

**Estructura poblacional de los moluscos gastrópodos
Phorcus sauciatus y *P. atratus* en el litoral de Tenerife**

**Population structure of the gastropod molluscs
Phorcus sauciatus and *P. atratus* on the coast of
Tenerife**



Alberto Garrido Macías

Tutorizado por Jorge Núñez Fraga y José Carlos Hernández

Grado en Biología. Julio, 2017.

Índice

Resumen.....	2
Abstract	2
Introducción	3
Parte taxonómica	4
Descripción de la concha de las dos especies estudiadas.....	5
Material y métodos	7
Diseño muestral	7
Material examinado	8
Análisis estadístico	9
Resultados	9
Estudio de frecuencias y estadísticos descriptivos	9
ANOVA.....	10
Conclusiones	11
Conclusions	12
Bibliografía	13

Resumen

En Canarias, tradicionalmente se han consumido como marisco algunas especies de burgados (moluscos gastrópodos litorales), que son relativamente abundantes en sus costas. El intensivo marisqueo local y la no regularización de su captura, ha propiciado la pérdida de gran parte de las poblaciones, viéndose reducidas a pequeños grupos distribuidos en puntos concretos de las islas, siendo necesario que la administración regule la extracción de estas especies o tome medidas conservacionistas para la preservación de estas poblaciones.

Se estudia la estructura poblacional de dos especies de burgados *Phorcus sauciatus* (burgado hembra) y *Phorcus atratus* (burgado macho) en varias localidades del intermareal rocoso de la isla de Tenerife. Se observaron diferencias significativas en la actividad poblacional estudiada entre bajamares diurnas y nocturnas, para el caso concreto de la especie *P. sauciatus*, repitiéndose este patrón de variación poblacional en las dos localidades estudiadas. En el caso de *P. atratus*, los datos obtenidos fueron escasos para realizar un estudio estadístico, que viene a manifestar el estado de regresión de esta especie en Tenerife.

Abstract

In the Canaries, some species of “burgados” (littoral gastropod molluscs) have been consumed as seafood, which are relatively abundant in its coasts. The intensive local fishing and the non-regularization of their catch has led to the loss of a large part of the population, being reduced to small groups distributed in specific points of the islands, being necessary that the administration regulates the extraction of these species or to take measures for the preservation of these populations.

The population structure of two species of *Phorcus sauciatus* (female burgado) and *Phorcus atratus* (male burgado) is studied in several localities of the rocky intertidal of the island of Tenerife. Significant differences were observed in the studied population activity between diurnal and nocturnal low tides for the specific case of the species *P. sauciatus*, repeating this pattern of population variation in the two localities studied. In the case of *P. atratus*, the data obtained were scarce to perform a statistical study, which comes to show the regression state of this species in Tenerife.

Introducción

La zona costera del intermareal posee características que condicionan su colonización por los organismos marinos, ya que las condiciones y factores abióticos son muy distintos, si comparamos las zonas submareales someras, que siempre están sumergidas con las intermareales, que pasan por un periodo diario de exposición al aire, cuando quedan en seco durante la bajamar. Así pues, esta zona se divide en varios pisos siguiendo un gradiente vertical. El supralitoral, que rara vez se encuentra sumergido, el mesolitoral, donde hay alternancia de inmersión y emersión, que rara vez se encuentra emergido, y por último el submareal, que nunca emerge.

Una serie de poblaciones de organismos definen los diferentes horizontes o niveles del intermareal o zona de mareas, siendo los moluscos gastrópodos los más abundantes y representativos. En Canarias destacan las poblaciones de lapas (*Patella* spp.) y las de burgados (*Phorcus* spp.) tanto por su abundancia como por su interés marisquero.

El presente estudio abarca en concreto las poblaciones de burgados (Gastropoda, Vetigastropoda), subclase caracterizada por poseer órganos sensoriales ctenidiales denominados bursículos, presentar órganos de los sentidos epipodiales y por la estructura especial del esófago (Salvini-Plawen & Haszprunar, 1987). A su vez, se encuentran incluidos en la familia Trochoidea, que presentan una capa de nácar en la parte interior de la concha. Las especies de burgados de Canarias, objeto del presente estudio, pertenecen al género *Phorcus* Risso, 1826 (antes como *Osilinus* Philippi, 1847) cuya distribución abarca la costa sur de Marruecos, el mar Mediterráneo y el océano Atlántico nororiental, destacando los archipiélagos de Madeira, Cabo Verde y Canarias (Templado, 2012). El género *Phorcus* ha sido descrito recientemente englobando a las especies pertenecientes a los géneros *Osilinus* o *Monodonta* (Templado, 2012).

Las poblaciones estudiadas se centran en la isla de Tenerife, en donde se encuentran dos especies de tradición marisquera, *Phorcus sauciatus* (Koch, 1845) y *Phorcus atratus* (Wood, 1828). Estas dos especies además de habitar en el archipiélago canario, también se distribuyen en otros archipiélagos macaronésicos, como Madeira, Cabo Verde y las islas Salvajes (Hawkins *et al.*, 2000).

En cuanto a su morfología, *P. sauciatus* es de color verde-oliváceo con manchas oscuras repartidas de forma irregular, presenta mayor anchura (abertura) que altura, una concha lisa y de paredes gruesas (Núñez, 1995). A menudo presenta una marca purpura en el área

umbilical (da Costa, 2015). Suelen encontrarse en sustratos rocosos abruptos. Alcanza su límite de distribución en el norte de la Península Ibérica (Rubal *et al.*, 2014). *Phorcus atratus* es de coloración pardo-violácea, es más alta que ancha (o con una relación próxima a 1:1), y sus paredes son más gruesas (Núñez, 1995). Habitan en las rasas costeras o arrecifes, en sustratos con suave inclinación. Su límite de distribución se encuentra en las islas macaronésicas.

Cabe destacar que los burgados son una de las especies más afectadas por el marisqueo en Tenerife. Según se recoge en el BOC 093 de 2011, con el objetivo de recuperar las especies, su recolección se ha sometido a un periodo de veda de 5 años, y posteriormente se ha prorrogado. El objetivo es recuperar la densidad de población, y regular su recogida hasta que se pueda llevar a cabo de manera limitada.

El objetivo del estudio es identificar los patrones de abundancia y estructura de tallas de las poblaciones de ambas especies en varias localidades de Tenerife, lo que nos permitirá establecer hipótesis sobre los mecanismos ecológicos que gobiernan sobre estos organismos según Ramírez *et al.*, (2005).

Parte taxonómica

Clase **Gastropoda** Cuvier, 1795

Los gastrópodos son uno de los grupos más diversos de animales, tanto en forma, hábito y hábitat. Son el grupo mayor de moluscos, con más de 62.000 especies vivas descritas, y constituyen alrededor del 80% de los moluscos vivos. Presentan área cefálica, un pie musculoso ventral y una concha dorsal; además, cuando son larvas, sufren el fenómeno de torsión, que es el giro de la masa visceral sobre el pie y la cabeza, lo que les permite esconder antes la cabeza en la concha, dándoles una clara ventaja evolutiva.

Presentan dos o cuatro tentáculos sensoriales. La mayoría tiene concha de una pieza y enrollada en espiral. Muchas especies poseen un opérculo que actúa como tapadera para cerrar la entrada de la concha; en general es de material córneo, pero en algunas especies es calcáreo.

Los gastrópodos marinos incluyen herbívoros, detritívoros, carnívoros e incluso especies que atraen el alimento gracias al movimiento de cilios y, en tal caso, la rádula está reducida o ausente. Todos ellos respiran por branquias (Cox, 1960).

Subclase **Vetigastropoda** Salvini-Plawen, 1980

Los caracteres sinapomórficos más importantes de Vetigastropoda son los órganos sensoriales ctenidiales (los llamados bursículos), los órganos de los sentidos epipodiales y la estructura especial del esófago (Salvini-Plawen, 1987). Se considera que los vetigastropodos están entre los gastrópodos más primitivos. Se distribuyen extensamente en todos los océanos del mundo, sus hábitats van desde el mar profundo hasta la zona intermareal. La forma de la concha varía desde estructuras alargadas en forma de torre, hasta casi esféricas. Algunas especies poseen líneas de crecimiento concéntricas simples, apenas visibles en la superficie, mientras que otras presentan gruesas nervaduras axiales y radiales (Robertson, 2003).

Superfamilia **Trochoidea** Rafinesque, 1815

Trochoidea es una superfamilia de vetigastropodos, caracoles marinos con branquias y un opérculo. Las especies tienen nácar en la capa interior de la concha. Esta superfamilia es la más grande de los vetigastropodos, conteniendo más de 2.000 especies (Gofas, 2013).

Familia **Trochidae** Rafinesque, 1815

La Familia Trochidae agrupa a algunos de los gastrópodos más antiguos, con registros fósiles en el Triásico medio y Holoceno (Hickman & McLean 1990). Los organismos de esta familia se caracterizan morfológicamente por la presencia de una concha cónica con apertura redondeada y presencia de un opérculo córneo sin adición de carbonato de calcio, multiespiral y casi circular (Keen 1971, Hickman & McLean 1990).

Presentan un sistema reproductivo simple, un desarrollo con fertilización externa, y un breve estado larval planctónico lecitotrófico (Hickman 1992).

Son similares a los turbínidos. Los tróquidos se caracterizan por poseer algunos rasgos primitivos como puede ser un corazón con dos aurículas. Presentan sólo un riñón. El segundo osfradio se ha perdido en el curso de la evolución. La cavidad del manto contiene una sola branquia.

Descripción de la concha de las dos especies estudiadas

Phorcus sauciatus (Koch, 1845) (nombre vulgar en Canarias: burgado hembra) (Figura 1)

Concha cónica, elevada y con la base aplanada, formada por cinco o seis vueltas en espira, con mayor apertura que altura, y con paredes lisas y gruesas. Coloración verde-olivácea con manchas oscuras dispuestas irregularmente. Ápice no pulido en la mayoría de los

eemplares, aunque es posible encontrarlo en los de mayor tamaño. Abertura redondeada, con el borde del labro liso y de coloración oscura. El interior es blanco nacarado y sin ombligo. Presenta un opérculo córneo, fino y de coloración castaña.



Figura 1.- *Phorcus sauciatus*

Phorcus atratus (Wood, 1828) (nombre vulgar en Canarias: burgado macho) (Figura 2)

Concha cónica, más alta que ancha y con paredes más gruesas que *P. sauciatus*. Formada por cinco o seis vueltas adornadas por surcos espirales pronunciados, acabando en un ápice casi siempre pulido. Presenta paredes lisas, pero más rugosas que el burgado hembra y se pueden observar líneas de crecimiento oblicuas. La coloración es oscura, generalmente pardo-violácea, aunque en ocasiones presenta manchas blanquecinas, amarillentas o púrpuras. La abertura es redondeada, con el borde del labro liso y de coloración verde oscuro o negro, a veces con manchas oscuras y claras dispuestas irregularmente. El interior es blanco nacarado y sin ombligo. El opérculo es córneo, fino y de coloración castaña.



Figura 2.- *Phorcus atratus*

Material y métodos

Diseño muestral

El presente estudio, se realizó en dos plataformas o rasas costeras intermareales en la isla de Tenerife, durante el mes de mayo de 2017.

Las localidades escogidas para el muestro fueron el Médano en el sur de la isla ($28^{\circ} 02' 33.94''$ N $16^{\circ} 32' 03.59''$ W) y la caleta de Interián en el noroeste ($28^{\circ} 22' 23.32''$ N $16^{\circ} 47' 30.21''$ W) (Figura 3).

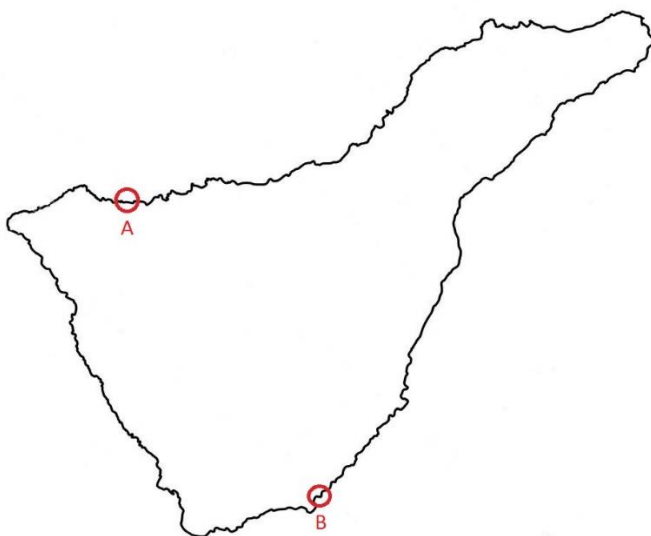


Figura 3.- Estaciones estudiadas: A, Médano; B, caleta de Interián

Las dos localidades objeto del estudio, se seleccionaron una vez localizadas las poblaciones de burgados. En cada estación de muestreo, se estimaron las densidades de población mediante una serie de cinco transectos de 10 x 2 m, distribuidos al azar dentro de los límites de la población. Por transecto, se realizó un recuento de todos los ejemplares de burgados y, con un calibrador, se tomaron dos medidas biométricas de la concha: la altura máxima y la apertura máxima (boca de la concha) (Figura 4). Una vez realizadas las mediciones los ejemplares se retornaban a su medio.



Figura 4.- Medidas obtenidas de los burgados. H representa la altura (Height) y W la apertura (Width)

Las estaciones, al ser zonas abruptas y delimitadas, se optó por el uso de transectos en vez de áreas por cuadrículas, para una mejor estimación de la densidad de población. Además, con este método, cabe la posibilidad de apreciar gradientes de cambios en los diferentes pisos u horizontes costeros, en caso de producirse. A su vez, debido a la actividad crepuscular de estas especies de moluscos, se llevaron a cabo dos recuentos por estación, uno al amanecer durante la primera bajamar y otro al atardecer en la segunda bajamar.

Material examinado

A continuación, se presentan los datos de las dos localidades muestreadas, en número total de ejemplares por especie de burgado.

Médano

	<i>Phorcus sauciatus</i>	<i>Phorcus atratus</i>
Recuento diurno	179	20
Recuento nocturno	481	17

Tabla 1.- Datos obtenidos de los dos recuentos realizados en el Médano, uno en la primera bajamar y el otro en la segunda bajamar. Los datos reflejan el número de ejemplares de cada especie, sumando todos los transectos realizados.

Caleta de Interián

	<i>Phorcus sauciatus</i>	<i>Phorcus atratus</i>
Recuento diurno	137 (42)	-
Recuento nocturno	404 (102)	-

Tabla 2.- Datos obtenidos de los dos recuentos realizados en la caleta de Interián, uno en la primera bajamar y el otro en la segunda bajamar. Los datos reflejan el número de ejemplares de cada especie, sumando todos los transectos realizados. Los valores entre paréntesis muestran los ejemplares de la población que se encontraron en el piso infralitoral.

Análisis estadístico

El análisis realizado se llevó a cabo en dos fases: la primera consistió en un estudio de frecuencias y estadísticos descriptivos, utilizando el programa R unido a la interfaz R Commander; la segunda fase consistió en desarrollar un ANOVA. Con los datos obtenidos se realizó un análisis univariante de la varianza permutaciones con el programa PERANOVA (Anderson, 2001), para evaluar los efectos combinados del tipo de bajamar y la localidad, sobre la densidad de *Phorcus sauciatus*. Se utilizó un diseño con el factor fijo “bajamar” y otro factor aleatorio “localidad”. Todos los análisis se llevaron a cabo con el paquete estadístico PRIMER 6 & PERANOVA + v.1.0.1.

Resultados

Estudio de frecuencias y estadísticos descriptivos

Los histogramas elaborados (Figura 5) muestran una clara diferencia en la actividad de los individuos en cada bajamar (día/noche). Podemos ver como aparecieron muchos más burgados en los muestreos durante las mareas nocturnas que en los muestreos durante mareas diurnas. Este patrón de variación se repitió en ambas localidades.

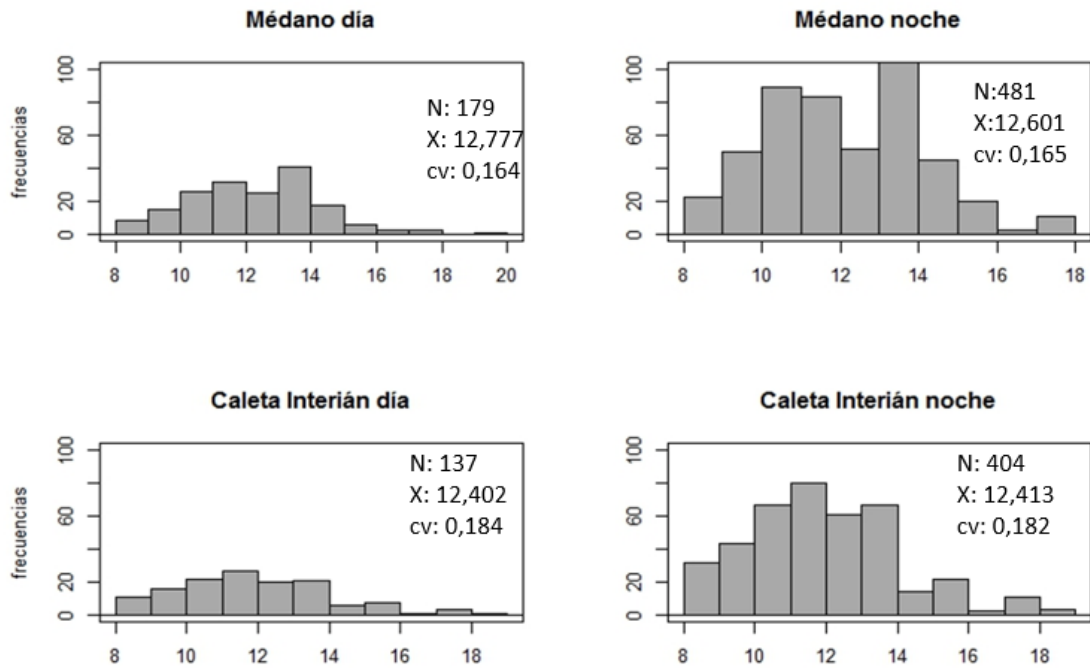


Figura 5.-Estadísticos descriptivos de las tallas, reflejados en los histogramas de frecuencia de cada bajamar en las dos localidades. N es el número de individuos, \bar{X} es el promedio y cv el coeficiente de variación.

ANOVA

El análisis univariante con los dos factores, bajamar (día/noche) y localidad (Médano/Interián), determinó una influencia significativa del factor bajamar ($0,0246 < 0,05$), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula planteada, lo que explica que hay diferencias significativas en la densidad de burgados observados entre la bajamar diurna y la bajamar nocturna (tabla 3). Además, este patrón de variación no depende de la localidad.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
bajamar	1	40,47	40,47	42,085	0,0246	4952
Loc(bajamar)	2	1,9232	0,96162	0,67059	0,5314	4989
Res	16	22,944	1,434			
Total	19	65,337				

Tabla3.- Resultados obtenidos con el programa PRIMER+PERMANOVA para la PERANOVA univariante.

Para presentar una visión más gráfica, se ha realizado un gráfico de barras (Figura 6) de las densidades de población en cada bajamar, más menos su desviación estándar. Se observa que la densidad media es mayor en la bajamar nocturna que en la diurna.

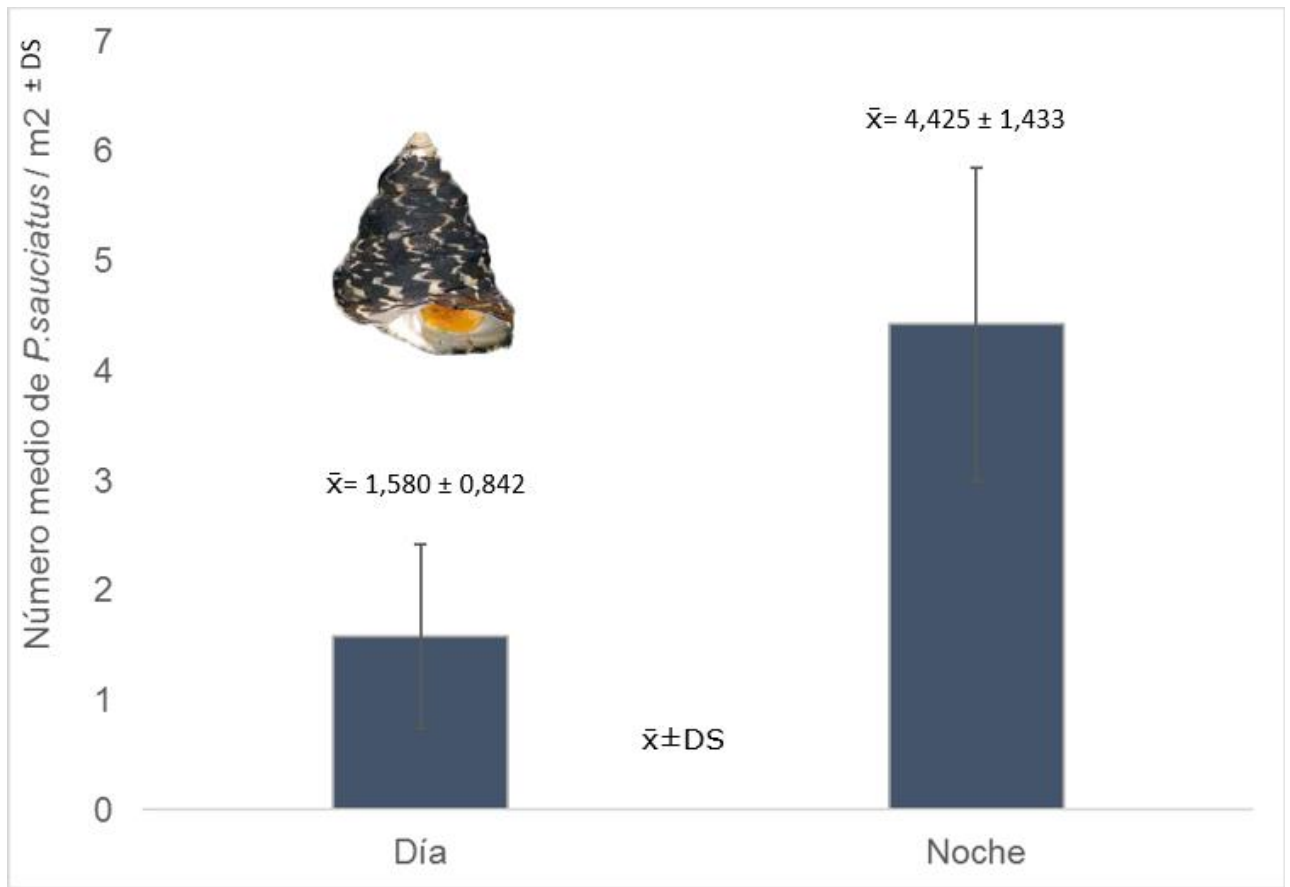


Figura 6.- Diagrama de barras. En el eje Y se muestra el número medio de *P. sauciatus* / m², más/menos la desviación estándar. El eje X muestra las dos bajamares.

Conclusiones

1. Se ha detectado una mayor actividad nocturna en *P. sauciatus*. Las diferencias existentes entre las densidades de población en las dos bajamares (diurna y nocturna) ($0,0246 < 0,05$), permiten concluir que *P. sauciatus* presenta mayor actividad nocturna que diurna. Este resultado ha de ser tenido en cuenta en futuros estudios que pretendan evaluar las densidades de este invertebrado puesto que los muestreos diurnos subestiman la población real de esta especie.
2. La localidad no ha sido relevante en la diferenciación poblacional. Con el ANOVA realizado podemos afirmar que el factor “localidad” no es relevante en la

estructura poblacional de *P. sauciatus*, por lo tanto, en el Médano como en la caleta de Interián los valores de densidad de población no se diferencian.

3. Al no obtener suficientes datos en el muestreo de *P. atratus* no ha sido posible llevar a cabo un estudio determinante de esta especie, lo que reafirma el estado de regresión de *P. atratus* en la isla de Tenerife, pudiendo llegar a calificarse como especie en vías de desaparición en esta isla.

Conclusions

1. A higher nocturnal activity has been detected in *P. sauciatus*. The differences between the population densities in the two low tides (day and night) ($0.0246 < 0.05$) allow us to conclude that *P. sauciatus* presents greater activity in nocturnal than diurnal hours. This result has to be taken into account in future studies that intend to evaluate the densities of this invertebrate since the diurnal samples underestimate the real population of this species.

2. Locality has not been relevant in the population differentiation. With ANOVA, we can affirm that the factor “locality” is not relevant in the population structure of *P. sauciatus*, therefore, in el Medano as in la Caleta de Interián the values of population density do not differ.

3. Due to the insufficiency of data in the sampling of *P. atratus*, a determinant study of this species has not been possible to carry out, which reaffirms the regression state of *P. atratus* in the island of Tenerife, being able to re-qualify as an endangered species on this island.

Bibliografía

- Anderson, M. J.** 2001. Permutation test for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 626-639.
- Cox, L.** 1960. Gastropoda. General characteristics of Gastropoda. *Geological Society of America & University of Kansas Press*. pp. 84-169.
- da Costa, M.** 2015. Distribution and Shape Analysis of *Phorcus lineatus* and *Phorcus sauciatus* along the Portuguese Coast. *Ciencias Ulisboa*. Pp. 8-10.
- Gofas, S.** 2013. Trochoidea. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=156489> on 2017-06-23
- Hawkins, S.J., Corte-Real, H.B.S.M., Pannacciulli, F.G., Weber, L.C. and Bishop, J.D.D.** 2000. Thoughts on the ecology and evolution of the intertidal biota of the Azores and other Atlantic islands. *Hydrobiologia*, 440: 3-17.
- Hickman, C.S.** 1992. Reproduction and development of trochacean gastropods. *The Veliger* 35: 245-272.
- Hickman, C.S. McLean, J.H.** 1990. Systematic revision and suprageneric classification of trochacean gastropods. *Natural History Museum of Los Angeles County Science Series* N° 35: 1-169.
- Keen, A.M.** 1971. Sea Shells of tropical West America. *Stanford University Press*, Stanford, California, 1064 pp.
- Navarro, P.G., Ramírez, R., Tuya, F., Fernández-Gil, C., Sánchez-Jerez, P. & Haroun, R.J.** 2005. Hierarchical analysis of spatial distribution patterns of patellid limpets in the Canary Islands. *J. Molluscan Stud.*, 71: 67-73.
- Núñez, J.** 1995. Estudio Ecológico del Mejillón y Otros Moluscos en la Isla de Fuerteventura. *Departamento de Biología, Universidad de La Laguna*, 150 pp. (inédito)
- Ramírez, R.** 2005. Estructura poblacional y distribución espacial de los moluscos gasterópodos *Osilinus atrata* y *Osilinus sauciatus* en el intermareal rocoso de las Islas Canarias (Atlántico centro-oriental), *Ciencias Marinas*, 31(4): 697-706.
- Ramírez, R., Tuya, F. y Haroun, R. J.** 2008. El Intermareal Canario. Poblaciones de lapas, burgados y cañadillas. *BIOGES*, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, p.52
- Ramírez, R., Tuya, F. & Haroun, R.J.** 2009. Efectos potenciales del marisqueo sobre moluscos gasterópodos de interés comercial (*Osilinus* spp. y *Patella* spp.) en el Archipiélago Canario. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(3), pp.703-714.
- Risso, A.** 1826. Histoire naturelle des principales productions de l'Europe méridionale et particulièrement de celles des environs de Nice et des Alpes Maritimes. *Paris, Levrault*: Vol. 1: XII + 448 + 1 carta.
- Robertson, R.** 2003. The edible West Indian "whelk" *Cittarium pica* (Gastropoda: Trochidae): Natural history with new observations. *Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 153 (1): 27-47

Rubal, M; Veiga, P; Cacabelos, E; Moreira, J. 2013. Increasing sea surface temperature and range shifts of intertidal gastropods along the Iberian Peninsula. *Journal of Sea Research*, 77, pp.1–10.

Salvini-Plawen, L.V.; Haszprunar, G. 1987. The Vetigastropoda and the systematics of streptoneurous Gastropoda (Mollusca). *Journal of Zoology*, 211:747–770

Templado, J. 2012. A new species of Phorcus (Vetigastropoda, Trochidae) from the Cape Verde Islands. *Iberus*, 30 (2): 89-96.