

Evolución de *Patella ferruginea* (Gmelin, 1791) en el Parque Natural del Estrecho. Resultados de una vigilancia a medio plazo (2012-2017)

G. González-Jiménez/ C. López-Cárdenas/ J. A. Mesa-Méndez,/M. Bautista-Ollivier/P. Gallego-Medina/T. de Garastazu-Romero/ B. Chacón- Rodríguez/ P. Vigo-Ferrera

RESUMEN

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos dentro del proyecto “Vigilancia Ambiental Parque Natural del Estrecho 2012-2017”. *Patella ferruginea* es una de las doce especies que, por su delicado estado de conservación “En Peligro de Extinción”, presenta, a nivel nacional, una estrategia propia de conservación y gestión. La azarosa evolución de la población durante estos años nos ha inducido a preguntarnos qué factores han sido determinantes en esta progresión, y por tanto a plantearnos la hipótesis de si “la teoría de las meta-poblaciones, explica la progresiva pero indeterminada evolución de la especie” (Hanski,1999). Los resultados obtenidos muestran que la población ha ido creciendo, que la densidad ha disminuido y que las frecuencias de tamaño indican un menor reclutamiento en la zona más expuesta a temporales de componente este, que por otro lado presenta ejemplares de mayor tamaño..

Palabras clave: *Patella ferruginea*, dinámica de población, meta-población.

ABSTRACT

The present work shows the results obtained within the project: “Environmental Surveillance P.N. del Estrecho 2012-2017”. The *Patella ferruginea* is one of the twelve species, which due to its delicate state of conservation “Endangered by Extinction”, presents its own conservation and management strategy at the national level. The random evolution of the population during these years has led us to ask ourselves what factors have been determinant in this progression, and therefore to consider the Self-Hypothesis (Ho): Does “The Theory of meta-populations (Hanski, 1999) explain the progressive but undetermined evolution of the species”. The results obtained show: 1st The population has been growing; 2nd A decrease in density has been noticed; 3rd Frequencies of size indicate a lower recruitment in the area more exposed to East storm component, which in turn presents bigger specimens.

Key words: *Patella ferruginea*, population dynamics, meta-population.

1. INTRODUCCIÓN

En la evaluación de ecosistemas del milenio realizado por la Organización de las Naciones Unidas, se alertaba de la pésima situación que presentaba el ecosistema costero a nivel mundial (*World Resources Institute*, 2005: 98). La cuenca mediterránea *sensu stricto* ha sido considerada como una “zona reactiva” por su alta vulnerabilidad e irremplazabilidad (Brooks *et al.*, 2007: 59), habiendo sido clasificada a escala mundial como un *hotspots* de biodiversidad prioritario para su conservación (Myers *et al.*, 2000: 853). A pesar de ello, el ecosistema medio-litoral se encuentra muy deteriorado debido a que

por su fácil accesibilidad presenta una alta presión antrópica (Guerra *et al.*, 2011: 25).

A nivel regional, el estrecho de Gibraltar es una zona con una gran riqueza biológica debida a la notable singularidad ambiental que le confiere el encontrarse entre dos masas de agua muy distintas, el océano Atlántico y el mar Mediterráneo, y entre dos regiones biogeográficas, la paleártica y la etiópica.

Desde un punto de vista ecológico, resulta una pieza clave en la conservación de un singular hábitat “*acantilados con vegetación propia de las costas mediterráneas*” (Anexo I directiva 92/43/CEE) y prioritario para la supervivencia

de especies endémicas como el *Limonium emarginatum* y en peligro de extinción como la *Patella ferruginea*.

El presente trabajo se ha planteado dentro del marco de la conservación y pretende contribuir a la divulgación y preservación de una especie la lapa ferruginosa –*Patella ferruginea* (Gmelin, 1791)–, que en la última década se ha convertido en uno de los elementos más significativos del patrimonio natural del Campo de Gibraltar.

Antes de iniciarse los trabajos de campo, muchos han sido los antecedentes que han determinado el estudio; no obstante, dos han sido los elementos claves que han posibilitado su realización. El primero fueron las jornadas medioambientales que el Colegio Montecalpe realizaba en el litoral algecireño, donde se aunaba el diseño curricular de la asignatura de ciencias naturales y el espíritu investigador de los alumnos (Barragan, 2002: 77) y que posteriormente dio lugar a la publicación de Garzón (2003) *Itinerario natural por el litoral de Algeciras*; el segundo hito fue la publicación del trabajo de García Gómez (2007) *Biota litoral y vigilancia ambiental en las áreas marinas protegidas*, que, de forma asequible, establecía una herramienta que permite advertir mediante la selección de especies indicadoras y la observación detallada del entorno, cambios en el ecosistema litoral (García-Gómez, 2007: 21).

Con estos antecedentes, el departamento de ciencias del Colegio Montecalpe planteó en 2012 un proyecto de investigación en el medio natural a largo plazo, que con un diseño metodológico serio y riguroso permitía establecer un seguimiento ambiental en el Parque Natural del Estrecho. Lo que en principio se inició como una vigilancia ambiental para valorar el estado de la zona intermareal –análisis de biodiversidad, selección de especies indicadoras y establecimiento de estaciones-centinela– ha evolucionado durante los últimos años en un estudio exhaustivo sobre la dinámica de población de *Patella ferruginea* (Filo Mollusca, Clase Gastrópoda, Familia Patellidae), único invertebrado marino en peligro de extinción considerado como una de las especies clave en la conservación del Mediterráneo. Por lo tanto, sobre la base de la vigilancia ambiental se ha realizado una transformación metodológica que

nos ha permitido censar anualmente la especie, analizar la evolución de sus efectivos y establecer la estructura de la población en la zona de estudio.

Con todo ello, el presente estudio pretende, en primer lugar, contribuir a la conservación de la especie poniendo en práctica las directrices de conservación (5.7. Control y seguimiento de la población, 5.8. Estudios e investigación y 5.9. Comunicación, concienciación y participación pública) propuestas en la *Estrategia de Conservación de la Lapa Ferruginea (Patella ferruginea) en España* (MARM, 2008: 29-32); seguidamente, aportar datos locales específicos a los censos que la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio viene realizando desde 2004 en diversas localidades del territorio andaluz para conocer mejor sus poblaciones (Fernández y otros, 2017: 182); y, por último, analizar como aspecto novedoso el seguimiento anual sistemático de la evolución de una población en una localidad donde previamente no se había localizado ningún ejemplar de la especie, por lo se puede establecer el estado inicial cero.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra dentro de la Zona A1 de reserva según el *Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Frente Litoral Algeciras-Tarifa* (Junta de Andalucía, 2002: 84). En concreto, la zona de estudio presenta hábitat característicos (Anexo I directiva 92/43/CEE) con presencia de *Limonium emarginatum*.

El trabajo de campo se ha realizado en una zona ampliamente descrita del sector más oriental del Parque Natural del Estrecho (Garzón, 2003: 17), que, por su proximidad, ha favorecido los desplazamientos del equipo de trabajo. Su geomorfología resulta determinante para la protección de la especie. La presencia de una fuerte estratificación sometida a una erosión diferencial produce una orientación oblicua de los materiales, donde se alternan capas duras y blandas de arenisca cuarcífera y de arcilla que dificultan la accesibilidad a la zona y la presencia de plataformas de abrasión con distintos grados de exposición a las corrientes y mareas, por lo que constituyen excelentes refugios donde la especie puede pasar desapercibida.

El ámbito de actuación se ha centrado en la zona intermareal siguiendo los criterios de pisos biotónicos establecidos por Pérès y Picard en 1964. Esta zona presenta la singularidad de que existe una alta competencia interespecífica por el espacio y, por otro lado, que los organismos marinos están periódicamente expuesto al aire y, por tanto, deben estar capacitados para superar esta exposición (Castro y Huber, 2007: 236), lo que hace que sea un hábitat especialmente vulnerable al recibir perturbaciones terrestres –presión humana– y marinas –contaminación– (Guerra *et al.* 2011: 27).

Aunque los censos se han realizado en una franja de litoral más amplia, dos kilómetros lineales de costa, el estudio se ha centrado en una pequeña cala sobre la que se han aplicado muestreos sistemáticos, que han supuesto aproximadamente el 45% de dicho transecto.

2.2 Especie objeto de estudio

La *Patella ferruginea* (Lámina 1) es el único invertebrado marino del Mediterráneo que, por su estatus, se encuentra en el nivel más alto de protección: declarada “*en Peligro de Extinción*”, incluida en el Catálogo Nacional de Especie Amenazadas –anexo IV de especies que requieren una protección estricta, Directiva Hábitat– y formando parte de las doce especies que a nivel nacional cuentan con una estrategia propia para su conservación MARM (2008). Los últimos censos estiman una población mundial de entre 90.000-110.000 ejemplares; de estos, 7000 se localizan en el litoral andaluz y solo 300 lo hacen en el ámbito del Parque Natural del Estrecho (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación, 2015: 70). La especie puede alcanzar un tamaño relativamente grande (más de 10 cm) y vivir hasta 12 años. Presenta gruesas y elevadas costillas radiales, que la hacen inconfundible (Espinosa, 2006: 125). Los individuos más jóvenes presentan anillos más oscuros, concéntricos e irregulares (Guallart *et al.*, 2012: 272). La especie es herbívora y se alimenta principalmente de algas incrustantes, para lo cual se desplaza durante la pleamar, dejando al descubierto la huella de su incrustación, para posteriormente regresar a su posición inicial (Guallart y Acevedo, 2006). Su reproducción es bastante peculiar: al ser una especie “hermafrodita protándrica”, los



Lámina 1. Ejemplar adulto de *Patella ferruginea*, censada y medida en abril de 2016. Archivo del autor

individuos maduran primero como machos – primera madurez sexual, 28 mm, en su segundo año de vida–, mientras que no se produce la inversión de sexo hasta el tercer o cuarto año de vida, en el que la hembras alcanzan 42 mm de longitud (Guallart *et al.*, 2010: 30). Como cualquier gasterópodo marino, antes de fijarse sobre el sustrato presenta una fase larvaria de vida libre, lo cual confiere a la especie una alta capacidad de dispersión.

2.3 Método de estudio.

Para analizar la evolución de la especie en la zona de estudio, se han realizado anualmente censos exhaustivos en la zona intermareal, muestreando todos los nichos apropiados para su fijación. Para ello se han reconocido todo los afloramientos rocosos y plataformas de abrasión que emergen en los flancos que delimitan la zona de estudio. Divididos en grupos de cuatro, los alumnos han ido reconociendo *de visu* la zona intermareal durante el espacio de tiempo que dura la bajamar.

Se han empleado al menos cuatro mareas por año para garantizar la exactitud de los resultados. Una vez localizado un ejemplar, se ha registrado

la posición UTM mediante un GPS Garmin Etrex 10⁺ y la biometría del ejemplar (longitud-anchura) datos que, posteriormente, han sido analizados como parámetros poblacionales.

Para determinar la estructura de población hemos establecido en función de la longitud del ejemplar cuatro clases de edad: reclutamiento anual (lapa ≤ 15 mm), machos ($15 \text{ mm} < \text{lapa} \leq 30$ mm), ejemplares no determinados sexualmente ($30 \text{ mm} < \text{lapa} \leq 40$ mm) y hembras (lapa > 40 mm). Para ello hemos realizado una adaptación *ad hoc* basada en los trabajos realizados por Espinosa *et al.* (2006) y Guallart y Acevedo (2006).

Para analizar el crecimiento de los individuos, no se ha utilizado ningún método intrusivo que pudiera suponer la manipulación o marcaje de individuos, sino que se han utilizado las medidas registradas de los ejemplares durante los censos exhaustivos en la zona de estudio. Por ese motivo no se han podido analizar tasas de crecimiento individuales, utilizando a todos los efectos las medias poblacionales que, aun no siendo tan exactas como las tasas de crecimiento individuales, nos permiten establecer correlaciones entre las distintas clases de edad y analizar con cierto grado de fiabilidad la evolución de la estructura de población. En cuanto a los valores de densidad, se han utilizado densidades lineales unidades/metros lineales.

3. RESULTADOS

Este trabajo muestra los resultados obtenidos de la evolución de la población de *Patella ferruginea* tras cinco años de vigilancia ambiental en un área discreta del Parque Natural del Estrecho. En una situación de necesidades de conservación urgentes y con recursos limitados, se planteó un seguimiento a largo plazo que, mediante un esfuerzo controlado, permitiera conocer y detectar alteraciones en la conservación del entorno natural (López *et al.*, 2015: 1).

Como resultado del estudio, la población muestra una lenta recuperación de los efectivos poblacionales: durante el primer año se realizó un muestreo sistemático de la zona más oriental del parque, descubriendo que, a pesar de ser la zona con mayor α -Diversidad, no se detectó la presencia de *Patella ferruginea*. A partir del

segundo año, el aumento ha sido progresivo: 6 u., 33 u., 111 u. y 136 u. La evolución de la población a partir del cuarto año parece que ha tendido a una cierta estabilización, ajustándose a una curva de regresión $y = 6,35x^2 - 0,44x - 11,4$ con un ajuste de correlación alto $R^2 = 0,95$ (Lámina 2).

Para analizar la densidad en la zona de estudio nos hemos basado solo en los resultados obtenidos durante los dos últimos años $d_{2015-6} = 1,25 \pm 0,01$ unid/m lineal y $d_{2016-7} = 1,06 \pm 0,21$ unid/m lineal. Estos resultados se asemejan a los obtenidos en otras zonas de la provincia de Cádiz, aunque por debajo de la densidad encontrada en la orilla africana del Estrecho, donde Rivera *et al.* (2011: 86) encontraron densidades superiores a 6 unid/m lineal. Esta disminución de la densidad es debida a un incremento del área de distribución en el extremo más oriental y a una disminución de la población en la zona más occidental del área de estudio.

No se ha encontrado correlación entre el tamaño de los ejemplares y su geolocalización, hallando ejemplares de todos los tamaños a lo largo de ambas franjas costeras. Lo que sí hemos apreciado es una clara distribución de tamaños y la pérdida de algunos ejemplares en la zona de mayor exposición a las corrientes. Si analizamos la estructura de población atendiendo a las cuatro clases de edad (Lámina 3) establecidas se observa un incremento del reclutamiento anual en la zona norte –dos unidades más que en 2016 (+14%) y un desplazamiento en la distribución de las clases de edad, incrementándose el número de grandes hembras observadas, ya que de 11 en 2016 pasamos a 44 en 2017–; asimismo, una disminución del reclutamiento en la zona sur: si en 2016 fue escasa –3 u.– en 2017 solo un ejemplar y desaparición de parte del contingente entre $15 < P.f \leq 40$ mm.

Para finalizar, se ha analizado la evolución de la estructura de tallas en el área de estudio (Láminas 4 y 5). A partir de los resultados obtenidos podemos afirmar que las gráficas anuales muestran un perfil muy similar caracterizadas por tres factores determinantes: mayor reclutamiento en la zona norte, pérdida potencial de machos reproductores y presencia de un mayor número de grandes hembras en la franja sur de la zona de estudio.

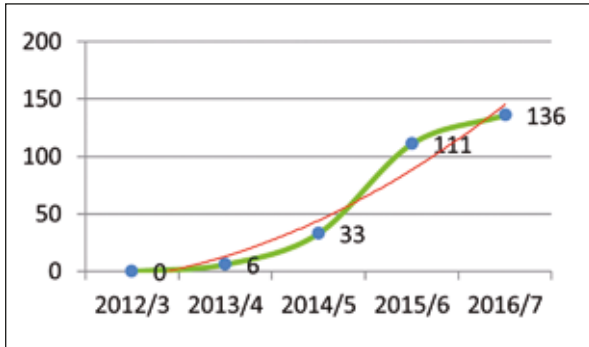


Lámina 2. Evolución de la población de *Patella ferruginea* en la zona de estudio. Archivo del autor

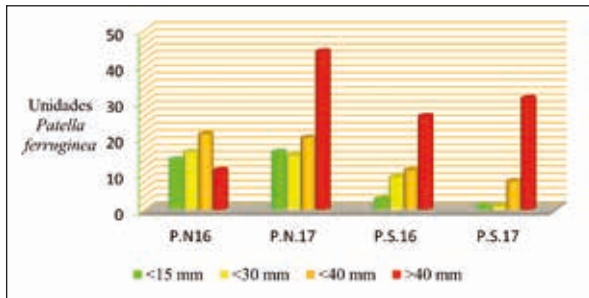


Lámina 3. Evolución de la distribución de las clases de edad. Archivo del autor

Leyenda

- P.N.16 Punta Norte 2016
- P.N.17 Punta Norte 2017
- P.S.16 Punta Sur 2016
- P.S.17 Punta Sur 2017

4. CONCLUSIONES

Desde el inicio del programa de vigilancia ambiental, la zona de estudio ha sido considerada como una de las de mayor riqueza ecológica. La colonización e incremento de población de una especie emblemática como es *Patella ferruginea* avala el alto valor de su estado de conservación. Se ha probado que la conservación de unas pocas especies raras en un área determinada garantiza el mantenimiento de un valor estimado global de conservación de dicha área elevado (Hiraldo y Alonso, 1985: 5)

Los resultados obtenidos:

- 1º Incremento del número de individuo partiendo de una población inexistente.
- 2º Tasas de reclutamiento progresivas pero inestables.

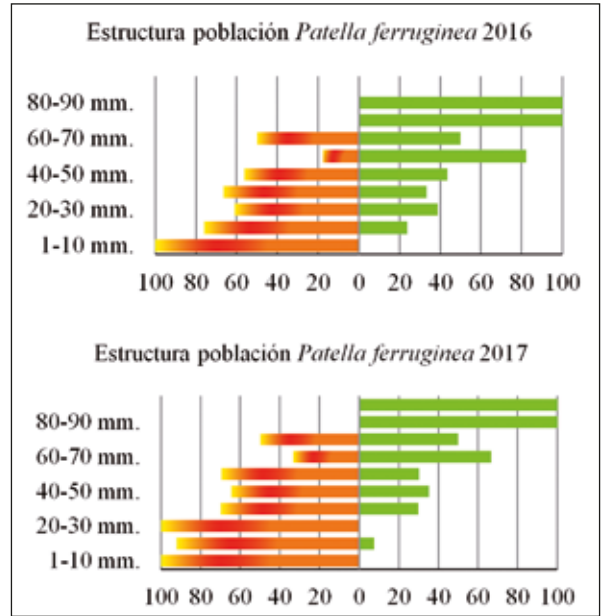


Lámina 4. Evolución de la estructura de población durante los últimos años. Los histogramas representan el porcentaje de individuos de una determinada talla que se localizan en la zona norte a la izquierda del gráfico y en la zona sur derecha del gráfico. Archivo del autor

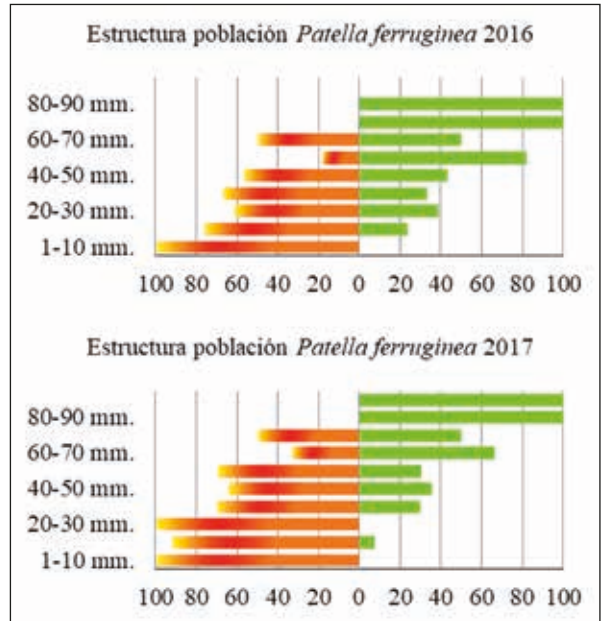


Lámina 5. Evolución de la población dependiendo de su área de distribución. Los histogramas de la derecha se corresponde con los datos del 2016 y los de la izquierda con los datos del 2017. Archivo del autor

- 3º Aumento del tamaño de hembras reproductoras y
- 4º Variación anual muy marcada, que afecta fundamentalmente a juveniles de menos de dos años (≤ 30 mm)

son indicadores de una comunidad joven, que depende de los aportes de larvas procedentes de otros lugares, lo que permite afirmar que la población de *Patella ferruginea* estudiada forma parte de una meta-población, donde el balance entre extinción y recolonización y su consecuencia para la persistencia a largo plazo, dependen del conjunto de relaciones establecidas entre un conjunto de sub-poblaciones parcialmente aisladas pero que mantienen una fuerte vinculación genética a través de la conexión de sus larvas.

La evolución parece indicar que se verifica el modelo de “meta-población”. Así la zona está conectada con otras áreas por la dispersión y colonización de “larvas” procedentes de progenitores que se encuentran a larga distancia. Observaciones personales han mostrado la existencia de una población en una zona de difícil acceso –“Isla Paloma”– donde se encuentran ejemplares de gran tamaño, que podría estar actuando como “población fuente”.

La presencia de hembras de gran tamaño $\rightarrow 40$ mm– podría permitir que, en un futuro, la zona pueda servir como fuente para otras áreas. Es sabido que, para garantizar el éxito reproductor, se requiere una densidad mínima que garantice la fecundación de los gametos (García Gómez *et al.*, 2010: 3).

Por tanto, y como conclusión, se debe considerar que la población existente procede de la dispersión de poblaciones cercanas, por lo que el reclutamiento juega un papel fundamental en la determinación de la abundancia de la especie. Según Pulliam (1988), las áreas pueden dividirse en fuentes –“áreas donantes de alta calidad”– y sumideros –“áreas receptoras de peor calidad”–. Por tanto, el área colonizada es un sumidero de una meta-población que abarcaría ambas orillas del estrecho de Gibraltar, constituyendo una ventaja evolutiva para la conservación de esta especie al favorecer la supervivencia –“la probabilidad de extinción de poblaciones locales disminuye al aumentar el tamaño de la

población; asimismo, el aumento de la fracción de áreas ocupadas por la meta-población implica una mayor existencia de poblaciones locales” (Hanskii, 1991)..

Para finalizar se puede considerar que la zona de estudio, con un régimen de protección especial Parque Natural del Estrecho, empieza a tener una densidad de población adecuada –1,15 u/m lineal– y una estructura de población donde el 60,3% de los individuos son hembras de gran tamaño – $Long_{med} = 53'9 \pm 10, 2$ mm–, lo que favorece una elevada producción de óvulos que pueden convertir a la zona de actuación en un foco de producción secundaria para zonas adyacentes.

Este estudio se ha realizado con una autorización de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio para la realización de actividades de investigación/formación científica de alumnado en la zona intermareal del Parque Natural del Estrecho” (Resolución 15 de junio de 2017).

5. AGRADECIMIENTOS.

Son muchas las personas que han contribuido a que este trabajo haya podido realizarse. En primer lugar debemos agradecer el trabajo realizado por cinco promociones de alumnos del colegio Montecalpe que durante los cursos de 4º de ESO y 1º de Bachillerato, han participado activamente en los muestreos realizados: Manuel Añón, Francisco José García, Elías Hadjeres, Manuel Larqué, Fernando Martín Oliva, Javier Molina, Álvaro Raña, Scott Gourlay, Alejandro Marfil, Emilio Miró, José Manuel Ocaña, Javier Sato, Ismael Sato, Pablo Menoyo y Miguel Ibáñez; su interés en el proyecto y su entrega en el trabajo han permitido que año tras año las jornadas de campo se convirtieran en un apasionante descubrimiento del entorno natural del Parque del Estrecho.

También debemos agradecer a D^a María Eugenia San Emeterio Pozueta, Directora Conservadora del P. N. del Estrecho, su buena disposición y todas las facilidades que nos ha dado para conseguir el permiso para la realización de actividades de investigación/formación científica de alumnado en la zona intermareal del parque natural. Asimismo, la colaboración

incondicional de D. Eduardo Briones, biólogo del Ayuntamiento de los Barrios, por haber servido de puente para realizar el trabajo y conseguir los permisos oportunos; a D. Orlando Garzón por su continuo apoyo y por sus sugerencias en la revisión de este trabajo; a D. José Carlos García Gómez, catedrático del Laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, y a su equipo capitaneado por José Manuel Guerra, por todas las dudas que nos han resuelto durante estos últimos años.

Por otro lado, agradecemos el trabajo de los profesores del colegio, a D. Miguel Ángel Carrasco por dar forma al Grupo de Investigación y a D. José Fernández Millán por su apoyo y colaboración para sacar adelante los proyectos de investigación que le presentamos. ■

6. BIBLIOGRAFÍA

- Barragán, J. M. (2002). *Guía de buenas prácticas para la gestión de los recursos del litoral de la provincia de Cádiz*. Cádiz: Universidad de Cádiz y Diputación Provincial de Cádiz.
- Begon, M.; Harper, J. L. y Townsend, C. R. (1999). *Ecología: individuos, poblaciones y Comunidades*. 3ª Edición. Editorial Omega S.A.
- Brooks, T. M.; Mittermeier, R. A.; Fonseca, G. A. B.; Gerlach, J.; Hoffmann, M.; Lamoreux, J. F.; Mittermeier, C. G.; Pilgrim, J. D. y Rodríguez, A. S. L. (2006). "Global Biodiversity Conservation Priorities". *Science* (313), pp. 58-61.
- Castro, P. y Huber, M. (2007). *Biología Marina*. Ed. Mc Graw-Hill.
- Garzón O. (2003). *Itinerario natural por el litoral de Algeciras: Getares-Cala Arena*. Editorial Wanagu.
- Espinosa, F. (2006). *Caracterización biológica del molusco protegido 'Patella ferruginea' Gmelin, 1791 (Gastropoda: Patellidae): bases para su gestión y conservación*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Fernández, M., Arroyo M. C. y Soledad, M. (2017). "Caracterización de las poblaciones de lapa ferruginosa (*Patella ferruginea*, 1971) de la costa norte del estrecho de Gibraltar". *Almoraima. Revista de Estudios Campogibaltareños* (47). Algeciras: Instituto de Estudios Campogibaltareños, pp. 181-202.
- García Gómez, J. C. (2007). *Biota litoral y Vigilancia Ambiental en las Áreas Marinas Protegidas*. Servicio de publicaciones de la Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- García Gómez, J. C., López, C. M., Espinosa, F.; Guerra, J. M. y Rivera, G. A. (2010). "Marine artificial micro-reserves: a possibility for the conservation of endangered species living on artificial substrata". *Marine Ecology*, pp. 1-9.
- Guerra J. M.; Palacio, I.; Baeza, E.; Cabeza, M^a P.; Ros, M. y García-Gómez J. C. (2011). "Patrones de variación espacial de las comunidades inter-mareales de la isla de Tarifa (Cádiz)". *Migres, Revista de Ecología* (2), pp. 25-34.
- Guallart, J.; Calvo, M.; Acevedo, I.; Peña, J. B. y Luque, Á. (2012). "Patrón morfológico y coloración de la concha de los juveniles de la lapa amenazada *Patella ferruginea* (I) desde su fijación al sustrato hasta su primer año de vida" *Libro de Resúmenes, XVII Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina*. Donostia, septiembre 2012 (póster).
- Guallart, J. y Acevedo, I. (2006). *Observaciones sobre la biología de la lapa *Patella ferruginea* (Mollusca, Patellidae) en las islas Chafarinas*. Simposio de Bentos de Barcelona.
- Guallart, J.; Calvo, M. y Cabezas, P. (2010). *Hermafroditismo en la lapa ferruginosa (*Patella ferruginea*) (Mollusca, Patellidae), especie catalogada "en peligro de extinción"*. Bayle Sempere, J. T. (coord.).
- Hanski, I. (1991) "Single-species metapopulation dynamics: concepts, models and observations". *Metapopulation Dynamics* (M. E. Gilpin y I. Hanski, eds.). Londres: Academic Press, pp. 17-38.
- Hanski, I. (1999). *Metapopulation ecology*. Oxford: University Press.
- Hirald F. y Alonso J. C. (1985) "Sistema de indicadores faunísticos (vertebrados) aplicable a la planificación y gestión del medio natural en la península ibérica". *Naturalia Hispánica* (26. ICONA).
- Junta de Andalucía (2003). "Plan de ordenación de los recursos naturales del Frente Litoral Algeciras Tarifa". Decreto 308/2002 de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Frente Litoral Algeciras-Tarifa. BOJA nº 18 (2003). Junta de Andalucía.
- Junta de Andalucía (2015). "Programa de Gestión Sostenible del medio marino andaluz. Informe final de resultados". Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía.
- MARM (2008): "Estrategia de conservación de la lapa ferruginosa (*Patella ferruginea*) en España". Conferencia sectorial de Medio Ambiente.

- López, C.; González, G. y Mendoza, J. (2015). "Surveillance of the coastal environment. Conservation on the coastline of the Natural Park of the Strait of Gibraltar". *Libro de resúmenes Science on Stage: Inclusive science*. Londres. Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B. y Kents, J. (2000). "Biodiversity hotspots for conservation priorities". *Nature* (403), pp. 853-858.
- Pérès, J. M. y Picard, J. (1964). "Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée". *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume* (31), pp. 83-155. Rivera-Ingraham, G. A.; Espinosa, F. y García-Gómez, J. C. (2011). "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), pp. 83-99.
- Pulliam, H. R. (1988). "Sources, sinks and population regulation". *American Naturalist* (132), pp. 652-661.
- Tellería, J. L. (2012). *Introducción a la conservación de las especies*. Valencia: Tundra Ediciones.
- World Resources Institute (2005). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua. Informe de Síntesis*. Washington, DC.

Grupo de Investigación Científica. Colegio Puertoblanco-Montecalpe. Algeciras (Cádiz)

Cómo citar este artículo:

González Jiménez, Germán *et al.* (2019). "Evolución de *Patella ferruginea* (Gmelin, 1791), en el Parque Natural del Estrecho. Resultados de una vigilancia a medio plazo (2012-2017)". *Almoraima. Revista de Estudios Campogibaltareños* (50), abril 2019. Algeciras: Instituto de Estudios Campogibaltareños, pp. 235-242
