



## Distribución y censo actualizado de la lapa ferrugínea (*Patella ferruginea* Gmelin, 1791) en el litoral de Melilla (Mediterráneo suroccidental)

### Distribution and updated census of the ferruginous limpet (*Patella ferruginea* Gmelin, 1791) in the littoral of Melilla (SW Mediterranean)

Javier GUALLART\*, Ángel A. LUQUE\*\*, Iván ACEVEDO\* y Marta CALVO\*

Recibido el 5-XI-2012. Aceptado el 18-XI-2012

#### RESUMEN

Se evalúa la población de la lapa ferrugínea (*Patella ferruginea*), una especie en peligro de extinción, en todo el litoral de la Ciudad Autónoma de Melilla, mediante muestreos realizados entre marzo y junio de 2010. Además, se realizaron censos detallados en ocho transectos distribuidos a lo largo de su línea de costa. Los resultados permiten estimar una población total de 32.821 ejemplares adultos (de talla superior a 30 mm de diámetro máximo de la concha). La población muestra una distribución por tallas/edades bien estructurada, con un amplio rango de tallas, desde juveniles a ejemplares grandes, siendo escasos los ejemplares de talla superior a 90 mm. *Patella ferruginea* se distribuye en Melilla tanto en la costa rocosa natural como en las numerosas estructuras artificiales que constituyen más de la mitad de su litoral. Destaca su abundancia en la escollera exterior del puerto, donde se concentra el 68,1% de toda la población estimada. La densidad media de adultos para el conjunto del litoral (excluyendo las zonas de costa con hábitats inadecuados para la especie) es de 2,8 adultos/m y el valor máximo registrado en un transecto es de 66,5 adultos/m. Aparte de las zonas con sustrato inadecuado (playas), *P. ferruginea* está ausente en el 44,0% del litoral de Melilla, correspondiente al interior de las áreas portuarias y a zonas donde se han realizado recientemente obras. La comparación entre los datos de 2010 y 2006 indica que las obras costeras realizadas durante esos cuatro años habrían supuesto la desaparición de unos 1.900 ejemplares adultos de *P. ferruginea*, en zonas en las que en la actualidad apenas parece haber comenzado la recolonización de la especie sobre los nuevos sustratos instalados. A pesar de esa mortalidad, los cálculos globales actuales de la población suponen un incremento del 69,2% respecto a la estimación realizada en 2006, debido sobre todo al estudio más detallado de algunas zonas de su litoral, en particular la escollera exterior del puerto. Los resultados destacan que el litoral de Melilla es uno de los escasos lugares en los que todavía existe una importante población de esta lapa amenazada, por lo que debe considerarse un área crítica cuya correcta gestión es esencial para la supervivencia y la recuperación de la especie.

\* Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales, c/ José Gutiérrez Abascal, 2, 28006 Madrid. España; javier.guallart@uv.es, iacevedo@mncn.csic.es, mcalvo@mncn.csic.es

\*\* Laboratorio de Biología Marina, Departamento de Biología, Universidad Autónoma, C/ Darwin, 2; 28049 Madrid; España; angel.luque@uam.es

## ABSTRACT

The population of the ferruginous limpet (*Patella ferruginea*), a species in risk of extinction, is evaluated in the whole littoral of the Autonomous City of Melilla (Spain) by sampling done between March and June, 2010. Moreover, detailed censuses were performed in eight transects distributed along the coastline. Results allow to estimate a total population of 32,821 adult specimens (shell maximum diameter larger than 30 mm). The population shows a well structured size/age distribution, with a wide range of sizes from young to large individuals, but specimens larger than 90 mm are scarce. *Patella ferruginea* is distributed in Melilla both on the natural rocky shores and on the numerous artificial structures which constitute more than a half of the littoral. It should be pointed out its abundance on the external breakwater of the Melilla port, where is concentrated the 68.1% of the estimated population. The average density of adults for the whole littoral (excluding coastal zones with unsuitable habitats for the species) is 2.8 adults/m, with a maximum value of 66.5 adults/m in a transect. Excepting zones with unsuitable substrate (beaches), *P. ferruginea* is lacking in the 44.0% of the littoral of Melilla, which corresponds to the inner port areas and the littoral stretches where coastal works have been done recently. Comparison between data of 2010 and 2006 shows that coastal works done during those four years may have meant the disappearance of about 1,900 adult individuals of *P. ferruginea*, in zones where recolonization on the new installed substrates seems to have hardly begun nowadays. Despite of that mortality, the present global estimation of the population means an increase of 69.2% with regard to the 2006 estimation, mainly due to the more detailed study of some zones, specially the external breakwater of the port. The results pointed out that the littoral of Melilla is one of the few places in which there is still an important population of this endangered limpet, and therefore it should be considered a critical area whose right management is essential for the survival and recovery of the species.

## INTRODUCCIÓN

La lapa ferrugínea (*Patella ferruginea* Gmelin, 1791) es un gasterópodo marino endémico del Mediterráneo occidental considerado como uno de los invertebrados más amenazados de esta región geográfica. Es una lapa de gran tamaño, cuya concha puede superar los 100 mm de diámetro máximo y que habita una zona marina muy accesible, el piso mesolitoral superior (TEMPLADO, 2001). Es una especie hermafrodita para la que se había asumido la existencia de protandria (FRENKIEL, 1975; LABOREL-DEGUEN Y LABOREL, 1991b; GUERRA-GARCÍA, CORZO, ESPINOSA Y GARCÍA-GÓMEZ, 2004; TEMPLADO, CALVO, GARVÍA, LUQUE, MALDONADO Y MOZO, 2004; ESPINOSA, GUERRA-GARCÍA, FA Y GARCÍA-GÓMEZ, 2006). El cambio de sexo fue descrito por ESPINOSA, RIVERA-INGRAHAM Y GARCÍA-GÓMEZ (2009) y se ha observado que puede tener lugar en ambos sentidos (GUALLART, CALVO Y CABEZAS, 2010). Se supone que es una especie de crecimiento lento, para la que

se ha sugerido una longevidad superior a 30 años (ESPINOSA, GONZÁLEZ, MAESTRE, FA, GUERRA-GARCÍA Y GARCÍA-GÓMEZ, 2008). Además, se ha señalado para esta especie una fecundidad baja y una fase planctónica de corta duración que limitaría mucho su capacidad de dispersión larvaria (LABOREL-DEGUEN Y LABOREL, 1991b; GUALLART, CALVO, ACEVEDO Y PEÑA, 2010).

Su distribución geográfica está bien datada desde antiguo, debido a los numerosos restos que se conservan en concheros de diversos yacimientos neolíticos. Hasta finales del siglo XIX se distribuía por la mayor parte de la cuenca occidental del Mediterráneo; sin embargo, a lo largo del siglo XX ha sufrido una importante regresión (LABOREL-DEGUEN Y LABOREL, 1991a; PORCHEDDU Y MILELLA, 1991; TEMPLADO ET AL., 2004).

Actualmente, esta especie se considera extinta en la mayor parte de las

costas continentales europeas. Su área de distribución se halla restringida a algunas zonas de Córcega y de Cerdeña, algunos pequeños archipiélagos en las proximidades de estas dos islas y la isla de Pantellaria, en el canal de Sicilia. Se encuentra también en la costa italiana peninsular en algunas localidades aisladas del litoral toscano, y en el sur de la península Ibérica. Sin embargo, las principales poblaciones se encuentran en las costas mediterráneas del norte de África (FRENKIEL, 1975; PORCHEDDU Y MILELLA, 1991; BOUMAZA Y SEMROUD, 2001; TEMPLADO, 2001; ESPINOSA, 2009; ARROYO, MORENO, BARRAJÓN, DE LA LINDE, REMÓN, DE LA ROSA, FERNÁNDEZ-CASADO, GÓMEZ, RUIZ-GIRÁLDEZ, VIVAS Y FERNÁNDEZ, 2011; RIVERA-INGRAHAM, ESPINOSA Y GARCÍA-GÓMEZ, 2011a).

La regresión de esta especie a lo largo de toda su área de distribución se atribuye a la presión humana, sobre todo debido a la recolección para su consumo, su uso como cebo o simplemente para coleccionismo. Tanto la accesibilidad de su hábitat como su gran tamaño habrían contribuido a su declive (TEMPLADO, 2001; PARACUELLOS, NEVADO, MORENO, GIMÉNEZ Y ALESINA, 2003; MORENO Y ARROYO, 2008; ESPINOSA, MAESTRE Y GARCÍA-GÓMEZ, 2009). Las obras en el litoral, la destrucción de su hábitat natural y la contaminación marina (vertidos de aceites, petróleo y otras sustancias flotantes) se consideran también factores importantes en la regresión de la especie (RAMOS, 1998; TEMPLADO, 2001; ESPINOSA, GUERRA-GARCÍA Y GARCÍA-GÓMEZ, 2007; MORENO Y ARROYO, 2008).

El estado de regresión de *Patella ferruginea* impulsó su inclusión en diversas figuras de protección de la legislación europea (Anexo II del Convenio de Berna, Anexo II del Convenio de Barcelona, Anexo IV de la Directiva de Hábitats). Desde 1999 está incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, en su máxima categoría de protección, "en peligro de extinción". En este sentido, la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (artículo 56) establece que la inclusión de una

especie en la categoría "en peligro de extinción" conllevará, en un plazo máximo de tres años, la adopción de un plan de recuperación para asegurar su conservación, cuya elaboración y aprobación corresponde a las comunidades autónomas y ciudades con estatuto de Autonomía. El artículo 57 de la mencionada Ley establece asimismo que, para las especies amenazadas presentes en más de una comunidad autónoma, como es el caso de *Patella ferruginea*, deben aprobarse estrategias de conservación, que constituirán el marco orientativo de los planes de recuperación, e incluirán al menos un diagnóstico de la situación y de las principales amenazas para las especies, y las acciones a emprender para su recuperación. En consecuencia, en 2008 se aprobó la "Estrategia para la conservación de la lapa ferrugínea (*Patella ferruginea*) en España" (MMAMRM, 2008), que representa el primer esfuerzo dirigido a establecer actuaciones concretas para la conservación de un invertebrado marino en España. En la Estrategia se recomienda el control anual de las poblaciones reproductoras, realizando un censo exhaustivo al menos cada cuatro años. Sin embargo, hasta el momento no se ha aprobado ningún plan de recuperación en las comunidades o ciudades autónomas en las que se encuentra la especie (Andalucía, Ceuta, Melilla y Murcia).

El Real Decreto 139/2011 para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas, establece en su artículo 9 que las especies incluidas en el Listado serán objeto de un seguimiento por parte de las comunidades autónomas o ciudades con estatuto de autonomía en cuyo territorio se localicen dichas especies, con el fin de realizar una evaluación periódica de su estado de conservación. Este Real Decreto establece además, que, para las especies incluidas en el Catálogo, y a no ser que la estrategia de la especie señale una periodicidad distinta, las evaluaciones se efectuarán como máximo cada tres años para las especies «en peligro de extinción».

Un primer intento de sintetizar la información disponible sobre el estado reciente de las poblaciones de *Patella ferruginea* en las costas españolas se realizó entre 2005 y 2007 en el marco de la elaboración de la Estrategia Nacional para la Conservación de la lapa ferrugínea (MMAMRM, 2008). La evaluación detallada del estado de conservación de cada una de las poblaciones actuales de esta especie debía permitir, por una parte, conocer el estado de conservación de la especie en su conjunto, determinar su potencial reproductor en cada zona, evaluar la interconexión entre las diferentes poblaciones y analizar las posibles amenazas que puedan existir en cada una de éstas y que comprometan su viabilidad futura. Este conocimiento es fundamental a la hora de elaborar los planes de recuperación de la especie.

En esta primera síntesis (MMAMRM, 2008) se indicaba que la distribución en la costa peninsular española se restringía a Andalucía, en cuyos 1.100 km de litoral se localizarían poco más de 700 ejemplares. A estos habría que sumar los 364 ejemplares censados en 2007 en la isla de Alborán. Las principales poblaciones españolas se localizarían en los territorios del norte de África: Ceuta, con más de 30.000 ejemplares, Melilla, con unos 23.000 ejemplares y, sobre todo, las islas Chafarinas, con una población que podría superar los 60.000 ejemplares.

Estos primeros datos se han actualizado con nuevos censos y trabajos de seguimiento, sobre todo en la costa peninsular de Andalucía y en la isla de Alborán (MORENO Y ARROYO, 2008; ARROYO ET AL., 2011) y en Ceuta (RIVERA-INGRAHAM, ESPINOSA Y GARCÍA-GÓMEZ, 2011a). Recientemente ESPINOSA ET AL. (2009) ampliaron hacia el norte la distribución de la especie en España con la cita de dos ejemplares en las islas Hormigas, frente a cabo de Palos. GUALLART, ACEVEDO Y CALVO (2012) han señalado además su presencia en otro enclave español en el norte de África, el peñón de Vélez de la Gomera.

Las primeras estimaciones de la densidad y la abundancia de *Patella ferruginea* y de su distribución en el litoral de

la Ciudad Autónoma de Melilla fueron realizadas por GONZÁLEZ-GARCÍA, BUENO DEL CAMPO, GARCÍA PIÑA Y BAZAÏRI (2006) y GUALLART, TEMPLADO, CALVO, CABEZAS, ACEVEDO, MACHORDOM Y LUQUE (2006), de manera independiente y casi simultánea. La estimación de la población total de Melilla proporcionó unos resultados similares: entre 18.000 y 20.000 ejemplares en total según GONZÁLEZ-GARCÍA ET AL. (2006) y unos 19.400 ejemplares adultos según GUALLART ET AL. (2006). En ambos trabajos se destacaban las dificultades para hacer un cálculo preciso de la población en el lugar que presentaba mayor abundancia, la parte exterior de la escollera del puerto de Melilla, que presenta un trazado del litoral complejo formado por bloques dispuestos de manera muy irregular.

El presente trabajo se enmarca dentro de las líneas de actuación señaladas anteriormente y tiene como objetivo realizar un censo actualizado de la población de *Patella ferruginea* en el litoral de Melilla y una revisión de su distribución y abundancia, mediante un estudio más detallado que los realizados anteriormente. En particular, se plantea aplicar una metodología más adecuada para estimar la población de la escollera exterior del puerto.

Durante los últimos años se han realizado diversas obras de importancia en el litoral de la Ciudad Autónoma, algunas de las cuales han cambiado significativamente el perfil de la línea de costa, y que se detallan al hablar del área de estudio. Este trabajo tiene, además, el objetivo adicional de evaluar el impacto de dichas obras en la población de *Patella ferruginea*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Ciudad Autónoma de Melilla se halla en la costa norteafricana, en el SE del mar de Alborán. Ocupa una superficie aproximada de 12,5 km<sup>2</sup>, y tiene un litoral, en línea recta, de unos 5,5 km (Figura 1).

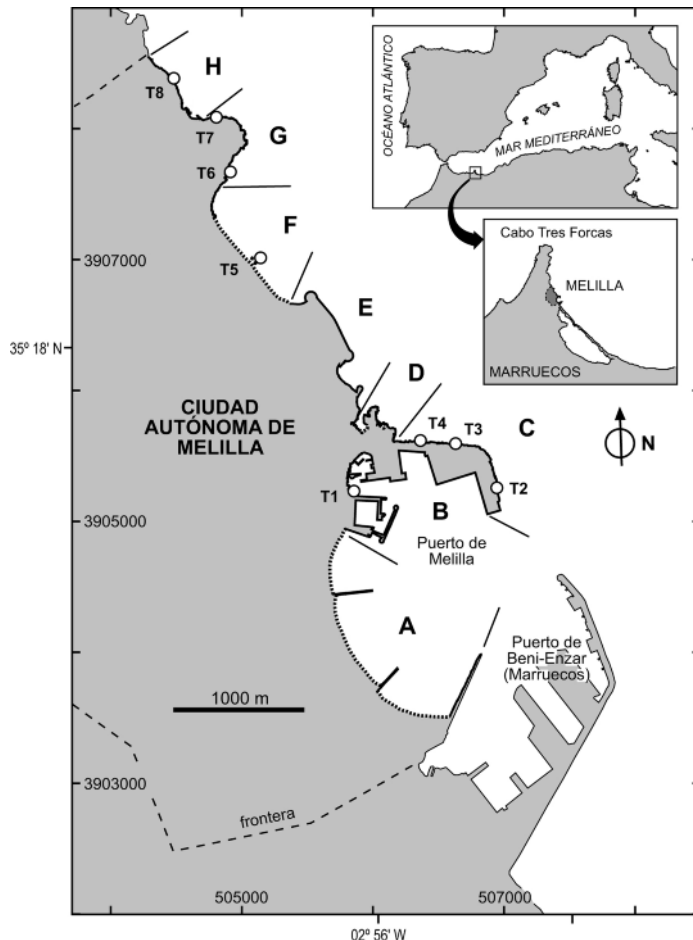


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio, la Ciudad Autónoma de Melilla. La línea de costa se basa en el trazado representado en el PGMOCAM (2009). Se indican los 8 sectores (A-H) en que se dividió la línea de costa con fines descriptivos y los 8 transectos (T1-T8) en los que se realizaron censos de ejemplares (ver texto). Se destacan con línea discontinua de puntos las playas de arena (nótese que, debido a la escala, no quedan bien representadas las pequeñas playas de arena localizadas en el sector D, bajo las cuevas del Conventico y en la ensenada de los Galápagos). Coordenadas UTM (huso 30) y geográficas en datum WGS84.

*Figure 1. Location of the studied area, the Autonomic City of Melilla. The coastline is based on the map from PGMOCAM (2009). The sectors (A-H) in which the coast was divided with descriptive aims and the transects (T1-T8) in which census of specimens were performed are indicated (see text). Sand beaches are pointed out with discontinuous point lines (it should be noted that due to scale, small beaches are not well distinguished). UTM (zone 30) and geographic (datum WGS84) coordinates.*

El litoral de Melilla, incluyendo tanto las prominencias rocosas y calas naturales como las diferentes estructuras artificiales construidas, tiene una

longitud total de 16.298 m, según los cálculos realizados a partir de la cartografía a escala 1:10.000 del Plan General Municipal de Ordenación de la Ciudad

Tabla I. Caracterización de la línea de costa en la Ciudad Autónoma de Melilla en el momento de la realización de los muestreos (marzo-junio 2010). Se indica la longitud de costa (y el porcentaje respecto al total) correspondiente a playas (sustrato inadecuado para *P. ferruginea*) y sustratos duros (costa rocosa), tanto de origen natural como artificial. Se considera como costa alterada recientemente aquella en la que se han realizado obras que han supuesto la desaparición de los ejemplares previamente censados. Se distinguen en este caso las obras que tuvieron lugar durante los 2 años y entre los 2 y 4 años previos a los muestreos (ver texto).

*Table I. Coastline features of the Autonomic City of Melilla at the time of sampling (march-june 2010). It is indicated the coast length (and percentage regarding total length) of beaches (unsuitable substrate for *Patella ferruginea*) and hard bottoms (rocky coast), both of natural and artificial origin. It is considered as recently altered coast that in which recent coastal works led to mortality of specimens previously censused, distinguishing between coastal works done two years and 2-4 years before samplings (see text).*

Tipología actual de la línea de costa	Longitud		Costa alterada recientemente			
			< 2 años		2-4 años	
	m	% del total	m	% tipología	m	% tipología
Playas	3.307	20,3	282	8,5	-	-
Sustrato duro artificial	9.496	58,3	1.177	12,4	-	-
Sustrato duro natural	3.495	21,4	23	0,7	175	5,0
Total	16.298	100	1.482	9,1	175	1,1

Autónoma de Melilla en 2009 (PGMOCAM, 2009). De ellos (Tabla I), un 20,3% corresponde a sustratos blandos, un tipo de hábitat inadecuado para *P. ferruginea*. El resto del litoral (79,7%), formado por sustratos duros, está constituido en su mayor parte por construcciones artificiales, incluyendo las estructuras portuarias, tanto las escolleras de abrigo como las paredes interiores, pantalanés, etc. Además de estas estructuras, hay que sumar diversas escolleras dispuestas perpendicularmente a la costa y otras obras recientes con las que se ha ganado terreno al mar. Las estructuras de sustrato duro de origen artificial suponen más de la mitad (58,3%) del total del litoral de la ciudad, mientras que la costa rocosa natural representa el restante 21,4%.

En este trabajo se ha considerado como litoral "natural" aquellas zonas en las que pueden haberse producido importantes actuaciones humanas, que sin duda han afectado a la comunidades litorales preexistentes, pero que han cambiado muy poco la línea de costa. Así, se han considerado "naturales" algunas zonas de acumulación de

bloques artificiales en el sector H que, transcurrido un tiempo, han adquirido características bióticas similares a los bloques de erosión del acantilado próximo.

Con fines descriptivos, se ha dividido el litoral de la Ciudad Autónoma en 8 sectores (Figura 1), cuya longitud se ha calculado a partir de la cartografía del PGMOCAM (2009).

El sector A ("Paseo marítimo") comprende una zona dominada por playas, de casi 2 km de longitud, que están divididas en tres tramos por espigones artificiales de rocas cuya función principal es regular la distribución de la arena. El espigón más meridional representa, además, la división con el puerto de Beni-Enzar, es decir, la frontera con Marruecos. Este sector está enclavado en una zona portuaria, semiencerrada por las escolleras exteriores de ambos puertos (Melilla y Beni-Enzar), por lo que los niveles de eutrofización del agua suelen ser moderados o incluso altos (obs. pers.). A pesar de ello, estas playas constituyen la principal zona de baño de la ciudad. Los espigones citados son zonas muy frecuentadas por pescadores deportivos, que

podrían actuar sobre los ejemplares de *P. ferruginea*.

El sector B ("Puerto interior") comprende todas las estructuras del interior del puerto de Melilla, tanto del puerto comercial como de los dos puertos deportivos. El 100% de la línea de costa está formado por estructuras artificiales con una cierta diversidad de tipologías: paredes verticales de hormigón (zona de atraque del puerto comercial, algunas zonas de los puertos deportivos), paredes verticales construidas con roca de canteras locales (paredes del antiguo descargadero de mineral), espigones formados por el acúmulo de bloques principalmente calcáreos o de granito (algunas zonas del interior de los puertos deportivos) o escolleras formadas por tetrapodos de hormigón de superficie lisa (escollera exterior del puerto deportivo Puerto Noray).

El sector C ("Puerto exterior") es la zona más compleja en cuanto al estudio de *P. ferruginea* en el litoral de Melilla. Está formado en su mayor parte por la superposición de bloques de hormigón ortoédricos de varios metros de arista, dispuestos de manera irregular (Figura 2A, B) que constituyen la escollera exterior del dique del puerto comercial. La mayor parte del recorrido de la escollera corresponde a bloques instalados en la primera prolongación del dique exterior del puerto realizada en la década de 1920, con aportes adicionales de bloques para las reparaciones del dique en décadas posteriores (SERRANO DARDE, 2009). Tanto por las características de construcción como por el tiempo transcurrido desde su instalación pueden catalogarse como bloques erosionados de hormigón, en cuya superficie destaca la presencia de bloques medianos, clastos y cantos rodados, procedentes de canteras locales (Figura 2B). Por otra parte, en los últimos años del siglo XX la escollera del puerto se prolongó hacia el SE unos 175 m, utilizándose en parte bloques de hormigón constituidos por áridos de grano fino, que presentaban durante los muestreos una superficie mucho más lisa. A lo largo de este trabajo se cita a los primeros como

bloques de "hormigón erosionado de superficie irregular (HESI)" y a los segundos como bloques de "hormigón reciente de superficie lisa (HRSL)". En esa ampliación, finalizada en 2000, el extremo final (unos 65 m) y la bocana se construyeron como un muro vertical de hormigón, y se consolidó además parte de la escollera, aportando en algunas zonas nuevos bloques HRSL, sobre todo en el extremo NE, donde su trazado cambia de dirección (Figura 2A, B) (JIMÉNEZ ABELLÁN, 2009).

El sector D ("Melilla la vieja") corresponde al promontorio de la ciudad antigua, y es uno de los escasos sectores en los que se conserva inalterado el perfil de la costa rocosa natural de la zona. Está constituida principalmente por acantilados medios y altos tipo "plunging"; asimismo, se encuentran dos pequeñas playas encajadas en el acantilado, la de las cuevas del Conventico y la de la ensenada de los Galápagos.

El sector E ("El Morrillo") es la zona donde mayores transformaciones se han realizado durante los dos años previos a este estudio. Actualmente, sólo incluye una pequeña zona de litoral natural, correspondiente a la parte NW de la ensenada de los Galápagos, constituida por acantilados bajos casi verticales. A partir de ahí se localizan las zonas de actuaciones más recientes, que incluyen un pequeña escollera de rocas, una corta playa artificial y la obra más importante, realizada entre 2007 y 2008 en la punta de El Morrillo, para estabilizar una escombrera-vertedero preexistente. En esa obra se construyó una escollera paralela a la línea de costa, formada por bloques subcúbicos de hormigón de árido fino (semejante a los HRSL) a lo largo de algo más de 1 km, y se rellenó con nuevo material, ganando una superficie aproximada de 11,5 ha de terreno al mar (Figura 2C). Esta construcción supuso la alteración de aproximadamente 800 m de costa natural formada hasta aquel momento por acantilados y pequeñas playas encajadas.

El sector F ("Horcas Coloradas") comprende al litoral situado en la base

del acantilado de Horcas Coloradas, que presenta la playa natural de mayor longitud de Melilla, unos 890 m. Este sector incluye asimismo en su extremo norte una pequeña prominencia rocosa y una zona ocupada por bloques consolidados de tamaño mediano y grande. A unos 50 m frente a la playa, destacan dos pequeños islotes de unos 7 m de diámetro cada uno, en los cuales se realizó un censo completo de ejemplares.

El sector G (“Rostrogordo”) comprende una zona de acantilados bajos, en su mayor parte verticales y con un “trottoir” litoral de algas calcáreas bien desarrollado, aunque también hay algunos lugares con plataformas rocosas subhorizontales. Su mitad sur es una zona muy frecuentada en verano por pescadores deportivos y bañistas. En esta zona se localiza el vertido de agua hipersalina de la planta desalinizadora de la ciudad, que empezó a funcionar en

2007. Este vertido cae en forma de cascada de unos 10 m de altura, cubriendo la pared del acantilado en unos 22 m de su recorrido (Figura 2D).

Por último, el litoral del sector H (“LIC Acantilados Aguadú”) corresponde a una zona protegida, declarada en julio de 2006 como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC ES6320001 Marítimo Terrestre de los Acantilados de Aguadú). Está constituido mayoritariamente por una zona de acumulación de bloques medios y grandes. Buena parte de ellos proceden de la erosión natural del acantilado colindante y están en su mayoría consolidados. Una parte de estos bloques, sin embargo, corresponden al aporte de materiales rocosos realizado entre 2005 y 2006 para la construcción de una pista que permitiese el acceso de vehículos para el control de la frontera. Además de otros aportes, en esta obra se colocaron en un determi-

(Página derecha) Figura 2. Fotografías del litoral de Melilla. A: vista aérea de la escollera exterior del puerto, mostrando la disposición irregular de los bloques; en el extremo superior derecho se observan los acantilados de la ciudad antigua (Melilla la Vieja) y en el superior izquierdo las áreas del interior del puerto. Se ha destacado el punto de muestreo E16 (ver Figura 5), en el que a los bloques HESI se superpusieron bloques HRSL (sector C). B: detalle de la disposición irregular de los bloques de la escollera exterior del puerto, mostrando los múltiples planos del piso mesolitoral donde se localizan los ejemplares de *P. ferruginea*; en primer plano se observan algunos bloques HESI y al fondo otros HRSL (sector C). C: aspecto reciente de la zona de “El Morrillo” (sector E), donde las obras realizadas han cambiado completamente el perfil de la línea de costa y han supuesto la desaparición de los ejemplares de *P. ferruginea* previamente censados. Las flechas indican aproximadamente la posición de los acantilados naturales; las construcciones situadas a la derecha fueron realizadas en los dos años previos al muestreo (2007-2008), ganando terreno al mar. D: vertido en forma de cascada sobre el acantilado de agua hipersalina procedente de la planta desalinizadora de agua de mar (sector G). E: zona de aporte de bloques de piedra sobre el litoral (entre las dos flechas) para la construcción de la carretera de acceso a la frontera (sector H).

(Right page) Figure 2. Photographs of the Melilla littoral. A: aerial view of the external breakwater of the port, showing the irregular arrangement of the blocks. The cliffs of the ancient town (Melilla la Vieja) are shown at the upper right and the port inner areas at the upper left. The sampling point E16 (see figure 5) in which HESI blocks were placed on top of HRSL blocks is indicated (C sector). B: detail of the irregular arrangement of the blocks of the external breakwater, showing the multiple faces of the mesolittoral zone where the specimens of *Patella ferruginea* were located. There are some HESI blocks in the foreground and other HRSL blocks in the background (C sector). C: recent appearance of the “El Morrillo” zone (E sector), where coastal works changed completely the coastline and caused the disappearance of recorded specimens in previous census of *P. ferruginea*. Arrows indicate the location of the natural cliffs; constructions at the right were done two years before sampling (2007-2008), gaining ground to the sea. D: waterfall-like spillage of hypersaline water over the cliff from the marine water desalination plant (G sector). E: between arrows, zone where rocky blocks were placed over the littoral for the construction of the road to frontier (H sector).

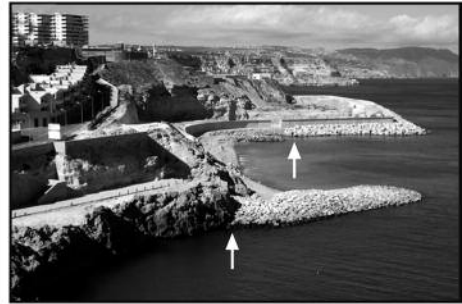




A



B



C



D



E

nado tramo de costa nuevos bloques de roca de tamaño mediano (1-2 m) para crear un talud artificial que estabilizara la pendiente. Esta acción supuso recubrir parte del litoral rocoso natural preexistente (Figura 2E). En el extremo norte de este sector, y coincidiendo con el trazado de la frontera, se construyó un pequeño dique de paredes verticales de hormigón. Aparte de tratarse de un LIC, el acceso a esta zona quedó restringido completamente durante la construcción de la planta desalinizadora en 2006, y así ha permanecido hasta la fecha. Es, además, una zona vigilada permanentemente y de manera intensiva por la Guardia Civil. Por este motivo, a partir del cierre del acceso al litoral de todo este sector cabe presumir un impacto humano nulo sobre *P. ferruginea* por recolección.

#### Metodología

El muestreo se llevó a cabo entre marzo y junio de 2010, siempre en condiciones de mar en calma y marea baja. Se muestreó la totalidad del litoral de Melilla, a pie o, en las zonas menos accesibles (acantilados, algunos tramos de las escolleras de bloques de hormigón), desde una embarcación neumática. Para estudiar la distribución de la especie, el litoral se dividió en tramos (un total de 148, ver Tabla III), siguiendo el criterio de que cada tramo tuviese características uniformes, tanto en cuanto a la tipología del sustrato (inclinación, rugosidad, grado de exposición al hidrodinamismo, etc.), como en cuanto a la homogeneidad de la densidad de ejemplares de *P. ferruginea*. Los límites entre cada tramo se georreferenciaron mediante GPS o a partir de elementos topográficos reconocibles en la cartografía disponible (PGMOCAM, 2009).

Para cada uno de estos tramos se realizaron estimaciones de la densidad de la especie. La densidad de ejemplares de *P. ferruginea* se ha definido en este trabajo como el número promedio de ejemplares por metro lineal de costa. Posteriormente, se realizó un cálculo de la longitud de cada uno de los tramos de costa a partir de la cartografía dispo-

nible (PGMOCAM, 2009), utilizando el software AutoCAD2007®. De este modo, el número de ejemplares adultos presentes en cada tramo de costa se ha calculado como el producto de la densidad y su longitud en metros.

Se ha considerado como parámetro representativo de la talla el diámetro máximo (DM) de la concha, es decir, la longitud máxima de la concha a lo largo de su eje longitudinal, incluyendo las prominencias en su perfil debido a la prolongación de las costillas radiales que habitualmente recorren su superficie.

Las estimaciones de densidad para el estudio general de la distribución de la especie en el litoral de Melilla y para el cálculo de la población se centraron únicamente en los ejemplares de talla superior a 30 mm, por varios motivos. Por una parte, la localización de ejemplares de talla inferior a 30 mm requiere un esfuerzo de muestreo considerable, difícil de llevar a cabo de manera uniforme a lo largo de áreas extensas de litoral. Por otra parte, ese límite corresponde aproximadamente a la talla en la que esta especie alcanza la madurez sexual, que se sitúa entre 18 y 24 mm en las costas de Argelia (FRENKIEL, 1975) y en 28 mm (talla de 50% de madurez sexual) en las islas Chafarinas (GUALLART Y ACEVEDO, 2006). Por último, como se comenta en el apartado de discusión, la abundancia de ejemplares de talla inferior a 30 mm, que corresponde a juveniles de edad inferior a dos años (GUALLART Y ACEVEDO, 2006), puede sufrir variaciones periódicas muy marcadas a corto plazo, debido tanto al éxito del reclutamiento en cada ciclo reproductor anual, como a la elevada mortalidad que tiene lugar durante el primer año de vida (GUALLART ET AL., 2012). De este modo, la evaluación de la población basada únicamente en los ejemplares mayores de 30 mm se centra en un rango de tallas fácilmente muestreable, que tiene una menor variabilidad temporal en su abundancia a corto plazo, y que, en definitiva, constituye el contingente reproductor de la especie.

En el texto, las referencias a "ejemplares adultos" y "ejemplares juveniles"

Tabla II. Datos de los transectos estudiados: fecha de los censos, localización (coordenadas UTM, zona 30, datum WGS84), longitud y descripción general del tipo de costa.

*Table II. Data of the studied transects: census data, location (UTM coordinates, zone 30, datum WGS84), length (meters) and general description of the coastline.*

Transecto	Fecha	Coordenadas UTM		Longitud (m)	Descripción
		x	y		
T1. Puerto Térmica	18/03/10	505840	3905218	42,0	Escollera de rocas
T2. Dique Puerto I	19/03/10	506975	3905233	6,0	Escollera de bloques de hormigón
T3. Dique Puerto II	20/03/10	506527	3905591	5,60	Escollera de bloques de hormigón
T4. Dique Puerto III	20/03/10	506278	3905601	8,50	Escollera de bloques de hormigón
T5. Horcas Coloradas	01/06/10	505090	3906990	38,3	Islotes, aislados de la línea de costa
T6. Rostrogordo	19/03/10	504878	3907674	10,30	Acantilado bajo, plataforma subhorizontal
T7. Desalinizadora	31/05/10	504745	3908082	9,60	Acantilado bajo, plataforma subhorizontal
T8. LIC Aguadú	31/05/10	504489	3908378	4,30	Plataforma subhorizontal

corresponden a ejemplares de talla mayor y menor de 30 mm, respectivamente. En ningún caso debe entenderse que se haya establecido si los diferentes ejemplares censados habían alcanzado o no la madurez sexual. La densidad de ejemplares por metro lineal de costa se refiere únicamente a ejemplares adultos (ad/m), si bien en algunos casos se hace referencia específicamente a la densidad total de ejemplares, incluidos los juveniles (ej/m).

Se emplearon tres procedimientos para determinar la densidad de ejemplares en cada uno de los tramos, en función de la accesibilidad de la costa y de la abundancia de ejemplares. En las zonas más accesibles se contaron en cada tramo los ejemplares presentes en segmentos de 1 m de longitud lineal de costa, distribuidos aleatoriamente en el interior de cada tramo; la densidad estimada se consideró como el promedio de los distintos valores obtenidos por este procedimiento. En las zonas accesibles, pero con una baja densidad de ejemplares, se contaron todos los ejemplares observados, calculando la densidad como el cociente entre el número de ejemplares y la longitud del tramo de costa. En las zonas menos accesibles, en las que las observaciones se tuvieron que realizar desde la embarcación, se realizaron directamente estimaciones visuales de densidad.

Los recuentos de ejemplares situados en algunas pequeñas rocas separadas de la línea de costa únicamente unos pocos metros, sobre todo en el sector H, se consideraron como correspondientes a la costa cercana, por lo que se sumaron a los resultados obtenidos en la costa para calcular la densidad. En las rocas de mayor tamaño, particularmente en las dos situadas frente a la playa de Horcas Coloradas, el cálculo de la densidad de ejemplares se asignó a la longitud de su perímetro.

Para estimar de la forma más precisa posible la población del dique exterior del puerto de Melilla, se empleó un método diferente. La escollera está constituida principalmente por grandes bloques dispuestos de manera irregular (Figura 2A, B), lo que implica que, en cada lugar, el piso mesolitoral tiene varios planos, correspondientes a las distintas caras de los bloques. Se realizaron censos en 25 puntos de muestreo de la escollera regularmente distribuidos (Figura 5), separados por una distancia aproximada de 50 m. En cada punto se censaron los ejemplares presentes en un segmento del litoral, cuya longitud se calculó siguiendo una línea paralela al trazado general de la escollera. La longitud de cada punto de muestreo varió entre 6,0 y 12,8 m, con un promedio de  $10,3 \pm 1,6$  m. La longitud total censada a lo largo del dique sumando los 25

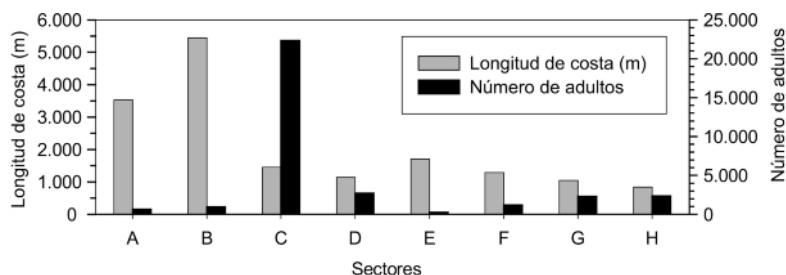


Figura 3. Número estimado de adultos de *Patella ferruginea* (negro) en relación a la longitud de costa en metros (gris) para cada sector.

Figure 3. Estimated number of adult specimens of *Patella ferruginea* (black) related to coast length in meters (gray) for each sector.

puntos de muestreo fue de 256,8 m (aproximadamente el 23% de la longitud total del dique).

Con el fin de estudiar la distribución de tallas, se han definido transectos en 8 puntos del litoral (Figura 1; Tabla II) en los que se censaron y midieron todos los ejemplares hallados, incluidos los juveniles (DM < 30 mm), agrupándolos en intervalos de tallas de 5 mm. Tres de los transectos (T2, T3 y T4) coinciden con tres de los puntos de muestreo establecidos en el dique exterior del puerto. El transecto T5 corresponde a todo el litoral de los dos pequeños islotes situados frente a la playa de las Horcas Coloradas. Los transectos han sido definidos de manera permanente, para que puedan ser utilizados en futuros seguimientos.

Las zonas del litoral en las que se han realizado actuaciones recientes que puedan haber afectado a *P. ferruginea* se han caracterizado en dos grupos: zonas con actuaciones finalizadas después de 2008, es decir, hasta dos años antes de los muestreos, y zonas con actuaciones finalizadas entre 2006 y 2008, es decir, entre 2 y 4 años antes de los muestreos (Tabla I). El intervalo de dos años corresponde aproximadamente al tiempo que los ejemplares de *P. ferruginea* tardan en alcanzar la talla adulta (30 mm de DM) (GUALLART Y ACEVEDO, 2006), por lo que en las zonas con actuaciones recientes (< 2 años) sería improbable hallar ejemplares adultos durante los muestreos. El intervalo de cuatro años, en cambio, corres-

ponde aproximadamente al transcurrido desde los muestreos anteriores (GONZÁLEZ-GARCÍA ET AL., 2006; GUALLART ET AL., 2006); en estas zonas podría haberse producido un nuevo asentamiento de ejemplares que, debido al tiempo transcurrido, podrían alcanzar la talla adulta.

## RESULTADOS

### Distribución por sectores

*Patella ferruginea* se distribuye de manera heterogénea en los diferentes sectores estudiados (Figura 3). En la Tabla III se resumen los resultados del número de adultos y de su densidad en cada sector. De acuerdo con éstos, la población estimada en Melilla en la primavera de 2010 sería de 32.821 ejemplares adultos. Más de dos tercios de la población (68,1%, 21.952 adultos), se hallaría en el sector C, la escollera exterior del puerto (Tabla III).

En conjunto, se localizaron ejemplares adultos de lapa ferrugínea en el 56,0% del litoral de Melilla formado por sustratos duros.

En la Figura 4 se indica para cada sector el rango de densidad (ad/m) en relación con los porcentajes de litoral rocoso, de litoral inadecuado para la especie (playas) y de zonas de costa rocosa alterada durante los últimos cuatro años por obras en la costa (en las que sería previsible la ausencia o escasez de ejemplares adultos de esta especie).

Tabla III. Características de la costa y número de adultos (ejemplares >30 mm) estimado de *Patella ferruginea* en los diferentes sectores. Se indica para cada sector la longitud total del litoral (en metros), el número de tramos en que se ha dividido para su estudio, los porcentajes de litoral formado por playas, por costa rocosa recientemente alterada por obras (<4 años) y por sustrato duro artificial, el número total de ejemplares estimados, la densidad máxima y la densidad media en las zonas consideradas adecuadas para la especie (el total del litoral, excepto las playas y las zonas alteradas en los últimos cuatro años) y la densidad media de adultos en sustratos naturales y artificiales. <sup>(1)</sup> Los datos de uno de los tramos se refieren a los censos realizados en 25 puntos de muestreo (ver metodología). <sup>(2)</sup> Escollera que rodea el terreno ganado al mar. <sup>(3)</sup> Zona de vertido de la desalinizadora. <sup>(4)</sup> Talud artificial de rocas para la estabilización de la pista y dique de nueva construcción junto a la frontera.

Table III. Coastal features and estimated number of adults (specimens >30 mm) of *Patella ferruginea* in the different sectors. For each sector, the total littoral length (in meters), number of sampled stretches, percentages of sandy littoral (beaches), rocky shores recently altered by coastal works (<4 years) and artificial hard substrates, the total number of estimated adults, the maximum density and the average density in the zones considered as suitable for the species (the full littoral, except for beaches and zones altered within the last four years) and the average density of adults on natural and artificial substrates are given. <sup>(1)</sup> Data for one stretch came from a census performed in 25 sampling points (see methodology). <sup>(2)</sup> Breakwater surrounding ground gained to sea. <sup>(3)</sup> Zone of spillage of hypersaline water from the desalination plant. <sup>(4)</sup> Artificial rocky slope constructed as coastal defense for the road to frontier and dike close to frontier.

Sector	Costa					Ejemplares DM >30 mm				
	Longitud (m)	Nº tramos	% playas	% litoral alterado <4 años	% litoral artificial	Nº total	Densidad máxima	Densidad media adec.	Densidad media natural	Densidad media artificial
A. Paseo Marítimo	3.535	10	56,0	0,0	100,0	638	2,0	0,41	-	0,41
B. Puerto. Interior	5.445	26	0,0	0,0	100,0	969	2,5	0,18	-	0,18
C. Puerto, escollera exterior	1.301	4 <sup>(1)</sup>	0,0	0,0	100,0	22.361	66,5	17,63	-	17,63
D. Melilla La Vieja	1.143	36	13,5	0,0	0,0	2.722	25,0	2,75	2,75	-
E. El Morrillo	1.704	15	16,5	82,7 <sup>(2)</sup>	82,7	261	4,0	1,06	1,06	0,00
F. Horcas Coloradas	1.288	7	69,2	0,0	0,0	1.186	5,5	2,99	2,99	-
G. Rostrogordo	1.044	28	0,0	2,2 <sup>(3)</sup>	0,0	2.314	9,0	2,27	2,27	-
H. LIC Acanalados Aguadú	839	22	0,0	20,9 <sup>(4)</sup>	0,8	2.370	18,0	3,57	2,88	0,17
Total	16.298	148	20,3	10,6	73,1	32.821	66,5	2,82	2,53	2,86

En el sector A, *Patella ferruginea* apareció en la práctica totalidad de la longitud de los espigones que separan los distintos tramos de playa, pero con densidades bajas (<1 ad/m en la mayoría de los tramos, hasta algo más de 2 ad/m en la parte central del dique sur).

En el sector B, la especie no apareció en la mayor parte del litoral (71,9%), especialmente en las zonas más confinadas de ambos puertos deportivos y en las paredes verticales de hormigón que constituyen los muelles de atraque del

puerto comercial. Se encontró en densidades bajas (< 1 ad/m) en algunas zonas, como los muros verticales del antiguo descargadero de mineral y en una zona de escollera de piedras localizada junto al edificio del Quinto Centenario (T1), en torno a un punto de vertido del agua de refrigeración de la central térmica de la ciudad. A lo largo de la mayor parte de la escollera de tetrápodos de hormigón del Puerto Noray, construido en la década de 1990, se observó la presencia de *Patella ferrugi-*

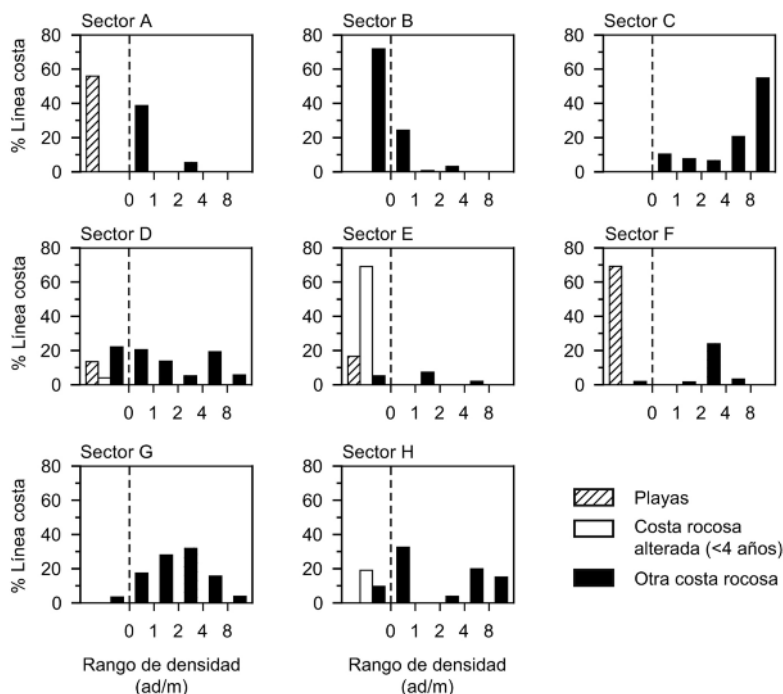


Figura 4. Rangos de densidad (adultos/m) de *Patella ferruginea* en cada sector, indicando los porcentajes de litoral formado por playas (inadecuado para la especie), por costa rocosa alterada en los últimos cuatro años (en la que es previsible la ausencia o escasez de adultos) y por otros tipos de costa rocosa. *Figure 4. Density ranges (adults/m) of *Patella ferruginea* in each sector. The percentages of sandy littoral (beaches, unsuitable for the species), rocky shore altered within the last four years (in which absence or scarcity of adults is expected) and other types of rocky shore are indicated.*

nea, alcanzando densidades de 2,5 ad/m en algunos puntos (Figura 6).

El sector C fue la zona en la que se observó una mayor densidad. En la Figura 5 se muestra la localización de los censos realizados en la escollera exterior del puerto y la densidad de adultos obtenida en cada uno de ellos, que fue alta, pero heterogénea. En 16 de los 25 censos, la densidad superó los 10 ad/m, y en 20 de ellos, los 5 ad/m. La densidad promedio fue de  $19,84 \pm 16,80$  ad/m. Las máximas densidades se hallaron en la zona central de la escollera (puntos E07 a E15), con una densidad promedio de  $32,00 \pm 17,6$  ad/m y una densidad máxima absoluta de 66,46 ad/m (E12). Parte de esta heterogeneidad puede relacionarse con las características de los bloques que constituyen la escollera (Figura 5a). En la zona formada por

bloques HESI, se obtuvieron los valores máximos de densidad, con un promedio de  $23,81 \pm 17,04$  ad/m ( $n = 19$ ), mientras que en los bloques HRSL el promedio fue de  $7,26 \pm 7,70$  ad/m ( $n = 6$ ). Estas diferencias son estadísticamente significativas (ANOVA,  $F_{1,23} = 5,92$ ,  $p = 0,032$ ).

En el sector D, *P. ferruginea* estaba bien representada, pero con densidades heterogéneas (Figura 6). No se hallaron ejemplares en varios tramos que comprenden el 22,1% del litoral y que corresponden a algunas rocas junto a la playa de las Cuevas del Conventico, en zonas relativamente abrigadas y cercanas a los fondos arenosos, así como a las paredes verticales más protegidas de la ensenada de los Galápagos. Sin embargo, se encontraron densidades de hasta 25 ad/m en algunas plataformas rocosas

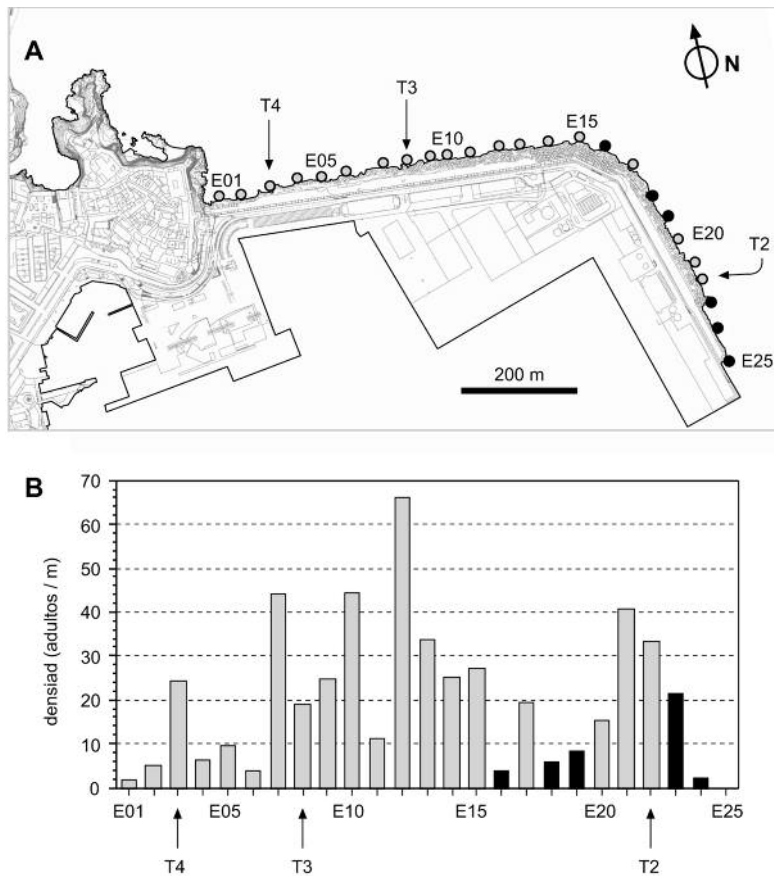


Figura 5. A, localización de los puntos (E01 a E25) donde se realizaron los censos en la escollera del puerto de Melilla (sector C). En negro, puntos con bloques de hormigón reciente de superficie lisa (HRSL), y en gris puntos con bloques erosionados de superficie irregular (HESI). B, Densidad de adultos (>30 mm DM). Las flechas en A y B indican la coincidencia entre los puntos de censo de ejemplares adultos (E03, E08, y E22) y los transectos en que se realizó un censo exhaustivo tanto de adultos como de ejemplares juveniles (T4, T3 y T2, respectivamente).

*Figure 5. A, location of the census points (E01 to E25) in the external breakwater of the Melilla port (sector C). In black, points with recent concrete blocks with smooth surface (HRSL); in grey, points with eroded concrete blocks of irregular surface (HESI). B, density of adults (>30 mm of maximum diameter). Arrows in A and B indicate the coincidence among points of census of only adult specimens (E03, E08, y E22) and transects in which an exhaustive census of adults and juvenile specimens were performed (T4, T3 y T2, respectively).*

cercanas a la playa de las Cuevas del Conventico.

En el sector E apareció únicamente en la zona de acantilados naturales cercana a la ensenada de los Galápagos (Figura 6), en general con densidades bajas, aunque en algún tramo llegó a

alcanzar los 4 ad/m. No se encontró ningún ejemplar adulto en toda la zona de escollera nueva, que constituye la mayor parte del sector. Aunque se realizaron muestreos en los primeros tramos de escollera que comenzaron a construirse (en su extremo N) a principios de

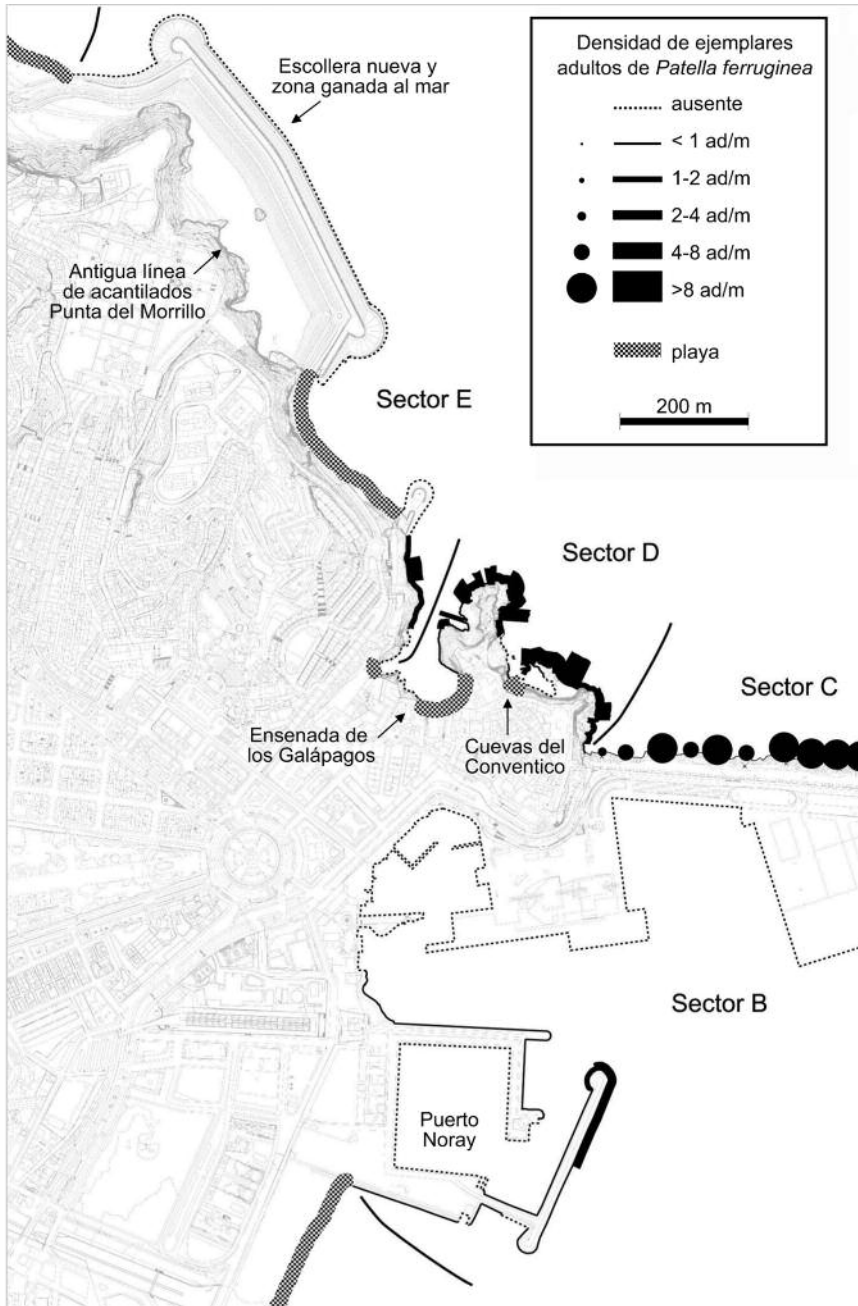


Figura 6. Densidades de adultos de *Patella ferruginea* en los sectores B, D y E. Los datos del sector C (dique exterior del puerto) se han representado como círculos de diámetro proporcional a la densidad de la especie en los puntos de muestreo seleccionados (ver Figura 5).

Figure 6. Densities of adults of *Patella ferruginea* in sectors B, D and E. Data for sector C (the external breakwater of the port) are represented by black circles of a diameter proportional to the density in the selected sampling points (see Figure 5).



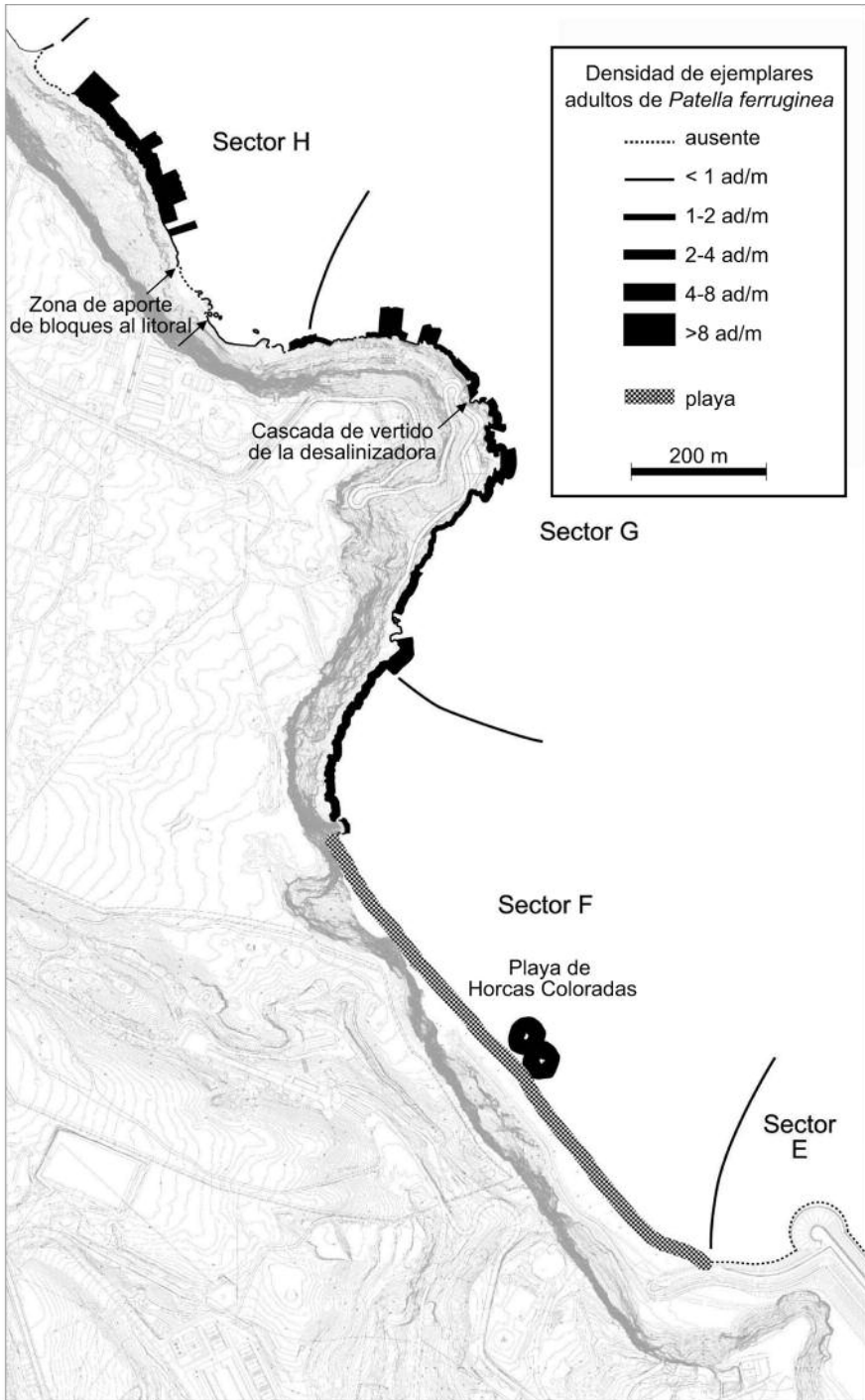


Figura 7. Densidades de adultos de *Patella ferruginea* en los sectores F, G y H.  
Figure 7. Densities of adults of *Patella ferruginea* in sectors F, G and H.

2007, y cuyas rocas ya llevarían por lo tanto unos 3 años instaladas, no se detectaron ni siquiera juveniles.

En el sector F, *P. ferruginea* estaba asimismo bien representada en la mayor parte del litoral rocoso al norte de la playa de Horcas Coloradas. Salvo una pequeña prominencia rocosa situada en el extremo N de la playa, en la que el número de adultos era escaso, en el resto de la zona la densidad se situó en torno a 3 ad/m. En las rocas aisladas de la costa situadas frente a la playa (T5) se censaron un total de 226 adultos, lo que representa una densidad media superior a los 5 ad/m (Figura 7).

En el sector G, a pesar de la habitual presencia humana, tanto de bañistas como de pescadores deportivos, se encontraron densidades moderadas (Figura 7), entre 1 y 4 ad/m, con máximos de 9 ad/m. La zona de vertido de agua hipersalina de la planta desalinizadora en forma de cascada no se muestreó por razones de seguridad, pero se ha asumido que *P. ferruginea* estaba ausente. Es de destacar, sin embargo, que en los tramos de acantilado aledaños a la caída de agua, apenas a unos metros de distancia de ella, se localizaron varios ejemplares adultos. En los tramos situados a menos de 20 m de distancia de esta cascada, se midieron densidades próximas a los 2 ad/m.

En el sector H (LIC Acantilados Aguadú) la especie apareció de forma casi constante, al menos en las rocas naturales, si bien su densidad fue bastante heterogénea, desde algunos tramos en los que estaba ausente hasta algunas rocas en forma de plataforma subhorizontal en las que alcanzó los 18 ad/m (Figura 7). Sin embargo, en los tramos recientemente alterados solamente se hallaron ejemplares adultos en una pequeña porción del talud de rocas construido para la protección de la carretera de acceso a la frontera entre 2005 y 2006, especialmente en los lugares en los que el material aportado recientemente dejaba aflorar bloques preexistentes de gran tamaño (Figura 2E). En otras partes de este talud artificial se localizaron algunos juveniles, pero no adultos. En el pequeño dique de hormigón

junto a la frontera se localizaron dos ejemplares adultos.

#### **Presencia en zonas naturales y artificiales**

En Melilla, *P. ferruginea* se halló tanto sobre sustratos duros naturales como artificiales. Las estructuras de origen artificial constituyen el 73,1% de la longitud del litoral de sustrato duro, mientras que la costa rocosa natural representa el restante 26,9%. El 73,0% del total estimado de ejemplares se localizó sobre sustratos artificiales, mientras que el 27,0% restante se encontró sobre sustratos rocosos naturales. Sin embargo, esta aparente similitud porcentual no es real: en más de la mitad (53,6%) del litoral artificial no aparecieron ejemplares adultos, mientras que sólo en el 19,8% del litoral natural no se encontraron adultos.

La parte principal (75,0%) del litoral artificial donde *P. ferruginea* no apareció corresponde a las zonas más abrigadas del interior de los dos puertos deportivos y a los muros verticales de la zona de atraque del puerto comercial. Otra parte importante (23,1%) corresponde a zonas en las que se realizaron obras costeras en los dos años anteriores a los muestreos. Ambos tipos de zonas suman el 98,1% del litoral artificial donde no se encontró la especie.

En el litoral rocoso natural, la lapa ferrugínea estaba ausente en enclaves con características diferentes. Un 38,3% del litoral en el que la especie no se halló corresponde a algunas zonas del sector H que han sufrido obras en los últimos cuatro años. Por otra parte, el tramo del vertido de la planta desalinizadora, localizado en un acantilado natural, donde se ha asumido que no habría ejemplares de *P. ferruginea*, representa el 3,6% del litoral rocoso natural donde está ausente. Prácticamente el resto de las zonas naturales donde no se encontró la especie corresponde a enclaves rocosos someros, próximos a playas arenosas (extremo norte de la playa de Horcas Coloradas), y algunos de ellos además situados en zonas muy protegidas (interior de la ensenada de los Galápagos).

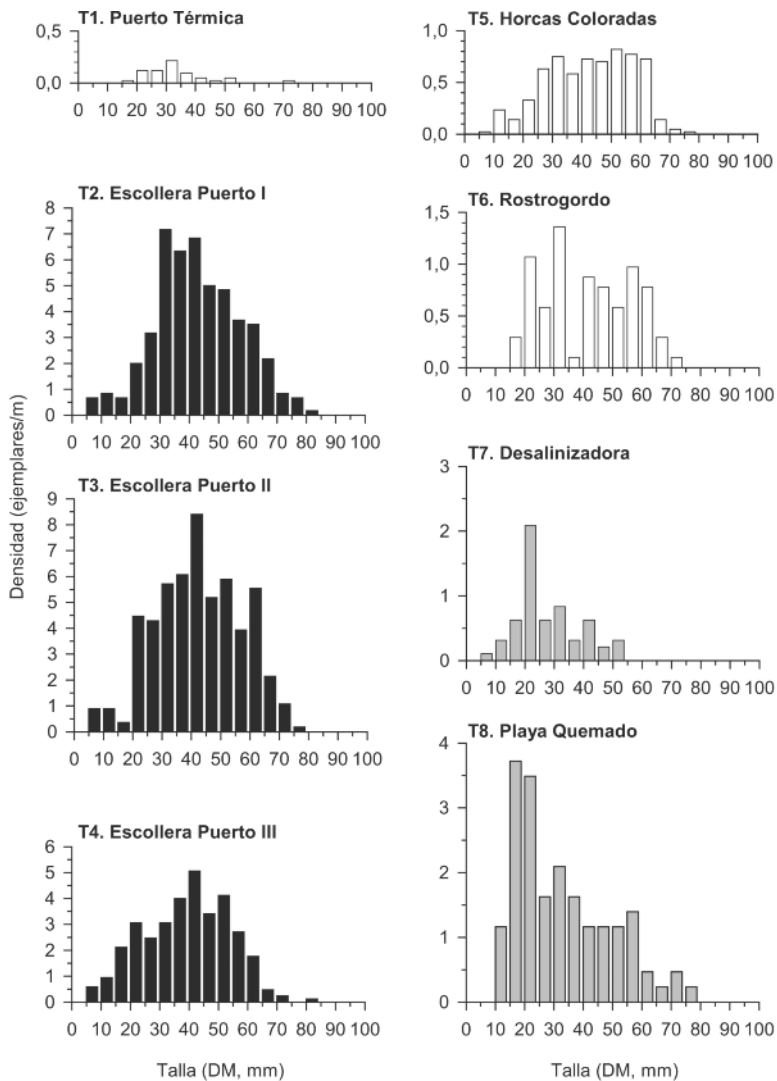


Figura 8. Distribución de frecuencia de tallas para cada uno de los transectos. La escala del eje de ordenadas no es equivalente en todas las gráficas; el color de las barras agrupa a aquellas con la misma proporción de escala.

*Figure 8. Size frequency distribution (DM, maximum diameter) for each transect. Y-axis scale is not equivalent in all graphs; bar colour group graphs with the same scale.*

### Distribución de tallas

En la Figura 8 se representa la distribución de frecuencias de tallas en los censos realizados en los transectos, en los que se censaron y midieron 1.427 ejemplares en total. En la Tabla IV se sintetizan algunos de los parámetros de

la población obtenidos a partir de estos censos.

La densidad de adultos en los transectos varió entre 0,45 y 44,11 ad/m, con un promedio de  $14,73 \pm 15,22$  ad/m. Los mayores valores ( $> 24$  ad/m) se alcanzaron en los tres transectos localizados en la

Tabla IV. Resultados de los censos realizados en los 8 transectos. Se indica para el total de ejemplares de cada transecto la densidad (ej/m), la talla máxima (DM máx) y el porcentaje de ejemplares de DM < 30 mm (juveniles). Para los adultos (DM > 30 mm) se indican la densidad (ad/m), la talla media (DM med) y la desviación estándar (DE).

Table IV. Results of census carried out for each transect. Density (in/m), maximum size (DM máx) and percentage of individuals of DM < 30 mm (juveniles) are indicated for the total specimens. For adults (DM > 30 mm), density (ad/m), average size (DM med) and standard deviation (DE) are indicated.

Transecto	Densidad (ej/m)	Total		Sólo adultos (DM > 30 mm)	
		DM máx (mm)	% DM < 30 mm	Densidad (ad/m)	DM med ± DE (mm)
T1. Puerto Térmica	0,71	72,5	36,7	0,45	39,6 ± 10,5
T2. Escollera Puerto I	48,50	84,2	26,9	24,94	47,5 ± 12,0
T3. Escollera Puerto II	55,00	77,5	19,8	44,11	48,4 ± 11,2
T4. Escollera Puerto III	34,12	80,1	26,9	24,94	46,8 ± 9,9
T5. Horcas Coloradas	7,42	77,8	20,4	5,28	48,8 ± 10,7
T6. Rostrogordo	7,77	71,8	25,0	5,83	48,7 ± 11,8
T7. Desalinizadora	6,04	54,0	62,1	2,29	40,0 ± 7,19
T8. LIC Aguadú	20,00	77,5	50,0	10,00	47,2 ± 12,5
Media	22,45	74,4	33,5	14,73 ± 15,22	47,6 ± 11,2

escollera exterior del puerto, en la que la superficie disponible se ve muy incrementada respecto a la longitud lineal del transecto debido a las diferentes caras de los bloques. La densidad más baja (0,45 ad/m) se obtuvo en el transecto realizado en el interior de la zona portuaria (T1).

En la mayoría de los transectos se encontraron ejemplares con un amplio rango de tallas, lo que indica la presencia tanto de reclutas y juveniles como de adultos. El porcentaje de juveniles en todos los transectos es cercano o superior al 20% y está por encima del 50% de los ejemplares censados en dos transectos (T7 y T8). La talla media de los adultos se sitúa entre 39,6 y 48,8 mm. En los transectos T1 y T7 la presencia de adultos de talla > 50 mm es muy baja, inferior a 0,4 ad/m. La mayor talla registrada fue de 84,2 mm.

## DISCUSIÓN

### Evolución reciente de la población de Melilla

Los resultados de este trabajo suponen una estimación de la población de *Patella ferruginea* en Melilla (32.821

adultos) que casi duplica a la obtenida en los trabajos precedentes (14.000-16.500 ejemplares totales, GONZÁLEZ-GARCÍA ET AL., 2006; 19.400 adultos, GUALLART ET AL., 2006). No obstante, esta variación no debe ser interpretada en absoluto como un aumento de la población durante los cuatro años transcurridos, sino que debe atribuirse sobre todo al mayor esfuerzo y a la mayor precisión de los muestreos realizados en el presente estudio, sobre todo en la zona de mayor abundancia de la lapa, la escollera exterior del puerto, en la que se ha estimado una población de 22.361 ejemplares adultos, frente a los 13.518 adultos estimados en 2006. Lo mismo puede decirse del sector H (LIC de los Acantilados de Aguadú), en el que el acceso a pie no fue posible en 2006 por haber comenzado las obras de la pista hasta la frontera, mientras que en 2010 se pudo realizar el muestreo a pie y con mayor detalle (2.370 ejemplares estimados en 2010, frente a 798 en 2006). Otro caso semejante podría ser la el de zona de la playa de las Cuevas del Conventico (sector D), donde la posibilidad de realizar los censos con mayor detalle

puede considerarse la principal causa de que la estimación de adultos pasara de 141 en 2006 a 1.727 en 2010. Considerando solamente estos casos, el mayor esfuerzo de muestreo explicaría el 89,4% del incremento total registrado respecto a 2006 (12.001 ejemplares adicionales respecto a un incremento total de 13.421 adultos).

Por otra parte, el número de tramos en que se dividió la costa fue diferente en los dos censos: 94 en 2006, frente a 148 en 2010, lo que indica la mayor resolución con que se ha caracterizado y estudiado el litoral. Sin embargo, la no coincidencia de los límites de cada uno de los tramos limita en algunos casos la precisión en las comparaciones de abundancia de ejemplares.

Por otro lado, las actuaciones humanas realizadas en el litoral de Melilla durante los últimos cuatro años han afectado en particular a los sectores E y H, y, en menor medida, al sector G. La comparación de los resultados obtenidos por GUALLART ET AL. (2006) con los del presente trabajo muestran que las obras realizadas entre 2007 y 2008 en el sector E para la estabilización de la escombrera situada junto a la incineradora, en las que además se ganó terreno al mar a lo largo de unos 650 m de costa acantilada natural, habrían supuesto la desaparición por aterramiento de unos 1.200 ejemplares adultos de *P. ferruginea*, de los cuales 331 estaban localizados en la roca situada a unos 35 m de la costa, conocida como "peña aislada", que quedó integrada en el terreno ganado al mar.

La comparación del sector H para evaluar el impacto de las obras de construcción de la pista hasta la frontera es difícil, porque, como se ha dicho, en 2006 no se pudo acceder a este tramo de costa desde tierra por haber comenzado las obras. Por este motivo, en 2006 se definieron únicamente cuatro tramos de costa para este sector, frente a los 22 tramos definidos en 2010. La diferencia en el recorrido de los tramos de costa establecidos en ambos estudios no permite comparar todas las zonas en las que se observa una afección directa de las obras por la presencia evidente de

un terraplén reciente. No obstante, y a modo de ejemplo, en el extremo NW del litoral, ya en el límite con la frontera, se definió en 2006 un tramo de 104 m en el que se halló una densidad media de 4,5 ad/m, estimándose, por tanto, una población total de 468 adultos. En esta misma zona, cuyo litoral en 2010 estaba formado por un talud artificial de rocas aportadas recientemente, no se halló ningún adulto de *P. ferruginea*.

Respecto a la zona de acantilados del sector G, donde se localiza el vertido de agua hipersalina de la planta desalinizadora, no se dispone de datos de 2006 exactamente para la zona afectada por la cascada. Sin embargo, en el tramo de costa definido en 2006 que actualmente incluiría la zona de vertido, de unos 100 m de longitud, se estimaron 359 ejemplares adultos en 2006, mientras que en este trabajo se han estimado 169 ejemplares. No existe información acerca de la influencia de los cambios de salinidad sobre *Patella ferruginea*, aunque se ha estudiado en otras especies de lapas (ARNOLD, 1957; DE PIRRO, SANTINI Y CHELAZZI, 1999; FIRTH Y WILLIAMS, 2009). Al margen de que pueda cambiar en el futuro la localización o el tipo de vertido de esta planta desalinizadora, una de las tareas prioritarias de seguimiento sería evaluar el impacto de este vertido en la supervivencia de los ejemplares y la evolución de la población afectada.

#### Distribución general de la especie en Melilla

*Patella ferruginea* se encontró a lo largo del 56,0% del litoral de sustratos duros de Melilla. Entre las zonas en las que estaba ausente se incluyen aquellas en las que se han realizado obras recientemente y en las que no ha transcurrido tiempo suficiente para la recolonización, en el supuesto de que las condiciones sean propicias. Tampoco se encontró en las zonas más confinadas del interior del puerto, en las que no cabe esperar su presencia. En general, se ha descrito que la lapa ferrugínea prefiere las zonas con hidrodinamismo moderado-alto (BOUDOURESQUE Y LABOREL-DEGUEN, 1986;

PORCHEDDU Y MILELLA, 1991; BOUMAZA Y SEMROUD, 2001; GUALLART ET AL., 2006), por lo que su ausencia en las zonas portuarias interiores podría responder a esta preferencia. Un caso especial es el puerto de Ceuta, en cuyo interior se han localizado importantes contingentes de ejemplares, lo que ha sido atribuido a las particulares características de este puerto, abierto al mar en dos zonas opuestas, de forma que permite la circulación del agua en su interior (GUERRA-GARCÍA ET AL., 2004; RIVERA-INGRAHAM ET AL., 2011a).

Si se excluyen los tramos de costa con estas dos características (zonas muy confinadas y aquellas en las que se ha transformado recientemente el litoral), se puede considerar que *Patella ferruginea* está presente a lo largo de prácticamente la totalidad (92,8%) del litoral potencial para la especie en Melilla, tanto en la costa rocosa natural como sobre sustratos duros artificiales.

#### Distribución en estructuras litorales artificiales

La abundancia de *Patella ferruginea* sobre sustratos artificiales y, en particular, sobre espigones y escolleras de puertos, ha sido señalada en numerosas zonas de su área de distribución actual (DONEDDU Y MANUNZA, 1992; GUERRA-GARCÍA ET AL., 2004; ESPINOSA ET AL., 2005; ESPINOSA ET AL., 2009; ARROYO ET AL., 2011; RIVERA-INGRAHAM ET AL., 2011a). En Melilla, el 73,0% de los adultos se localizó sobre sustratos artificiales y más de dos tercios del total (68,1%) se hallaron en la escollera exterior del puerto.

El aumento a nivel global de las obras en el litoral ha abierto el debate sobre si estas estructuras artificiales pueden compensar la pérdida del hábitat natural de las especies litorales y representar un hábitat alternativo para sus comunidades (THOMPSON ET AL., 2002). Sin embargo, diversos estudios recientes han puesto de manifiesto diferencias importantes entre las comunidades biológicas de estas estructuras artificiales intermareales y las de la costa rocosa original, en términos tanto de

composición específica como de abundancia relativa de las diferentes especies (CHAPMAN, 2003; CHAPMAN Y BULLERI, 2003; BULLERI Y CHAPMAN, 2004; MOREIRA ET AL., 2006). Además, se han hallado diferencias marcadas en aspectos biológicos fundamentales de la dinámica de la población de las especies, como la fecundidad o el éxito del reclutamiento (BULLERI, 2005; MOREIRA ET AL., 2006), lo que ha llevado a varios de estos autores a concluir que las estructuras litorales artificiales no son sustitutivas de las costas rocosas naturales (CHAPMAN Y BULLERI, 2003; MOREIRA ET AL., 2006).

En el caso de *Patella ferruginea*, la información disponible es insuficiente. La proliferación de obras costeras y la consiguiente destrucción de los hábitats naturales ha sido señalado como una de las causas probables de su regresión (RAMOS, 1998; TEMPLADO, 2001). Por otra parte, existe la posibilidad, aún no estudiada, de que las estructuras artificiales más o menos largas y perpendiculares a la costa, como los espigones y las escolleras, funcionen como “trampas de larvas”, y, por lo tanto, actúen como barreras a la dispersión natural de esta especie, como apuntan RIVERA-INGRAHAM ET AL. (2011a). Sin embargo, algunos autores han señalado la importancia que las obras costeras o algunos puertos pueden tener en la conservación de la especie (GUERRA-GARCÍA ET AL., 2004), incluso planteando la posibilidad de crear figuras legales de protección para aquellas estructuras artificiales, sobre todo portuarias, con importantes poblaciones de *P. ferruginea* (GARCÍA-GÓMEZ, LÓPEZ-FÉ, ESPINOSA, GUERRA-GARCÍA Y RIVERA-INGRAHAM, 2010). Otros autores han sugerido que un diseño adecuado de estas estructuras artificiales podría contribuir al mantenimiento de otras especies intermareales amenazadas, como la lapa *Patella candei* (MARTINS, THOMPSON, NETO, HAWKINS Y JENKINS, 2010).

Por su parte, la valoración de la importancia de la presencia de *P. ferruginea* en sustratos artificiales, realizada en su conjunto, ha generado resultados contradictorios. En Ceuta, GUERRA-

GARCÍA ET AL. (2004) indicaron que, en dichos sustratos, esta especie muestra una densidad de ejemplares mayor a la vez que una talla media menor, si bien posteriormente RIVERA-INGRAHAM ET AL. (2011a) no hallaron en esa misma localidad diferencias en estos parámetros entre sustratos naturales y artificiales. Uno de los factores que puede contribuir a este hecho es no tanto el carácter artificial o natural del sustrato, sino el material del que están formados. En el presente estudio, se ha constatado que los bloques de hormigón de superficie lisa (HRSL), con baja rugosidad y de relativamente reciente instalación, presentaban en promedio una densidad significativamente menor de ejemplares de *P. ferruginea* que los bloques más antiguos (HESI), formados en parte por rocas procedentes de canteras locales. Estos resultados son similares a los obtenidos por RIVERA-INGRAHAM ET AL. (2011a) en el puerto de Ceuta, donde en las zonas de escollera formadas por bloques calcáreos, la densidad era hasta seis veces mayor que en las de bloques de hormigón de superficie lisa.

El papel de las estructuras artificiales en la distribución y conservación de la lapa ferrugínea constituye, pues, otra de las líneas de investigación de atención prioritaria en un futuro inmediato.

#### Comparación con otras poblaciones

La comparación entre las distintas poblaciones de *Patella ferruginea* no es fácil, al menos por tres motivos: 1) las diferencias en la representatividad de los tramos de costa (transectos) de realización de los censos, 2) las diferencias en el contingente de población seleccionado para calcular la densidad (número total de ejemplares o número de adultos) y 3) el método de estimación de la población total de cada localidad.

En cuanto al primero de ellos, el número y la longitud total de los transectos estudiados varía ampliamente en los diferentes trabajos publicados recientemente, entre los alrededor de 100 m de litoral censados por BOUDOU-RESQUE Y LABOREL-DEGUEN (1986) en la isla de Zembra (Túnez) o por BOUMAZA

Y SEMROUD (2001) y ESPINOSA (2009) en las islas Habibas (Argelia), o los más de 6.600 m de litoral muestreados por RIVERA-INGRAHAM ET AL. (2011a) en Ceuta. Lógicamente, la precisión en la estimación de la población es superior cuando se censan un mayor número de transectos y una mayor longitud de litoral; en definitiva, cuando el esfuerzo de muestreo es mayor.

Una segunda cuestión es si, con fines de caracterizar la abundancia de una población, el censo debe incluir a todos los ejemplares, o únicamente, tal y como se propone en el presente trabajo, a los ejemplares a partir de un determinado rango de tallas, en este caso de DM > 30 mm (considerados como ejemplares adultos).

La abundancia de juveniles, especialmente de reclutas del primer año de vida, puede presentar variaciones muy marcadas, tanto estacionales como en función del éxito del reclutamiento tras cada periodo reproductor (RIVERA-INGRAHAM ET AL., 2011a; GUALLART ET AL., 2012). GUALLART ET AL. (2012), en un seguimiento realizado en las islas Chafarinas entre 1999 y 2011, señalaron una variabilidad interanual muy elevada en la densidad de reclutas, con un promedio de 9,14 reclutas/m, que en algunos años podía ser mucho mayor, superando los 50 reclutas/m. Estos autores indicaron además que a lo largo del primer año de vida la mortalidad de los reclutas es muy elevada, especialmente durante el verano. Aunque el estudio de la abundancia de reclutas o juveniles es fundamental para evaluar el estado de conservación de las poblaciones de *P. ferruginea*, en nuestra opinión estos datos deberían ser utilizados fundamentalmente para evaluar el éxito reproductor de la especie y la capacidad de renovación entre generaciones (GUALLART ET AL., 2011) y no para estimar la población de cada zona. Ésta debería centrarse únicamente en la abundancia de ejemplares adultos (DM > 30 mm), tal y como se plantea en el presente trabajo.

El porcentaje de juveniles (DM < 30 mm) en los censos realizados en diferentes trabajos muestra una gran variabili-

dad, oscilando entre el 0,8% (isla de Alborán, BARBA, NEVADO, MORENO, DE LA LINDE, REMÓN, DE LA ROSA, ARROYO, FERNÁNDEZ-CASADO, GÓMEZ, BARRAJÓN Y GORDILLO, 2006) y el 47,7% (isla Plana, Argelia; ESPINOSA, 2009). En la Tabla V se resumen algunos ejemplos. En varias de las zonas donde se han encontrado mayores densidades totales de ejemplares de *P. ferruginea*, esto puede ser en parte atribuido a que el porcentaje de juveniles era muy elevado, superando el 30% del total de ejemplares censados: tal es el caso de las islas Habibas y la isla Plana (ESPINOSA, 2009), Ceuta (RIVERA-INGRAHAM ET AL., 2011a) y de Melilla en el presente estudio.

En tercer lugar, el método de estimación de la población total en cada localidad ha sido también muy variable, e incluye desde una extrapolación tentativa realizada en un trabajo pionero llevado a cabo en la isla de Zembra (Túnez), calculado a partir del muestreo de solamente el 0,24% del litoral (BOUDOURESQUE Y LABOREL-DEGUEN, 1986) hasta el recuento exhaustivo de todos los ejemplares, realizado en localidades con una extensión de litoral reducida (como la isla de Alborán, PARACUELLOS ET AL., 2003; BARBA ET AL., 2007; MORENO Y ARROYO, 2008) o con una densidad de ejemplares muy baja (bahía de Algeciras y Gibraltar, ESPINOSA ET AL., 2005; diferentes tramos del litoral de Andalucía, ARROYO ET AL., 2011). La fiabilidad de los resultados depende del porcentaje del litoral muestreado y de la representatividad de este litoral respecto al total de la zona estudiada. Así, las estimaciones realizadas por RIVERA-INGRAHAM ET AL. (2011a), que censaron el 34,0% del litoral de Ceuta, o de ARROYO ET AL. (2011) que censaron el 20,7% del litoral de la isla de Alborán pueden considerarse más fiables que la ya mencionada de BOUDOURESQUE Y LABOREL-DEGUEN (1986) para Zembra, o la más reciente de ESPINOSA (2009) en las Islas Habibas (Argelia), en la que se estimó la población global muestreando menos del 2% de su litoral.

En el presente trabajo, la estimación de la población de *P. ferruginea* en

Melilla se basa en el muestreo del 100% de su litoral, lo que no implica el recuento de la totalidad de ejemplares presentes en él, sino la estimación metódica de la densidad de ejemplares a lo largo de su recorrido. Este método tiene la ventaja de que pueden detectarse enclaves con densidades inusualmente elevadas o incluso evaluar un parámetro importante: el porcentaje de costa rocosa en que *P. ferruginea* está ausente. Además, la estimación de la población no depende de la selección de tramos de costa muestreados en cada enclave (es decir, del número de transectos realizados y de la longitud total de éstos, de la aleatoriedad o de la representatividad de la ubicación de los transectos). La principal desventaja es que implica realizar estimaciones promedio de densidad en diferentes tramos de costa, que pueden no ser sencillas de realizar en zonas con elevada densidad de ejemplares y/o escasa accesibilidad. En tramos poco accesibles, en los que el muestreo se realiza desde una embarcación, el cálculo de la densidad se lleva a cabo mediante estimaciones visuales y requiere la participación de un equipo con experiencia no sólo en la identificación de ejemplares sino, sobre todo, en la evaluación de la densidad media. El presente trabajo ha sido realizado por un equipo que había desarrollado esta metodología previamente en las islas Chafarinas y que, a partir de los resultados obtenidos, había podido verificar la estrecha correlación entre las estimaciones visuales y los censos llevados a cabo en determinado transectos en el litoral (GUALLART ET AL., 2006).

En el caso de la escollera exterior del puerto de Melilla, la principal dificultad fue que el litoral no es lineal, sino que está constituido por grandes bloques con una disposición muy irregular, en los que es posible hallar ejemplares de *P. ferruginea* en sus diferentes caras. Para superar esa dificultad, se censaron los adultos presentes en las diferentes caras de los bloques en un total de 25 tramos cortos de la escollera. La precisión de la estimación total obtenida para el trazado de la escollera de bloques



Tabla V. Densidad de ejemplares de *Patella ferruginea* registrada en distintas localidades a partir de datos de censos en transecto. Se indica para cada localidad la referencia bibliográfica, el número de transectos realizados (n) y la longitud total cubierta en metros (LT), la densidad total de ejemplares máxima (Max) y media, el porcentaje de ejemplares de DM < 30 mm (juveniles) y la densidad de ejemplares de DM > 30 mm (adultos) máxima (Max) y media. Los números seguidos de asterisco corresponden a datos no aportados en el texto de las publicaciones y calculados indirectamente a partir de las gráficas que aparecen en ellas.

*Table V. Densities of individuals of Patella ferruginea registered in different localities from data obtained from censuses in transects. Reference, number of transects performed (n) and total length covered in meters (LT), maximum (Max) and average (Media) total density of individuals, percentage of individuals of DM < 30 mm (juveniles) and maximum (Max) and average (Media) density of individuals of DM > 30 mm (adults) are indicated for each locality. Numbers followed by an asterisk correspond to data that do not appear in the text of these publications, but here calculated from the graphs published.*

Localidad	Referencia	Transectos		Densidad total		% DM < 30 mm	Densidad DM > 30 mm	
		n	LT (m)	Max	Media		Max	Media
Isla de Alborán	BARBA <i>ET AL.</i> (2006)	10	~2.000	0,12	0,07	0,8*	0,12*	0,07*
Ceuta	RIVERA-INGRAHAM <i>ET AL.</i> (2011)	30	6.608	35,14	4,09	37,3	3,90	1,65
Islas Habibas (Argelia)	ESPINOSA (2009)	12	120	25,3	4,81	32,8*	9,8*	3,23*
Isla Plana (Argelia)	ESPINOSA (2009)	2	20	35,3	22,00	47,7*	15,8*	11,50*
Islas Chafarinas	APARICI-SEGUER, GUALLART-FURIÓ Y VICENT-RUBERT (1995)	16	800	10,75	5,28	21,0*	9,28*	4,17*
Melilla	GONZÁLEZ-GARCÍA <i>ET AL.</i> (2006)	6	300	8,0	5,54	8,6*	6,4*	4,59*
	Presente estudio	8	129	55,0	20,55	33,5	44,11	14,73
	Presente estudio (excepto escollera del puerto)	5	109	20,0	8,23	38,8	10,00	4,77

(22.095 adultos) puede valorarse teniendo en cuenta que los tramos censados representan aproximadamente el 23% de la longitud total de la escollera y que se llegaron a censar directamente en ellos 4.771 ejemplares adultos.

Los datos de densidad de ejemplares en Melilla, calculados a partir de censos en transecto, son en orden de magnitud semejantes a los de otras localidades con importantes poblaciones de la especie, como Ceuta, las islas Habibas o las islas Chafarinas (Tabla V).

Considerando todos los individuos (adultos y juveniles), los valores máximos de densidad obtenidos en este estudio (55 ej/m) son superiores a los obtenidos en otras localidades (ver Tabla V). Sin embargo, estos valores máximos pueden no ser representativos de la densidad en cada localidad, pues pueden corresponder a zonas en que,

aparte de una densidad relativamente elevada, se puedan dar factores que laacentúen. Un ejemplo sería el de zonas que, como la escollera exterior del puerto de Melilla, tengan unas características topográficas especiales y presenten una elevada superficie para una misma longitud lineal de costa. Lo mismo ocurriría en zonas naturales con abundantes grietas e irregularidades del sustrato. Otro ejemplo serían las zonas con amplias plataformas subhorizontales, en las que densidades moderadas de ejemplares en relación a la superficie podrían reflejarse como muy elevadas si se considera la densidad por metro lineal.

Por otra parte, el valor medio de densidad total de ejemplares (adultos y juveniles) obtenido en este trabajo (20,55 ej/m), es similar a los 22 ej/m señalados por ESPINOSA (2009) para la isla Plana

(Argelia). En cualquier caso, la comparación de los valores medios de densidad también debe considerarse con cautela, intentando evaluar la representatividad de los datos en cada localidad.

La distribución de tallas de *P. ferruginea* en el litoral de Melilla está bien estructurada, estando presentes tanto juveniles de pequeño tamaño como adultos de un amplio rango de tallas. La presencia de juveniles y de adultos en un amplio rango de tallas ha sido descrita para otras localidades con poblaciones de *P. ferruginea* que se consideran en buen estado, como Ceuta (ESPINOSA ET AL., 2009; RIVERA-INGRAHAM ET AL., 2011), las islas Habibas (BOUMAZA Y SEMROUD, 2011; ESPINOSA, 2009) y las islas Chafarinas (APARICI-SEGUER ET AL., 1995; GUALLART ET AL., 2006). Frente a estas se halla la población de la isla de Alborán, que se ha mantenido estable durante los últimos años, pero en la que la mayor parte de los ejemplares censados son adultos de talla mediana o grande, con una presencia mínima de juveniles de pequeño tamaño (PARACUELLOS ET AL., 2003; BARBA ET AL., 2006; ARROYO ET AL., 2011). Este último dato puede indicar un estado poco "saludable" de la población de Alborán, con un reclutamiento bajo y posiblemente dependiente de la eventual llegada de larvas desde poblaciones externas.

Otros aspectos que han sido utilizados para evaluar el estado de las poblaciones de *P. ferruginea*, y de otras especies de lapas de gran tamaño sobre las que existe presión humana, han sido la talla máxima y la talla media de los ejemplares censados en diferentes localidades. En general, los estudios realizados muestran que en las zonas más accesibles o donde la captura de lapas es un hecho frecuente, la talla máxima y la talla media de los ejemplares de cada población tiende a disminuir, porque las capturas tienden a centrarse en los ejemplares de mayor tamaño (POMBO Y ESCOFET, 1996; BRANCH Y ODENDAAL, 2003; KIDO Y MURRAY, 2003; SAGARIN, AMBROSE, BONNIE, ENGLE, KIDO, LEE, MINER, MURRAY, RAIMONDI, RICHARDS Y ROE, 2007; ESPINOSA, RIVERA-INGRA-

HAM, FA Y GARCÍA-GÓMEZ, 2009). Sin embargo, hay otros factores que pueden influir en estos parámetros independientemente de la acción humana, como las diferencias en las características del hábitat, el grado de exposición al hidrodinamismo o la interacción con otras especies (LEWIS Y BOWMAN, 1975; FLETCHER, 1984; BRANCH Y ODENDAAL, 2003).

En el presente estudio, el mayor ejemplar medido en el litoral de Melilla alcanzó 84,2 mm, mientras que GONZÁLEZ-GARCÍA ET AL. (2006) citaron en esta zona un ejemplar de 88,0 mm. Estas dimensiones se hallan lejos del tamaño máximo citado para la especie, 103 mm de un ejemplar de la colección Dautzenberg del Museo de Historia Natural de Bruselas (CHRISTIAENS, 1973) o 105 mm en ejemplares vivos medidos en el medio natural, en la isla de Alborán (BARBA ET AL., 2006) y en Ceuta (ESPINOSA ET AL., 2009). La presencia de ejemplares de DM > 90 mm, aunque con una frecuencia a menudo moderada o baja, ha sido citada en las islas Chafarinas (APARICI-SEGUER ET AL., 1995; GUALLART ET AL., 2006), la isla de Alborán (PARACUELLOS ET AL., 2003; BARBA ET AL., 2007), Ceuta (ESPINOSA ET AL., 2009; RIVERA-INGRAHAM ET AL., 2011a) y las islas Habibas (BOUMAZA Y SEMROUD, 2001; ESPINOSA, 2009). En la Tabla VI se resumen algunos ejemplos de tallas máxima y media de *P. ferruginea* en diferentes localidades. Siguiendo la argumentación de párrafos anteriores, consideramos que la talla media con fines comparativos no debe establecerse para la totalidad de ejemplares de una población, sino excluyendo a los ejemplares juveniles, dada su elevada variabilidad temporal y, por lo tanto, su influencia en el valor medio de la talla.

La talla media de los adultos (Tabla VI) hallada en Melilla (47,8 mm) es similar a la observada en Ceuta (47,9) y en las islas Chafarinas (53,8), y algo inferior a la de las islas Habibas (61,1), pero se halla muy por debajo de la observada en la isla de Alborán (71,4 mm). La elevada talla media de la población de Alborán, estimada en 540 ejemplares en 2010, con solamente un 1,5% de juveni-

Tabla VI. Rangos de talla máxima y media ( $\pm$  desviación estándar) de *P. ferruginea* para el contingente de población de DM > 30 mm (adultos) registrado en censos realizados en transecto en diversas localidades. Los números seguidos de asterisco indican que la talla media de los adultos se ha calculado a partir de las gráficas que aparecen en cada publicación. Excepto en el presente estudio, la talla media de los adultos se ha calculado asignando al número de los ejemplares de cada intervalo el valor medio de la talla.

Table VI. Ranges of maximum and average ( $\pm$  standard deviation) sizes of *Patella ferruginea* for the population contingent of DM > 30 mm (adults) registered in different localities from censuses in transects. Numbers followed by an asterisk indicate that the average size of adults has been calculated from the published graphs. Except for the present study, the average size has been calculated assigning to the number of individuals of each interval the average size value.

Zona	Referencia	Rango talla máxima (mm)	Talla media (mm) (sólo ejemplares DM > 30 mm)
Córcega	LABOREL-DEGUEN Y LABOREL (1991)	60-70	45,9 $\pm$ 10,3*
Zembra (Túnez)	TUG-ZOUARI, RABAOUI, FGUIRI Y BEN HASSINE (2010)	85-90	63,1 $\pm$ 15,6*
Isla de Alborán	BARBA ET AL. (2006)	100-110	78,9 $\pm$ 18,7*
Algeciras y Gibraltar	ESPINOSA ET AL. (2005)	90-100	51,9 $\pm$ 11,8*
Cala Iris (Marruecos)	BAZAÏRI, SALVATI, BENHISSOUME, TUNESI, RAIS, AGNESI, BENHAMZA, FRANZOSINI, LIMAM, MO, MOLINARI, NACHITE Y SADKI (2004)	80-90	60,0 $\pm$ 14,4*
Islas Habibas (Argelia)	ESPINOSA (2009)	90-100	61,1 $\pm$ 12,7*
Isla Plana (Argelia)	ESPINOSA (2009)	70-80	41,9 $\pm$ 9,8*
Ceuta	RIVERA-INGRAHAM ET AL. (2011a)	100-110	47,9 $\pm$ 13,2*
Islas Chafarinas	APARICH-SEGUER ET AL. (1995)	90-100	53,8 $\pm$ 13,3*
Melilla	Presente estudio	80-85	47,8 $\pm$ 11,1

les de DM < 30 mm (ARROYO ET AL., 2011), podría deberse a que se trate de una población envejecida, resultante del éxito de reclutamientos puntuales, pero con escasa renovación de la población, como se ha comentado anteriormente. Por el contrario, la talla media relativamente baja en las islas Chafarinas, Ceuta y Melilla, podría indicar una renovación constante de la población y una relativamente baja supervivencia de los ejemplares más viejos. Los factores naturales y humanos que podrían determinar estos valores de talla media merecen una atención prioritaria en futuros estudios.

En este trabajo no se ha analizado el efecto de la presión humana por recolección sobre la población de Melilla, ya que se carece de datos concretos. Se han hallado, sin embargo, densidades altas en zonas muy frecuentadas por pescadores deportivos, como la escollera exterior del puerto, y entre moderadas y

altas en el sector G, frecuentado por bañistas y pescadores deportivos. La presión por recolección de ejemplares sobre *P. ferruginea*, una de las principales causas a la que se ha atribuido la regresión de la especie (TEMPLADO, 2001; PARACUELLOS ET AL., 2003; MORENO Y ARROYO, 2008; ESPINOSA ET AL., 2009), debería también contemplarse como una de las líneas prioritarias de estudio en Melilla en el futuro. La existencia en su litoral de una zona en la que esta especie está bien representada y en la que la presión humana está controlada, como es el sector H (LIC de los Acantilados de Aguadú), puede contribuir a facilitar este estudio, ya que posibilita comparar su evolución con la de otras zonas próximas mucho más accesibles.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la población de *Patella ferruginea* en el litoral de Melilla (32.821 adultos) sería la segunda en importancia en las costas españolas en cuanto a adultos, tras la

población de Chafarinas, cifrada en 42.320 ejemplares adultos (GUALLART ET AL., 2006), seguida por la de Ceuta (28.590 adultos, calculados a partir de los datos de RIVERA-INGRAHAM ET AL., 2011a). Las demás poblaciones conocidas en territorio español son mucho más reducidas, con unos pocos centenares de ejemplares en la bahía de Algeciras y Gibraltar (ESPINOSA ET AL., 2005), la isla de Alborán (PARACUELLOS ET AL., 2003; BARBA ET AL., 2006, MORENO ET AL., 2008, ARROYO ET AL., 2011), y pequeños grupos de ejemplares dispersos en el litoral andaluz (ARROYO ET AL., 2011) y las islas Hormigas (ESPINOSA ET AL., 2009).

Melilla es, pues, uno de los escasos lugares en los que todavía existe una importante población de esta lapa amenazada, por lo que debe considerarse un área crítica cuya correcta gestión es

esencial para la supervivencia y la recuperación de la especie. Ello debería estimular a las autoridades medioambientales de la Ciudad Autónoma a elaborar lo antes posible un plan de recuperación para esta especie.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la ONG Guelaya-Ecologistas en Acción su valiosa ayuda y su esencial apoyo logístico durante los trabajos de campo. Este trabajo ha sido en parte financiado por la Fundación General del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C. S. I. C.), en el marco del Proyecto Cero - Especies Amenazadas "Action plan for viability proposals of the endangered limpet, *Patella ferruginea*".

## BIBLIOGRAFÍA

- APARICI-SEGUER V., GUALLART-FURIÓ J. Y VICENT-RUBERT J.J. 1995. *Patella ferruginea* population in Chafarinas islands (Alboran Sea, Western Mediterranean). *Abstracts 12th International Malacological Congress*, Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC), Vigo, pp. 119-120.
- ARNOLD D.C. 1957. The response of the limpet *Patella vulgata* L. to waters of different salinities. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 36: 121-128.
- ARROYO M.C., MORENO D., BARRAJÓN A., DE LA LINDE A., REMÓN J.M., DE LA ROSA J., FERNÁNDEZ-CASADO M., GÓMEZ G., RUIZ-GIRÁLDEZ F., VIVAS M.S. Y FERNÁNDEZ E. 2011. Trabajos de seguimiento de la lapa ferruginosa *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 en Andalucía en el marco de la Estrategia Nacional de Conservación de la especie. *Mediterránea, Serie de Estudios Biológicos*, 2011 Época II, Número Especial: 9-46.
- BARBA R., NEVADO J.C., MORENO D., DE LA LINDE A., REMÓN J.M., DE LA ROSA J., ARROYO M.C., FERNÁNDEZ-CASADO M., GÓMEZ G., BARRAJÓN A. Y GORDILLO I. 2006. *Inventario de individuos vivos de Patella ferruginea en Andalucía (2004-2006)*. Informe inédito. Equipo de Medio Marino, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 22 pp.
- BAZAÏRI H., SALVATI E., BENHISSOUME S., TUNESI L., RAIS C., AGNESI S., BENHAMZA A., FRANZOSINI C., LIMAM A., MO G., MOLINARI A., NACHITE D. Y SADKI I. 2004. Considerations on a population of the endangered marine mollusc *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 (Gastropoda, Patellidae) in the Cala Iris islet (National Park of Al Hoceima - Morocco, Alboran Sea). *Bollettino Malacologico*, 40 (9-12): 95-100.
- BOUDOURESQUE C.F. Y LABOREL-DEGUEN F. 1986. *Patella ferruginea*. En Boudouresque C.F., Harmelin J.G., y Jeudy de Grissac A. (Eds): *Le benthos marin de l'île de Zembra (Parc National, Tunisie)*, GIS Posidonie, Marseille, France, pp. 105-110.
- BOUMAZA S. Y SEMROUD R. 2001. Inventaire de la population de *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 des îles Habibas (ouest Algérien). *Rapport du Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 36: 361.
- BRANCH G.M. Y ODENDAAL F. 2003. The effects of marine protected areas on the population dynamics of a South African limpet, *Cymbula oculus*, relative to the influence of wave action. *Biological Conservation*, 114: 255-269.
- BULLERI F. 2005. Role of recruitment in causing differences between intertidal assemblages on seawalls and rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*, 287: 53-65.

- BULLERI F. Y CHAPMAN M.G. 2004. Intertidal assemblages on artificial and natural habitats in marinas on the north-west coast of Italy. *Marine Biology*, 145: 381-391.
- CHAPMAN M.G. 2003. Paucity of mobile species on constructed seawalls: effects of urbanization on biodiversity. *Marine Ecology Progress Series*, 264: 21-29.
- CHAPMAN M.G. Y BULLERI F. 2003. Intertidal seawalls-new features of landscape in intertidal environments. *Landscape and Urban Planning*, 62:159-172.
- CHRISTIAENS J. 1973. Révision du genre *Patella* (Mollusca, Gastropoda). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 182: 1305-1392.
- DE PIRRO M., SANTINI G. Y CHELAZZI G. 1999. Cardiac responses to salinity variations in two differently zoned Mediterranean limpets. *Journal of Comparative Physiology B*, 169: 501-506.
- DONEDDU M. Y MANUNZA B. 1992. Valutazione dell'impatto antropico relativo alla balneazione estiva su una popolazione di *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 del litorale di Aglientu. *Bollettino Malacologico*, 28 (5-12): 161-168.
- ESPINOSA F. 2009. Populational status of the endangered mollusc *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 (Gastropoda, Patellidae) on Algerian islands (SW Mediterranean). *Animal Biodiversity and Conservation*, 32 (1): 19-28.
- ESPINOSA F., FA D.A. Y OCAÑA M.J. 2005. Estado de la especie amenazada *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 (Gastropoda: Patellidae) en la bahía de Algeciras y Gibraltar. *Iberus*, 23 (2): 39-46.
- ESPINOSA F., GONZÁLEZ A.R., MAESTRE M.J., FA D., GUERRA-GARCÍA J.M. Y GARCÍA-GÓMEZ J.C. 2008. Responses of the endangered limpet *Patella ferruginea* to reintroduction under different environmental conditions: survival, growth rates and life-history. *Italian Journal of Zoology*, 75 (4): 371-384.
- ESPINOSA F., GUERRA-GARCÍA J.M., FA D. Y GARCÍA-GÓMEZ J.C. 2006. Aspects of reproduction and their implications for the conservation of the endangered limpet, *Patella ferruginea*. *Invertebrate Reproduction and Development*, 49: 85-92.
- ESPINOSA F., GUERRA-GARCÍA J.M. Y GARCÍA-GÓMEZ J.C. 2007. Sewage pollution and extinction risk: an endangered limpet as a bioindicator? *Biodiversity and Conservation*, 16: 377-397.
- ESPINOSA F., MAESTRE M. Y GARCÍA-GÓMEZ J.C. 2009. New records of distribution for the highly endangered limpet *Patella ferruginea* on the Spanish coasts. *Marine Biodiversity Records*, 2, e105 doi:10.1017/S1755267209001225.
- ESPINOSA F., RIVERA-INGRAHAM G.A., FA D. Y GARCÍA-GÓMEZ J.C. 2009. Effect of human pressure on population size structures of the endangered ferruginean limpet: toward future management measures. *Journal of Coastal Research*, 25 (4): 857-863.
- ESPINOSA F., RIVERA-INGRAHAM G. Y GARCÍA-GÓMEZ J.C. 2009. Gonochorism or protandrous hermaphroditism? Evidence of sex change in the endangered limpet *Patella ferruginea*. *Marine Biodiversity Records*, 2, e153 doi:10.1017/S1755267209990790.
- FIRTH L.B. Y WILLIAMS G.A. 2009. The influence of multiple environmental stressors on the limpet *Cellana toreuma* during the summer monsoon season in Hong Kong. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 375: 70-75.
- FLETCHER W.J. 1984. Intraspecific variation in the population dynamics and growth of the limpet *Cellana tramoserica*. *Oecologia*, 63: 110-121.
- FRENKIEL L. 1975. Contribution à l'étude des cycles de reproduction des Patellidae en Algérie. *Publicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, 39 (suppl.): 153-189.
- GARCÍA-GÓMEZ J. C., LÓPEZ-FÉ C. M., ESPINOSA F., GUERRA-GARCÍA J. M. Y RIVERA-INGRAHAM G. A. 2011. Marine artificial micro-reserves: a possibility for the conservation of endangered species living on artificial substrata. *Marine Ecology*, 32: 6-14.
- GONZÁLEZ-GARCÍA J.A., BUENO DEL CAMPO I., GARCÍA PIÑA H. Y BAZAÏRI H. 2006. Las poblaciones de *Patella ferruginea* Gmelin 1791 (Mollusca, Gastropoda, Patellidae) en los acantilados de Melilla y Tres Forcas. *Resúmenes XIV Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina*, Barcelona, p. 134.
- GUALLART J. Y ACEVEDO I. 2006. Observaciones sobre la biología de la lapa *Patella ferruginea* (Mollusca, Patellidae) en las islas Chafarinas. *Resúmenes XIV Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina*, Barcelona, pp. 140-141.
- GUALLART J., ACEVEDO I. Y CALVO M. 2012. Recrutamiento de la lapa amenazada *Patella ferruginea* (Mollusca, Patellidae) en las islas Chafarinas (Mediterráneo SW). *Resúmenes III Simposio Internacional de Ciencias del Mar*, Cádiz, p. 15.
- GUALLART J., CALVO M., ACEVEDO I. Y PEÑA J. 2010. Desarrollo larvario en la lapa ferruginosa (*Patella ferruginea*) (Mollusca, Patellidae), especie catalogada "en peligro de extinción". *Resúmenes XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina*, Alicante, p. 151.
- GUALLART J., CALVO M. Y CABEZAS P. 2010. Hermafroditismo en la lapa ferruginosa (*Patella ferruginea*) (Mollusca, Patellidae), especie catalogada "en peligro de extinción". *Resúmenes XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina*, Alicante, p. 150.

- GUALLART J., TEMPLADO J., CALVO M., CABEZAS P., ACEVEDO I., MACHORDOM A. Y LUQUE Á.A. 2006. *Inventario y seguimiento de Patella ferruginea en España, así como la elaboración de una propuesta de estrategia de conservación de la especie*. Informe final. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España.
- GUERRA-GARCÍA J.M., CORZO J., ESPINOSA F., FA D. Y GARCÍA-GÓMEZ J.C. 2004. Extinction risk and harbours as marine reserves. *Journal of Molluscan Studies*, 70: 96-98.
- GUERRA-GARCÍA J.M., CORZO J., ESPINOSA F. Y GARCÍA-GÓMEZ J.C. 2004. Assessing habitat use of the endangered marine mollusc *Patella ferruginea* (Gastropoda, Patellidae) in northern Africa: preliminary results and implications for conservation. *Biological Conservation*, 116: 319-326.
- JIMÉNEZ ABELLÁN G. 2009. La Junta de Obras del Puerto. Proyectos y obras públicas. En Bravo Nieto A. y Bellver Garrido J.A. (Eds.): *El Puerto de Melilla. Una obra centenaria con un pasado milenario*, Autoridad Portuaria de Melilla, Melilla, pp. 184-221.
- KIDO J.S. Y MURRAY S.N. 2003. Variation in owl limpet *Lottia gigantea* population structures, growth rates, and gonadal production on southern California rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*, 257: 111-124.
- LABOREL-DEGUEN F. Y LABOREL J. 1991a. Statut de *Patella ferruginea* en Méditerranée. En Boudouresque C.F., Avon M. y Gravez V. (Eds.): *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*, GIS Posidonie, Marseille, pp. 91-103.
- LABOREL-DEGUEN F. Y LABOREL J. 1991b. Nouvelles observations sur la population de *Patella ferruginea* Gmel. de Corse. En Boudouresque C.F., Avon M. y Gravez V. (Eds.): *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*, GIS Posidonie, Marseille, pp. 105-117.
- LEWIS J.R. Y BOWMAN R.S. 1975. Local habitat-induced variations in the population dynamics of *Patella vulgata* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 17: 165-203.
- MARTINS G.M., THOMPSON R.C., NETO A.I., HAWKINS S.J. Y JENKINS S.R. 2010. Enhancing stocks of the exploited limpet *Patella candei* d'Orbigny via modifications in coastal engineering. *Biological Conservation*, 143: 203-211.
- MMAMRM (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO). 2008. *Estrategia para la conservación de la lapa ferruginea* (*Patella ferruginea*) en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Gobierno de España, Madrid, 49 pp.
- MOREIRA J., CHAPMAN M.G. Y UNDERWOOD A.J. 2006. Seawalls do not sustain viable populations of limpets. *Marine Ecology Progress Series*, 322: 179-188.
- MORENO D. Y ARROYO M.C. 2008. *Patella ferruginea* Gmelin, 1791. En Barea-Azcón J.M., Ballesteros-Duperón E. y Moreno D. (Coords.): *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 308-319.
- PARACUELLOS M., NEVADO J.C., MORENO D., GIMÉNEZ A. Y ALESINA J.J. 2003. Conservation status and demographic characteristics of *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 (Mollusca, Gastropoda) on the Alboran Island (Western Mediterranean). *Animal Biodiversity and Conservation*, 26 (2): 29-37.
- PGMOCAM (PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE MELILLA). 2009. *Plan General: Situaciones Básicas de Suelo. Escala 1:10.000*. Dirección General de la Vivienda y Urbanismo, Consejería de Fomento, Ciudad Autónoma de Melilla, N° de plano AV-PG-1.
- POMBO O.A. Y ESCOFET A.M. 1996. Effect of Exploitation on the Limpet *Lottia gigantea*: A Field Study in Baja California (Mexico) and California (U.S.A.). *Pacific Science*, 50 (4): 393-403.
- PORCHEDDU A. Y MILELLA I. 1991. Aperçu sur l'écologie et sur la distribution de *Patella ferruginea* (L.) Gmelin, 1791 en mers italiennes. En Boudouresque C.F., Avon M. y Gravez V. (Eds.): *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*, GIS Posidonie, Marseille, pp. 119-128.
- RAMOS M.A. 1998. Implementing the habitats directive for mollusc species in Spain. *Journal of Conchology, Special Publication*, 2: 125-132.
- RIVERA-INGRAHAM G.A., ESPINOSA F. Y GARCÍA-GÓMEZ J.C. 2011a. Conservation status and updated census of *Patella ferruginea* (Gastropoda, Patellidae) in Ceuta: distribution patterns and new evidence of the effects of environmental parameters on population structure. *Animal Biodiversity and Conservation*, 34 (1): 83-99.
- RIVERA-INGRAHAM G.A., ESPINOSA F. Y GARCÍA GÓMEZ J.C. 2011b. Environmentally mediated sex change in the endangered limpet *Patella ferruginea* (Gastropoda: Patellidae). *Journal of Molluscan Studies*, 77: 226-231.
- SAGARIN R.D., AMBROSE R.F., BONNIE J.B., ENGLE J.M., KIDO J., LEE S.F., MINER C.M., MURRAY S.N., RAIMONDI P.T., RICHARDS D. Y ROE C. 2007. Ecological impacts on the limpet *Lottia gigantea* populations: human pressure over a broad scale on island and mainland intertidal zones. *Marine Biology*, 150: 399-413.

- SERRANO DARDE T. 2009. El puerto de Melilla desde los inicios del siglo XX: una aproximación histórica (1902-1930). En Bravo Nieto A. y Bellver Garrido J.A. (Eds.): *El Puerto de Melilla. Una obra centenaria con un pasado milenario*, Autoridad Portuaria de Melilla, Melilla, pp. 145 -183.
- TEMPLADO J. 2001. *Patella ferruginea* Gmelin, 1791. En Ramos M.A., Bragado D. y Fernández J. (Eds.): *Los invertebrados no insectos de la Directiva Hábitats en España*, Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp. 41-49.
- TEMPLADO J., CALVO M., GARVÍA A., LUQUE Á.A., MALDONADO M. Y MORO L. 2004. *Guía de invertebrados y peces marinos protegidos por la legislación nacional e internacional*. Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 214 pp.
- THOMPSON R.C., CROWE T.P. Y HAWKINS S.J. 2002. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environmental Conservation*, 29: 168-191.
- TLIG-ZOUARI S., RABAOUI L., FGUIRI H. Y BEN HASSINE O.K. 2010. Status, habitat and distribution of the endangered limpet *Patella ferruginea* along the northern and eastern Tunisian coastline: results and implications for conservation. *Cahiers de Biologie Marine*, 51 (1): 75-84.