy pequeños, lo que sugiere la posibilidad de que los huecos sean ampliados por etapas, pues resulta poco probable que un sólo ejemplar sea capaz de realizar alveolos de estas dimensiones en el tiempo que dura su vida, y en estas circunstancias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAIN, J. (1975). Structure des populations de *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata, Echinoidea) soumises à la pêche sur les côtes nord de Bretagne. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **39**: 171-212.
- BÁRBARA, I., CREMADES, J. & PÉREZ-CIRERA, J.L. (1994). Zonación de la vegetación bentónica marina en la Ría de A Coruña (N.O. de España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, **5**: 3-24.
- CAILLAUD, F. (1856-57). Observations sur les Oursins perforants de Bretagne. *Rev. Mag. Zool.*, **8** (2): 158; **9**: 1.
- CATOIRA GÓMEZ, J. L. & MÍGUEZ RODRÍGUEZ, L. J. (1988). *Ourizo de mar*. Consellería de Pesca, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- CATOIRA GÓMEZ, J. L., MÍGUEZ RODRÍGUEZ, L. J. & MOSQUERA TALLÓN, J.G. (1995). Experiments of sowing juveniles of *Paracentrotus lividus* (Lamarck) in the natural environment. In: Emson, Smith & Campbell (Eds.), *Echinoderm Research 1995*: 255-258. Balkema, Rotterdam.
- CONAND, C. & HEEB, M. (1998). Bioerosion by the sea urchin *Echinometra* on La Reunión reefs (Indian Ocean) and comparison with Tiahura reefs (French Polynesia). In: Mooi & Telford (Eds.), *Echinoderms*: 609-615. Balkema, Rotterdam.
- CUENCA, C., BILBEISSI, M. & KREBEL, B. (1987). Étude préliminaire du mécanisme de perforation des échinides: la musculature de la lanterne d'Aristotle du *Paracentrotus lividus* (Lamarck). *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest France. Suppl. H.S.*: 33-34.
- CHERBONNIER, G. (1958). Echinodermes. Faune marine des Pyrénées orientales. *Vie et Milieu*, **2** (2): 1-67.
- DIX, T. G. (1969). Aggregating in the echinoid *Evechinus chloroticus*. *Pac. Sci.*, **23**: 123-124.
- GALLARDO, T. & PÉREZ CIRERA, J. L. (1982). Observaciones sobre la ecología de las cubetas litorales en las costas de Galicia. *Collectanea Botanica*, **13** (2): 817-830.
- KEMPF, M. (1962). Recherches d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lmk.) et *Arbacia lixula* (L.). *Rec. Trav. St. Mar. End.*, **25** (39): 47-116.
- KOEHLER, R. (1921). *Faune de France, 1: Echinodermes*. Paris.
- KOEHLER, R. (1927). *Les Echinodermes des mers d'Europe*. II. Paris.
- MARGALEF, R. (1974). *Ecología*. Omega, Barcelona.
- MARTINELL, J. (1981). Actividad erosiva de *Paracentrotus lividus* (Lmk.) (Echinodermata, Echinoidea) en el litoral gerundense. *Oecología aquatica*, **5**: 219-225.
- NATAFF, G. (1954). Sur la croissance de *Paracentrotus lividus* Lmk. et de *Psammechinus miliaris* Gmelin. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, **XXVI** (2): 244-251.
- NIELL, F. X. & PASTOR, R. (1973). Relaciones tróficas de *Paracentrotus lividus* (Lmk.) en la zona litoral. *Inv. Pesq.*, **37** (1): 1-7.
- NOBRE, A. (1930). *Echinodermes de Portugal*. Institut. Zool. Universidade de Porto. Porto.
- OTTER, G. M. (1932). Pock-boring echinoids. *Biol. Rev.*, **7**: 89-107.
- TORTONESE, E. (1965). *Fauna d'Italia. vol. IV: Echinodermata*. Calderini, Bologna.
- ÜNGER, B. & LOTT, C. (1994). In-situ studies on the aggregation behaviour of the sea urchin *Sphaerechinus granularis* Lam. (Echinodermata: Echinoidea). In: David, Féral & Roux (Eds.), *Echinoderms through Time*: 913-919. Balkema, Rotterdam.
- VIDAL ROMANÍ, J.R. (1990). Formas menores en rocas graníticas: un registro de una historia deformativa. *Cuaderno Lab. Xeolóxico de Laxe*, **15**: 317-328.