

Estudio biométrico de *Trivia arctica* y *Trivia monacha* (Gastropoda, Triviidae) en la península Ibérica

DAVID M. ALBA[#]; ANTONI TARRUELLA RUESTES^{*}; MERITXELL MAS ACEVES[‡]

[#]Institut de Paleontologia M. Crusafont
Escola Industrial 23, 08201 Sabadell, Barcelona, Spain
E-mail: dalba@eresmas.com

^{*}Grassot 26, 1er 2a, 08025 BARCELONA

[‡]Dept. de Biologia Animal, Fac. de Biologia, Universitat de Barcelona
Diagonal 645, 08028 Barcelona, Spain
E-mail: mermas@porthos.bio.ub.es

Resumen.—Estudio biométrico de *Trivia arctica* y *Trivia monacha* (Gastropoda, Triviidae) en la península Ibérica. A lo largo de las costas europeas, las dos especies generalmente más comunes del género *Trivia* son *T. arctica* y *T. monacha*. Se trata de dos especies morfológicamente muy parecidas, aunque fácilmente distinguibles por el patrón de coloración, y evolutivamente bien diferenciadas por incompatibilidades reproductoras y ecológicas. En el presente trabajo se intentó ver si además de presentar diferencias en la coloración, ambas especies también difieren por lo que hace referencia al tamaño absoluto y la forma de la concha, investigando si hay diferencias parecidas a nivel intraespecífico entre distintas poblaciones, y también si las diferencias documentadas pueden utilizarse para clasificar especímenes en una u otra especie en base exclusivamente a caracteres métricos. Así pues, se estudiaron un total de 628 especímenes de *T. arctica* (N=428) y *T. monacha* (N=200) procedentes de las costas mediterránea y atlántica de la península Ibérica. Para cada ejemplar se midieron cuatro variables presumiblemente relacionadas con el tamaño corporal: longitud, anchura, altura y número de dientes en el labio externo de la abertura. Estos datos se analizaron estadísticamente de distintas maneras (estadística descriptiva, análisis de la varianza con comparaciones múltiples por parejas, regresión alométrica y análisis discriminante), con el objeto de estudiar si ambas especies difieren en tamaño y forma, y si hay diferencias debidas también a la distribución geográfica. El análisis discriminante indica que mediante estas sencillas medidas es posible discriminar ambas especies con un grado de fiabilidad relativamente elevado, superior al 80%, lo cual tiene mucha utilidad potencial para estudios paleontológicos. Sin embargo, tanto el análisis de la varianza como el análisis discriminante también indican que, de hecho, se deberían distinguir tres grupos distintos en lugar de dos: *T. arctica* del Mediterráneo, *T. arctica* del Atlántico y *T. monacha*. Es curioso constatar que *T. arctica* del Mediterráneo es el grupo más divergente, con un tamaño notablemente menor pero un número de dientes mayor, mientras que *T. arctica* del Atlántico se parece más a *T. monacha*. Esto se ve confirmado por los estudios alométricos, que indican que la forma no varía entre individuos adultos de distinto tamaño excepto en el caso de *T. arctica* del Mediterráneo, confirmando así su divergencia a nivel de patrón morfológico. Por lo tanto, este estudio pone de manifiesto la necesidad de investigar a nivel anatómico y/o genético las diferencias entre las poblaciones atlánticas y mediterráneas de *T. arctica*, para ver si se trata de diferencias ecofenotípicas o genéticas, y en el segundo caso, si se deberían atribuirse a adaptación por selección natural o más bien a azar por deriva genética. En cualquier caso, queda bien patente la gran utilidad de las técnicas estadísticas aplicadas a la morfometría, que permite detectar patrones y diferencias imposibles de distinguir a simple vista, proponiendo así nuevas hipótesis susceptibles de ser testadas por otro tipo de estudios. No se debería pasar por alto la posibilidad de que las diferencias detectadas entre ambas poblaciones de *T. arctica* pudieran ser merecedoras de una distinción taxonómica a nivel de especie o de subespecie.

Palabras clave.—Mollusca, Biometría, Morfometría, Mediterráneo, Atlántico.

Resum.—Estudi biomètric de *Trivia arctica* i *Trivia monacha* (Gastropoda, Triviidae) a la península Ibèrica. A les costes europees, les dues espècies generalment més comunes del gènere *Trivia* són *T. arctica* y *T. monacha*. Es tracta de dues espècies morfològicament molt similars, per bé que fàcilment distingibles pel patró de coloració, i evolutivament ben diferenciades per incompatibilitats reproductores i ecològiques. En el present treball s'intentà veure si, endemés de presentar diferències en la coloració, totes dues espècies també difereixen pel que fa referència a la mida absoluta i la forma de la conquilla, investigant si hi ha diferències semblants a nivell intraspecífic entre diferents poblacions, i també si les diferències documentades poden utilitzar-se per a classificar espècimens en una o altra espècie en base exclusivament a caràcters mètrics. Així doncs, s'estudiaren un total de 628 espècimens de *T. arctica* (N=428) i *T. monacha* (N=200) procedents de les costes mediterrània i atlàntica de la península Ibèrica. Per a cada exemplar es varen mesurar quatre variables pressumiblement relacionades amb la mida corporal: longitud, amplada, altura i nombre de dents en el llavi extern de l'obertura. Aquestes dades s'anitzaren estadísticament de diferents maneres (estadística descriptiva, anàlisi de la variància amb comparacions múltiples per parelles, regressió al·lomètrica y anàlisi discriminant), amb la intenció d'estudiar si totes dues espècies difereixen en mida i forma, i si hi ha diferències degudes també a la distribució geogràfica. L'anàlisi discriminant indica que mitjançant aquestes senzilles mesures és possible discriminar totes dues espècies amb un grau de fiabilitat relativament elevat, superior al 80%, la qual cosa té molta utilitat potencial per a estudis paleontològics. Tanmateix, tant l'anàlisi de la variància com l'anàlisi discriminant també indiquen que, de fet, s'haurien de distingir tres grups diferents en comptes de dos: *T. arctica* del Mediterrani, *T. arctica* de l'Atlàntic i *T. monacha*. És curiós constatar que *T. arctica* del Mediterrani és el grup més divergent, amb una mida notablement menor però un número de dents major, mentre que *T. arctica* de l'Atlàntic s'assembla més a *T. monacha*. Això es veu confirmat pels estudis al·lomètrics, que indiquen que la forma no varia entre individus adults de mida diferent excepte en el cas de *T. arctica* del Mediterrani, confirmant així la seva divergència a nivell de patró morfològic. Per tant, aquest estudi posa de manifest la necessitat d'investigar a nivell anatòmic i/o genètic les diferències entre les poblacions atlàntiques i mediterrànies de *T. arctica*, per tal de veure si es tracta de diferències ecofenotípiques o genètiques, i en el segon cas, si s'haurien d'atribuir a adaptació per selecció natural o més aviat a atzar per deriva genètica. En qualsevol cas, queda ben patent la gran utilitat de les tècniques estadístiques aplicades a la morfometria, que permet detectar patrons i diferències impossibles de distingir a simple vista, proposant així noves hipòtesis susceptibles de ser testades per altres tipus d'estudis. No s'hauria de passar per alt la possibilitat que les diferències detectades entre ambdues poblacions de *T. arctica* poguessin ser mereixedores d'una distinció taxonòmica a nivell d'espècie o de subspecie.

Paraules clau.—Mollusca, Biometria, Morfometria, Mediterrània, Atlàntic.

Abstract.—Biometric study of *Trivia arctica* and *Trivia monacha* (Gastropoda, Triviidae) in the Iberian Peninsula. Along the European coasts, the generally more common species of the genus *Trivia* are *T. arctica* and *T. monacha*. They are two species morphologically very similar, but easily distinguishable by the coloration pattern, and well-differentiated at the evolutionary level by reproductive and ecological incompatibilities. In this paper we tried to see whether, besides coloration differences, both species also differ by the absolute size and shape of the shell, investigating whether there are similar differences at the intraspecific level between populations, and also whether the documented differences can be used to classify specimens in one or the other species on the basis exclusively of metrical characters. Therefore, we studied a total of 628 specimens of *T. arctica* (N=428) and *T. monacha* (N=200) from the Mediterranean and Atlantic coasts of the Iberian Peninsula. For each specimen we measured four different variables presumably related to body size: length, width, height and number of teeth on the external lip of the aperture. These data were statistically analyzed in several ways (descriptive statistics, analysis of variance with pairwise multiple comparisons, allometric regression and discriminant analysis), in order to study whether the two species differ in size and shape, and whether there are differences also due to the geographical distribution. The discriminant analysis indicates that by means of these easy measurements it is possible to distinguish the two species with a relatively high degree of reliability, more than 80%, which could be potentially very useful for paleontological studies. However, the analysis of variance and the discriminant analysis both indicate that there are three different groups, instead of only two, should be distinguished: *T. arctica* from the Mediterranean, *T. arctica* from the Atlantic and *T. monacha*. It is interesting to see that Mediterranean *T. arctica* is the more divergent group, with a noticeably smaller size but with a higher number of teeth, while Atlantic *T. arctica* is more similar to *T. monacha*. This is confirmed by the allometric studies, which indicate that shape does not change between adult individuals of different size except in *T. arctica* from the Mediterranean, thus confirming its divergence in the morphological pattern. Therefore, this study highlights the need to investigate, at the anatomical and/or genetic level, the differences between the Atlantic and Mediterranean populations of *T. arctica*, in order to see whether they are ecofenotypic or genetic differences, and in the second case, whether they should be attributed to adaptation by natural selection or rather to chance by genetic drift. Anyway, it is demonstrated the great utility of statistical techniques applied to morphometrics, which allow us to detect patterns and differences otherwise impossible to distinguish at first sight, thus proposing new hypotheses susceptible to be tested by means of other kinds of studies. The possibility should not be disregarded that the documented differences between both populations of *T. arctica* could merit a taxonomical distinction at the specific or subspecific level.

Key words.—Mollusca, Biometry, Morphometrics, Mediterranean, Atlantic.

INTRODUCCIÓN

En las costas atlántica y mediterránea de la península Ibérica pueden encontrarse cinco especies pertenecientes al género *Trivia* Gray, 1837 (Gastropoda, Triviidae): *T. arctica* (Pulteney, 1789), *T. monacha* (Da Costa, 1778), *T. multilirata* (G.B. Sowerby II, 1870), *T. pulex* (Solander in Gray, 1828) y *Trivia* (= *Pusula*) *candidula* (Gaskoin, 1836). De éstas, las dos primeras son muy similares (probablemente especies hermanas) y hasta se las llegó a considerar como pertenecientes a la misma especie, *T. europaea* (Montagu, 1808), durante bastante tiempo, a pesar de las obvias diferencias en el patrón de coloración. Ambas especies poseen una concha sólida, opaca y ligeramente brillante, de forma suboblonga/ovoidea plana por un lado, y con la espira invisible puesto que la última vuelta recubre a las anteriores. Además, la concha está ornamentada con crestas que se originan en la abertura, pudiendo dar toda la vuelta o no, y que están separadas con surcos, algunos de los cuales se fusionan antes de llegar a la línea media dorsal de la concha. La abertura de la concha adulta es larga, estrecha y ligeramente curva, con un labio externo grueso y de margen denticulado (correspondiendo los dientes a las citadas crestas). Las conchas juveniles son parecidas a las adultas, pero carecen de crestas (sólo muestran líneas de crecimiento) y de labio.

A pesar de las similitudes en la forma y ornamentación de la concha, actualmente no hay duda de que se trata de dos especies distintas (Fretter & Graham, 1981; Poppe & Goto, 1991), fácilmente distinguibles tanto por caracteres de las partes blandas (forma del pene y de los conductos sexuales femeninos), como por la coloración de la concha. Así, *T. arctica* posee una coloración uniformemente rosada en el dorso y más pálida (hasta blanca) en la parte de la abertura, mientras que *T. monacha* posee una coloración similar pero más oscura en la parte dorsal (rosada o marrón), que contrasta con una parte ventral generalmente blanca, y que destaca por poseer una línea central dorsal generalmente también blanca y flanqueada por tres puntos marrón oscuro más o menos conspicuos y bien definidos. Ambas especies son al menos parcialmente simpátricas (las áreas de distribución se solapan en gran medida), ocupando ambas el Mediterráneo y gran parte de las costas

atlánticas europeas. Además su nicho ecológico es también muy parecido, aunque según parece *T. monacha* prefiere aguas más cálidas y no llega tan al norte de Europa ni a tanta profundidad como *T. arctica*, que posee un rango de tolerancia ambiental más amplio (Poppe & Goto, 1991). En todo caso, parece que existe un aislamiento reproductor completo entre ambas especies. Que los autores tengan conocimiento, aunque el tono de la coloración es variable (la coloración deriva de los pigmentos de las ascidias de que se alimentan [Fretter & Graham, 1981]), no se han hallado formas intermedias entre ambas especies. Esto no es de extrañar si tenemos en cuenta que no sólo existe una incompatibilidad de los órganos reproductores, sino también diferencias en la época de reproducción (Fretter & Graham, 1981). Así pues, la presencia de puntos en *T. monacha* es un buen carácter discriminante entre ambas especies.

El presente estudio pretende evaluar si además de las diferencias en la coloración, existen diferencias biométricas entre ambas especies, tanto por lo que hace referencia al tamaño absoluto como a la forma de la concha. Se estudiará por lo tanto la variabilidad, tanto a nivel interpoblacional (distinguiendo entre poblaciones mediterráneas y atlánticas) como interespecífico (distinguiendo entre ambas especies). Al mismo tiempo, se pretende evaluar si las medidas sencillas empleadas son suficientes para distinguir entre ambas especies prescindiendo de la coloración, mediante sencillas técnicas estadísticas. Mostraremos que a pesar del elevado grado de solapamiento para todas las medidas empleadas, y del aspecto virtualmente idéntico a primera vista, existen diferencias de tamaño y forma entre ambas especies, y que tales diferencias pueden ser conjuntamente utilizadas para clasificar en una u otra especie especímenes de coloración desconocida, lo cual resulta de extrema utilidad cuando se trabaja con conchas fósiles o subfósiles que, generalmente, no presentan restos identificables de coloración. Además, mostraremos que también existen algunas diferencias intraespecíficas notables entre algunas poblaciones, lo cual es un resultado totalmente inesperado a priori.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 628 especímenes de *Trivia* de la península Ibérica fueron medidos: 313

T. artica del Mediterráneo, 115 *T. artica* del Atlántico, 66 *T. monacha* del Mediterráneo y 134 *T. monacha* del Atlántico; en total, 428 *T. arctica* y 200 *T. monacha*, y 379 del Mediterráneo y 249 del Atlántico. Estos ejemplares fueron recolectados muertos en la playa y forman parte de las colecciones de los autores. Para la comparación entre grupos distintos, los ejemplares se separaron según la especie (*T. arctica* vs. *T. monacha*), la procedencia geográfica (Mediterráneo vs. Atlántico) o ambas a la vez. Las localidades exactas dónde se recolectaron los especímenes se han resumido en la Tabla 1. La atribución de los ejemplares a una u otra especie se realizó únicamente *de visu* en base a caracteres

de la concha, que tal como se puede apreciar por ejemplo en Poppe & Goto (1991) y Giannuzzi-Savelli *et al.* (1997), se fundamentan básicamente en la forma y la ornamentación respecto de otras especies (por ejemplo *T. pulex*), así como en el patrón de coloración (para distinguirlas entre sí). Todos los ejemplares utilizados tenían un labio externo formado y pueden por lo tanto considerarse adultos. Igualmente, todos los especímenes recolectados fueron incluidos en el análisis (no se seleccionaron en función del tamaño ni ningún otro criterio), y por lo tanto en este sentido las muestras utilizadas pueden considerarse aleatorias.

Tabla 1. Número de individuos estudiados de cada especie, por localidades.

Localidad	N (<i>monacha</i>)	N (<i>arctica</i>)
Platja del Borró / Cap Ras, Llançà (Girona), Mediterráneo	--	3
L'Escala (Girona), Mediterráneo	7	--
Platja de Fenals, Lloret de Mar (Girona), Mediterráneo	2	7
Cala Banys, Lloret de Mar (Girona), Mediterráneo	--	1
Cubelles (Barcelona), Mediterráneo	2	5
Cunit (Tarragona), Mediterráneo	1	--
Segur de Calafell (Tarragona), Mediterráneo	20	34
Coma-ruga (Tarragona), Mediterráneo	19	86
Roc de Sant Gaietà (Tarragona), Mediterráneo	--	6
Miami Platja (Tarragona), Mediterráneo	5	80
Hospitalet de l'Infant (Tarragona), Mediterráneo	--	90
Cala del Moro, Penyíscola (Castelló), Mediterrani	2	--
Alcossebre (Castelló), Mediterráneo	8	--
Águilas (Murcia), Mediterráneo	--	1
Playa de Baiona, Vigo (Pontevedra), Atlántico	--	81
A Concheira, Vigo (Pontevedra), Atlántico	29	--
Cabo Silleiro, Vigo (Pontevedra), Atlántico	24	--
Playa Mar de Lira, El Ferrol (A Coruña), Atlántico	2	5
Vindoviño, El Ferrol (A Coruña), Atlántico	55	21
Playa Aralar, Luanco (Asturias), Atlántico	3	2
Playa de la Magdalena (Santander), Atlántico	1	--
Playa la Griega, Colunga (Santander), Atlántico	8	4
Mundaka (Vizcaya), Atlántico	12	2
TOTAL:	200	428

Para cada ejemplar se midieron cuatro variables distintas: longitud, anchura, altura y número de dientes en el labio externo. Las medidas continuas (las tres primeras) fueron tomadas con un calibrador Mitutoyo con una exactitud de 0,05 mm, mientras que la variable discreta (el número de dientes) se contabilizó con la ayuda de una lupa (binocular o de campo). Estos datos fueron analizados mediante técnicas estadísticas usando Excel 97 y el paquete estadístico SPSS v. 9.0. Los análisis realizados, comunes en biometría, incluyeron cuatro bloques distintos: (1) estadística descriptiva; (2) análisis de la

varianza (ANOVA); (3) análisis discriminante; y (4) regresión alométrica

(1) Estadística descriptiva: Se trata simplemente de proporcionar los valores de cada variable según especie y grupo geográfico para los estadísticos más comúnmente utilizados: tamaño de la muestra (N), media, intervalo de confianza del 95% para la media (95% C.I.), mediana, varianza, desviación típica o estándar (S.D.), y rango (máximo y mínimo). Estos resultados numéricos se complementaron con la representación para cada variable de la media y el intervalo de confianza del 95%, agrupando los individuos según la especie y la procedencia simultáneamente.

(2) Análisis de la varianza (ANOVA): Se trata de una técnica estadística que, basándose en el solapamiento de las varianzas de cada muestra (la varianza es una medida de la dispersión de una muestra alrededor de la media), calcula la probabilidad de que la media de dos o más muestras sea diferente en la media. Para los casos en que se hallaron diferencias significativas, se realizaron pruebas de comparaciones múltiples por parejas para contrastar la diferencia entre cada par de medias, y ver cuáles diferían realmente entre sí y cuáles no (pruebas post hoc). En concreto, se utilizaron las siguientes pruebas: DHS (Diferencia Honestamente Significativa) de Turkey, Scheffé, DMS (Diferencia Menos Significativa), Bonferroni, Sidak y Gabriel.

(3) Análisis discriminante: Se trata de un tipo de análisis multivariante (que trata simultáneamente un número superior a dos variables) que permite calcular una o más funciones matemáticas (las llamadas funciones discriminantes) con las que distinguir distintos grupos. El análisis discriminante, pues, busca la combinación de variables que mejor separa a los distintos grupos definidos por los investigadores, permitiendo así clasificar en alguno de ellos a individuos de atribución desconocida. En este caso, se utilizaron distintas combinaciones de especies y localidades, según las indicaciones obtenidas a partir del análisis de la varianza. El número total de funciones discriminantes obtenidas es variable, dependiendo del número de grupos que se distinguen (se obtienen tantas funciones como grupos hay menos uno), aunque también es cierto que la utilidad de cada función depende del tanto por ciento de la varianza que es capaz de explicar. Una vez calculadas, estas funciones discriminantes fueron testadas mediante la reclasificación de los ejemplares utilizados para derivarlas (excluyendo en cada caso el individuo en cuestión), y calculando así el total de individuos bien clasificados para cada grupo.

(4) Regresión alométrica: La alometría consiste en ajustar los datos para pares de variables (técnica bivalente) a la función potencial $y=a \cdot x^b$, para ver qué relación de tamaños existe entre tales variables. Su uso está muy extendido, debido a la constatación experimental de que en biología, a medida que el tamaño aumenta, las variables no aumentan generalmente de forma lineal aunque sí siguiendo una

relación que se puede describir matemáticamente. El procedimiento usual consiste en aplicar logaritmos (decimales o naturales), con lo que la función alométrica se lineariza (transformándose en $\log y = b \cdot \log x + \log a$), y aplicar entonces alguna técnica de regresión lineal. En este caso, usamos logaritmos naturales (ln) y la técnica de regresión de mínimos cuadrados, que es la más usual y permite un análisis estadístico más riguroso de los resultados. Mientras que "b" mide el pendiente de la recta de regresión (el llamado exponente o pendiente alométrico), "a" mide la intersección con el eje de ordenadas. Se pueden distinguir análisis estadísticos a tres niveles distintos: interespecífico (con valores medios de especies distintas), intraespecífico (con valores pertenecientes a individuos adultos de una misma especie) y ontogenético (con valores de individuos de diversas edades de una misma especie). En este caso, se hicieron análisis de alometría intraespecífica separadamente para cada especie y para los subgrupos que se consideraron oportunos según los análisis precedentes. El logaritmo natural de la longitud se utilizó como variable independiente, y los logaritmos naturales de las demás variables como dependientes. Para cada regresión se calculó el coeficiente de correlación (r), el error típico o estándar de la estimación (S.E.E.), y la significación de la misma (p), además de la constante alométrica y el pendiente alométrico (éste último con su intervalo de confianza del 95%).

RESULTADOS

Estadística descriptiva

Los estadísticos descriptivos básicos para las muestras analizadas se han resumido en la Tabla 2, agrupando los ejemplares según especie, localidad y ambas simultáneamente. Estos resultados son básicamente descriptivos y no merecen demasiados comentarios. En primer lugar, es evidente que la mayor representación de ejemplares procedentes del Mediterráneo respecto al Atlántico es debida simplemente a un mayor esfuerzo de muestreo en el primer caso, no indicando en absoluto una mayor frecuencia de *Trivia* en las playas mediterráneas (de hecho, es más bien al revés). Sin embargo, la representación relativa de ejemplares de ambas especies dentro de cada grupo

biogeográfico sí que es una indicación, aunque inexacta (puesto que los individuos proceden de tanatocenosis y no de biocenosis) de la relativa representación de cada especie. Según esto, tendríamos que en el Mediterráneo *T. arctica* es más frecuente que *T. monacha*, con

aproximadamente 3/4 del total de ejemplares, mientras que en el Atlántico en cambio la relación se invierte, con *T. monacha* representando aproximadamente sólo 1/3 de los ejemplares.

Tabla 2. Estadística descriptiva, agrupando los individuos según la especie, la especie y la localidad, y solamente la localidad. Var.=variable (Long=longitud; Anch=anchura; Alt=altura; Dien=dientes); Loc.=localidad; N=tamaño de la muestra; 95% C.I.=intervalo de confianza del 95% para la media; S.D.=desviación típica.

Var.	Especie	Loc.	N	Media	95% C.I.		Mediana	Varianza	S.D.	Mín.	Máx.
Long	<i>arctica</i>	Todas	428	7,4492	7,3083	7,5900	7,1000	2,198	1,4824	4,30	12,70
Long	<i>arctica</i>	Medit.	313	6,8933	6,7829	7,0037	6,7500	0,985	0,9925	4,30	9,95
Long	<i>arctica</i>	Atlánt.	115	8,9622	8,6773	9,2470	8,9000	2,378	1,5420	5,50	12,70
Long	<i>monacha</i>	Todas	200	8,5298	8,3225	8,7370	8,3750	2,209	1,4863	4,65	12,15
Long	<i>monacha</i>	Medit.	66	8,3333	8,0608	8,6059	8,1500	1,229	1,1088	6,10	11,60
Long	<i>monacha</i>	Atlánt.	134	8,6265	8,3470	8,9060	8,4250	2,676	1,6358	4,65	12,15
Long	Ambas	Medit.	379	7,1441	7,0279	7,2603	6,9500	1,323	1,1504	4,30	11,60
Long	Ambas	Atlánt.	249	8,7815	8,5820	8,9811	8,6500	2,556	1,5988	4,65	12,70
Anch	<i>arctica</i>	Todas	428	5,7140	5,6090	5,8190	5,4000	1,221	1,1051	3,40	9,70
Anch	<i>arctica</i>	Medit.	313	5,3168	5,2373	5,3963	5,2500	0,511	0,7150	3,40	7,40
Anch	<i>arctica</i>	Atlánt.	115	6,7952	6,5643	7,0261	7,1000	1,563	1,2500	4,10	9,70
Anch	<i>monacha</i>	Todas	200	6,3125	6,1441	6,4809	6,1500	1,458	1,2076	3,80	9,25
Anch	<i>monacha</i>	Medit.	66	6,1182	5,9236	6,3127	6,0750	0,626	0,7914	4,55	8,70
Anch	<i>monacha</i>	Atlánt.	134	6,4082	6,1759	6,6405	6,1750	1,848	1,3594	3,80	9,25
Anch	Ambas	Medit.	379	5,4563	5,3767	5,5360	5,3500	0,622	0,7888	3,40	8,70
Anch	Ambas	Atlánt.	249	6,5869	6,4220	6,7519	6,6000	1,747	1,3216	3,80	9,70
Alt	<i>arctica</i>	Todas	428	4,9746	4,8690	5,0803	4,6500	1,237	1,1121	2,75	8,50
Alt	<i>arctica</i>	Medit.	313	4,5438	4,4822	4,6053	4,5000	0,306	0,5536	2,75	6,40
Alt	<i>arctica</i>	Atlánt.	115	6,1474	5,8930	6,4018	6,6000	1,897	1,3772	3,10	8,50
Alt	<i>monacha</i>	Todas	200	5,1492	5,0077	5,2908	5,1000	1,031	1,0152	2,80	8,50
Alt	<i>monacha</i>	Medit.	66	5,0939	4,9453	5,2426	5,0750	0,366	0,6047	3,85	6,35
Alt	<i>monacha</i>	Atlánt.	134	5,1765	4,9771	5,3758	5,1000	1,361	1,1667	2,80	8,50
Alt	Ambas	Medit.	379	4,6396	4,5790	4,7001	4,6000	0,359	0,5996	2,75	6,40
Alt	Ambas	Atlánt.	249	5,6249	5,4557	5,7941	5,2000	1,837	1,3554	2,80	8,50
Dien	<i>arctica</i>	Todas	428	18,1612	18,0134	18,3091	18,0000	2,421	1,5560	14	24
Dien	<i>arctica</i>	Medit.	313	18,3866	18,2023	18,5708	18,0000	2,744	1,6566	14	24
Dien	<i>arctica</i>	Atlánt.	115	17,5478	17,3595	17,7362	17,0000	1,039	1,0195	15	20
Dien	<i>monacha</i>	Todas	200	17,4750	17,2988	17,6512	17,5000	1,597	1,2639	13	20
Dien	<i>monacha</i>	Medit.	66	17,7576	17,4435	18,0717	18,0000	1,633	1,2777	15	20
Dien	<i>monacha</i>	Atlánt.	134	17,3358	17,1243	17,5474	17,0000	1,533	1,2381	13	20
Dien	Ambas	Medit.	379	18,2770	18,1141	18,4400	18,0000	2,603	1,6134	14	24
Dien	Ambas	Atlánt.	249	17,4337	17,2908	17,5767	17,0000	1,311	1,1450	13	20

Destaca también el hecho de que los intervalos de confianza del 95% para la media son muy estrechos, es decir, que la mayoría de ejemplares dentro de una población, o incluso dentro de una misma especie, son mayoritariamente de un tamaño bastante similar entre sí. Sin embargo, cuando se examina el rango total, queda bien patente que en ambas especies puede haber ejemplares muy extremos, llegando a ser los ejemplares más grandes entre 3 y 4 veces mayores que los más pequeños dentro de la misma especie. Por ejemplo, respecto a la longitud, la mayoría de *T. arctica* miden entre 7,3 y 7,6 mm (media 7,5) y la mayoría de *T. monacha* entre 8,3 y 8,7 mm (media 8,5), a pesar de que los rangos son de 4,3-

12,7 y 4,7-12,2 respectivamente. En cuanto al número de dientes, pasa una cosa parecida, con 18 dientes en el Mediterráneo y 17 dientes en el Atlántico de mediana en ambas especies, pero con unos rangos de 14-24 en *T. arctica* y 13-20 en *T. monacha*.

Para ver si existen diferencias significativas entre especies o entre localidades, deben compararse las medias. Sin embargo, una mera comparación visual como la anterior no es recomendable, puesto que de lo que se trata es de tener en cuenta la dispersión (o sea, la varianza) de cada muestra. Esto se ha llevado a término mediante un análisis de la varianza (véase siguiente apartado), que puede considerarse un paso previo al análisis

discriminante. Sin embargo, otra posibilidad útil es distinguir el máximo posible de grupos, y ver si sus medias presentan intervalos de confianza que se solapen entre sí. En la Figura 1 se han representado las medias con sus respectivos intervalos de confianza del 95% para las cuatro variables medidas, y para un total de cuatro grupos posibles: *T. arctica* del Mediterráneo, *T. arctica* del Atlántico, *T. monacha* del Mediterráneo y *T. monacha* del Atlántico. Esto permite ver que para las tres variables que representan claramente el tamaño corporal (longitud, anchura y altura), hay una diferencia muy significativa entre *T. arctica* del Mediterráneo y los demás grupos, siendo la primera mucho más pequeña. Curiosamente, *T. arctica* del Atlántico no sólo es más grande que *T. arctica* del

Mediterráneo, sino también más grande que *T. monacha*, habiendo muchas menos diferencias interpoblacionales en esta última especie en cuanto al tamaño. Respecto al número de dientes, sucede algo parecido pero al revés, es decir, *T. arctica* del Mediterráneo presenta más dientes que los otros ejemplares, habiendo muchas menos diferencias entre *T. arctica* del Atlántico y *T. monacha* a este respecto. Ello sugiere que para los siguientes análisis, en lugar de considerar solamente dos grupos (por ejemplo *T. arctica* vs. *T. monacha*, o bien Mediterráneo vs. Atlántico), sería más útil distinguir un total de tres grupos: *T. arctica* del Mediterráneo, *T. arctica* del Atlántico, y *T. monacha*. Sin embargo, será necesario recurrir al análisis de la varianza para poder llegar a confirmar estas conclusiones.

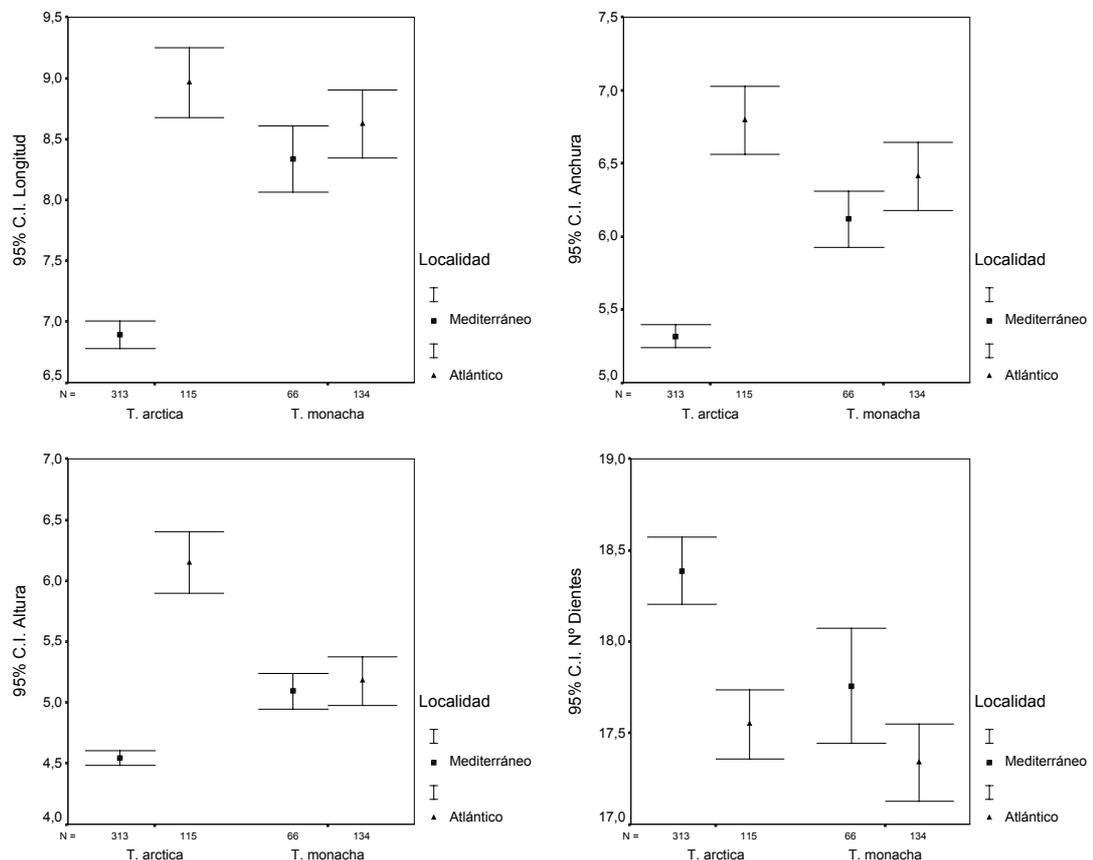


Figura 1. Representación de la media y los intervalos de confianza del 95% para especies y localidades.

Análisis de la varianza

Según los resultados del análisis de la varianza distinguiendo sólo dos grupos (*T. arctica* y *T. monacha*), hay diferencias significativas ($p=0,000$) para la media de

tres de las variables, longitud ($F=72,304$), anchura ($F=37,654$) y número de dientes ($F=29,724$), mientras que en el caso de la altura la igualdad de medias no se puede rechazar ($F=3,548$), a pesar de no estar tampoco muy fuertemente apoyada por los

datos ($p=0,060$). En el caso de la comparación entre localidades, todas las variables mostraron diferencias significativas ($p=0,000$): longitud ($F=222,392$), anchura ($F=179,908$), altura ($F=154,409$) y número de dientes ($F=51,105$). Sin embargo, dado que, como vimos en el subapartado anterior, existen diferencias interpoblacionales en al menos una especie, el análisis de la varianza se repitió distinguiendo cuatro grupos (según especie y localidad), investigando a continuación qué grupos realmente difieren significativamente y cuáles no mediante comparaciones múltiples por parejas (pruebas post hoc). Los resultados indican, en primer término, que la hipótesis nula de igualdad de medias se puede rechazar para las cuatro variables ($p=0,000$), con los resultados siguientes: longitud ($F=107,250$), anchura ($F=78,774$), altura ($F=88,866$) y número de dientes ($F=21,244$). Cuando se utilizan las comparaciones por parejas con un nivel de significación de 0,05, se obtienen los resultados que se exponen a continuación. En el caso de la longitud, *T. arctica* del Mediterráneo difiere significativamente de los demás grupos en todas las comparaciones, y lo mismo puede decirse entre *T. arctica* del Atlántico y *T. monacha* del Mediterráneo; en cambio, en ningún caso hay diferencias significativas entre las dos poblaciones de *T. monacha*, y solamente en un caso (DMS) se encuentran diferencias significativas entre *T. arctica* del Atlántico y *T. monacha* del Atlántico. En el caso de la anchura y de la altura, todas las poblaciones difieren significativamente entre sí con la excepción de las dos poblaciones de *T. monacha*, que no presentan diferencias estadísticamente significativas. Finalmente, en el caso del número de dientes, solamente la población de *T. arctica* mediterránea presenta diferencias significativas con las demás poblaciones. Como parece pues que hay diferencias importantes entre las poblaciones atlántica y mediterránea de *T. arctica*, lo más indicado es distinguir tres grupos diferentes a la hora de llevar a cabo los análisis alométricos y discriminantes.

Análisis discriminante

El análisis discriminante distinguiendo sólo dos grupos (las dos especies) dio unos resultados relativamente buenos, clasificando correctamente un 85% de *T. arctica* y un 83% de *T. monacha*. La función discriminante canónica de

coeficientes estandarizados (F.D.= $-2,216$ -longitud $-0,329$ -anchura $+2,087$ -altura $+0,613$ -dientes) situó los centroides de grupos en 0,552 (*T. arctica*) y $-1,184$ (*T. monacha*). El análisis discriminante distinguiendo entre localidades (Mediterráneo y Atlántico) también dio unos resultados bastante buenos, clasificando correctamente un 83% de los ejemplares mediterráneos y un 77% de los atlánticos. La función discriminante obtenida (F.D.= $1,191$ -longitud $-0,125$ -anchura $-0,012$ -altura $-0,819$ -dientes) situó los centroides en $-0,704$ (Mediterráneo) y $1,072$ (Atlántico). Esto podría parecer sorprendente, puesto que a priori se esperaría que diferentes poblaciones de una misma especie fueran más parecidas entre sí que poblaciones, aunque simpátricas, de especies distintas, pero ya hemos visto en el subapartado anterior que distintas poblaciones de una misma especie tanto pueden ser muy parecidas entre sí (el caso de *T. monacha*) como muy diferentes (*T. arctica*).

El análisis discriminante distinguiendo a la vez entre especies y localidades (4 grupos en total) dio en cambio unos resultados peores, clasificando correctamente un 87% de las *T. arctica* mediterráneas, pero sólo un 56% de las *T. arctica* atlánticas, un 61% de las *T. monacha* mediterráneas, y un 52% de las *T. monacha* atlánticas. Ello no hace sino confirmar los resultados del análisis de la varianza, según los cuales la población mediterránea de *T. arctica* no sólo está muy diferenciada de la población atlántica de esta misma especie, sino que la población atlántica se parece incluso más a la otra especie, *T. monacha*. Por ello, como ya habíamos sugerido en el subapartado anterior, se repitió el análisis discriminante distinguiendo solamente tres grupos: *T. arctica* mediterránea, *T. arctica* atlántica y *T. monacha*. De esta forma se consiguió clasificar correctamente un 90,4% de las *T. arctica* mediterráneas, un 78,0% de las *T. monacha*, y solamente un 55,7% de las *T. arctica* atlánticas. Es interesante constatar que la mayoría de las *T. arctica* atlánticas mal clasificadas se confunden mayoritariamente con *T. monacha* (33,0%) y no con *T. arctica* mediterránea (sólo un 11,3%), mientras que de las pocas *T. arctica* mediterráneas mal clasificadas, la mayoría se confunden también con *T. monacha* (7,3% vs. 2,2%). Las dos funciones discriminantes obtenidas explican un 76,7% y un 23,3%, respectivamente, de la varianza,

presentando los siguientes coeficientes estandarizados: F.D.1= $1,739 \cdot \text{longitud} - 0,397 \cdot \text{anchura} - 0,304 \cdot \text{altura} - 0,875 \cdot \text{dientes}$; y F.D.2= $-1,060 \cdot \text{longitud} - 0,843 \cdot \text{anchura} + 2,313 \cdot \text{altura} - 0,004 \cdot \text{dientes}$. Estas funciones se representaron la una respecto de la otra en la Figura 2. Se puede apreciar que hay cierto solapamiento entre todos los grupos, cosa que no es de extrañar debido al elevado tamaño de la muestra, aunque parece que entre los grupos que hay menos solapamiento es justamente entre las dos poblaciones de *T. arctica*. Además, aunque en la Figura 2 puede parecer a simple vista que la población que se separa más es *T. arctica* atlántica, hay que tener en cuenta que mientras que *T. arctica* mediterránea se separa de los otros dos grupos mediante la función 1 (que es la que explica mayor porcentaje de la varianza) y

la función 2 (que explica un menor porcentaje), *T. arctica* atlántica sólo difiere de *T. monacha* mediante la función 2. De hecho, los centroides de los grupos, que están situados en $(-1,101, 0,037)$ (*T. arctica* mediterránea), $(1,106, 1,122)$ (*T. arctica* atlántica) y $(1,087, -0,651)$ (*T. monacha*), son bastante más próximos entre *T. arctica* atlántica y *T. monacha*, que entre las dos poblaciones de *T. arctica*. Una inspección de los coeficientes estandarizados de las funciones permite ver que la longitud es la primera función (y por lo tanto la que más distingue a la población mediterránea de *T. arctica*), mientras que en cambio en la función 2 es más importante la altura (la cual sirve pues para distinguir sobre todo entre la población atlántica de *T. arctica* y *T. monacha*).

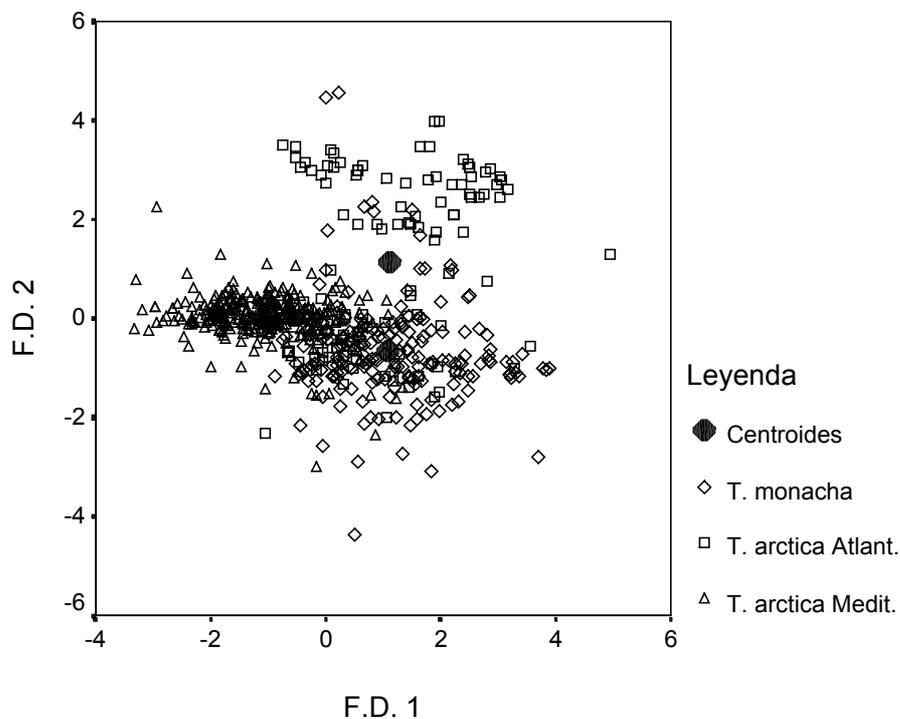


Figura 2. Representación de las funciones obtenidas en el análisis discriminante entre *T. arctica* del Mediterráneo, *T. arctica* del Atlántico y *T. monacha*.

Regresión alométrica

Las regresiones alométricas obtenidas para *T. monacha* y para las dos poblaciones separadas (atlántica y mediterránea) de *T. arctica*, se han resumido en la Tabla 3. Todas las regresiones son significativas ($p=0,000$), con unos coeficientes de correlación bastante elevados en el caso de la anchura y la altura respecto a la longitud ($r>0,85$),

aunque es menor en el caso del número de dientes respecto la longitud. Si nos fijamos en el pendiente alométrico y su intervalo de confianza del 95%, se puede apreciar que en el caso de la altura y de la anchura, se puede asumir que tanto *T. arctica* del Atlántico como *T. monacha* presentan isometría (pendiente de 1) (excepto en el caso de la altura en *T. arctica* del Atlántico, que presenta una ligerísima alometría positiva), mientras que en cambio para *T.*

arctica del Mediterráneo estas hipótesis se deben rechazar y asumir que sigue una alometría negativa (pendiente inferior a 1). Dicho de otro modo, en las dos primeras agrupaciones parece que no hay cambios de forma entre los individuos de distinto tamaño, mientras que en *T. arctica* del Mediterráneo, los individuos más grandes tienden a ser ligeramente más largos en

relación a la anchura y la altura. Con respecto al número de dientes, se puede apreciar que esta variable es menos dependiente del tamaño que las anteriores; con todo, *T. arctica* se distingue nuevamente, en este caso por presentar una alometría negativa no tan acusada como las otras dos agrupaciones.

Tabla. 3. Regresiones alométricas bivariantes. x=variable independiente; y=variable dependiente; r=coeficiente de correlación; SEE=error típico de la estimación; p=significación de la regresión; a=constante alométrica; b=pendiente o exponente alométrico; 95% C.I.=intervalo de confianza del 95% para el pendiente alométrico. M=Mediterráneo; A=Atlántico.

Especie	Y	x	r	S.E.E.	p	a	b	95% C.I.	
<i>arctica</i> M	anchura	longitud	0,966	0,034	0,000	-0,076	0,905	0,878	0,932
<i>arctica</i> A	anchura	longitud	0,868	0,098	0,000	-0,214	0,970	0,866	1,073
<i>monacha</i>	anchura	longitud	0,958	0,054	0,000	-0,372	1,032	0,989	1,075
<i>arctica</i> M	altura	longitud	0,936	0,042	0,000	-0,029	0,800	0,766	0,833
<i>arctica</i> A	altura	longitud	0,864	0,121	0,000	-0,774	1,177	1,049	1,305
<i>monacha</i>	altura	longitud	0,912	0,081	0,000	-0,567	1,027	0,963	1,090
<i>arctica</i> M	dientes	longitud	0,603	0,072	0,000	2,161	0,389	0,331	0,446
<i>arctica</i> A	dientes	longitud	0,425	0,053	0,000	2,559	0,140	0,084	0,195
<i>monacha</i>	dientes	longitud	0,605	0,059	0,000	2,308	0,258	0,211	0,306

DISCUSIÓN

T. arctica parece ser más frecuente que *T. monacha* en el Mediterráneo, mientras que en las aguas más frías Atlántico esta relación se invierte, lo cual no deja de ser curioso, puesto que *T. arctica* está teóricamente más adaptada al frío (o al menos es más tolerante a la temperatura) que *T. monacha*. Diversos autores han sugerido que *T. arctica* y *T. monacha* se diferencian por el tamaño, y especialmente la longitud, aunque los datos publicados hasta la fecha sólo hacían referencia a las longitudes máximas. Así, Fretter & Graham (1981) y Poppe & Gotto (1991) registraban una longitud máxima de 12 mm para *T. monacha* y de 10 mm para *T. arctica*. El presente trabajo, sin embargo, muestra que esto no es tan sencillo, y que aunque hay diferencias, la longitud máxima para ambas especies es muy semejante y supera en ambos casos los 12 mm, siendo los valores citados solamente válidos para las poblaciones mediterráneas de ambas especies. Esto es debido al hecho de que las *T. arctica* del Atlántico son inusualmente grandes en comparación con la misma especie en el Mediterráneo, y llegando a superar tanto en media como en valor máximo a los ejemplares de *T. monacha*. Cuando se comparan los valores medios para cada especie (mezclando poblaciones), parece que *T. monacha* es ligeramente mayor que *T. arctica*,

sobretudo en longitud, pero de nuevo esto sólo es cierto cuando se consideran las poblaciones mediterráneas. De hecho, lo que sucede es que *T. arctica* del Mediterráneo es bastante pequeña, mientras que *T. monacha*, independientemente de su procedencia geográfica, es de un tamaño mayor, aunque no tanto como *T. arctica* del Atlántico. Es interesante constatar que *T. arctica* del Mediterráneo también está bastante diferenciada por lo que hace referencia al número de dientes de la abertura, mientras que no existen demasiadas diferencias a este respecto entre *T. arctica* del Atlántico y *T. monacha*.

Los resultados del análisis de la varianza y las comparaciones múltiples confirman los resultados anteriores indicando lo siguiente. Respecto a la longitud, hay diferencias significativas de la población mediterránea de *T. arctica* con respecto a la atlántica, mientras que ello no ocurre entre las poblaciones mediterránea y atlántica de *T. monacha*; de hecho, mientras que las poblaciones mediterráneas de *T. arctica* y de *T. monacha* difieren significativamente entre sí, en la mayoría de casos ello no ocurre entre las poblaciones atlánticas de dichas especies. Dicho de otro modo, todas las *T. monacha* són aproximadamente igual de largas, y parecidas a las *T. arctica* del Atlántico, mientras que en cambio las *T. arctica* del Mediterráneo son

considerablemente más cortas. En el caso de la anchura y la altura, solamente no se encuentran diferencias entre las dos poblaciones de *T. monacha*. Y finalmente, el número de dientes sólo difiere significativamente entre la población mediterránea de *T. arctica* y las demás poblaciones. Resumiendo, pues, la variable que es más parecida entre distintas poblaciones es el número de dientes, y las menos parecidas la anchura y la altura de la concha, pero en todos los casos sin excepción, la población mediterránea de *T. arctica* difiere de las demás poblaciones (tanto de *T. monacha* como de la población atlántica de su misma especie). Por el contrario, en ningún caso se pueden constatar diferencias significativas entre las dos poblaciones de *T. monacha*. Podemos concluir pues, que *T. monacha* es mucho más uniforme en cuanto a tamaño a lo largo de su distribución, mientras que en cambio hay diferencias muy acusadas en el caso de *T. arctica* del Mediterráneo.

El análisis discriminante confirma plenamente estos resultados, indicando que las *T. arctica* del Mediterráneo están muy diferenciadas (y por lo tanto son más fáciles de distinguir), hasta tal punto que la población atlántica de esta misma especie se parece más a *T. monacha* que a la población atlántica conoespecífica. En otras palabras, el análisis discriminante clasifica mucho mejor a las *T. arctica* mediterráneas que a *T. monacha* y sobre todo que a las *T. arctica* atlánticas, lo cual confirma nuevamente la peculiaridad de las primeras. De hecho la mayoría de confusiones se producen de *T. arctica* con *T. monacha* o viceversa, pero no entre las dos poblaciones (atlántica y mediterránea) de *T. arctica*. Podemos concluir, pues, que la población mediterránea de *T. arctica* es muy divergente y difiere sobretodo en longitud, mientras que la población atlántica de *T. arctica* es más parecida a *T. monacha*, de la cual difiere sobretodo por la altura de la concha.

Finalmente, los análisis alométricos confirman esta mayor divergencia de *T. arctica* mediterránea, poniendo de manifiesto que esta población tiende a presentar diferencias de forma entre individuos de distintos tamaños (cuanto más largos son, menos altos y anchos son en proporción), mientras que en cambio *T. arctica* del Atlántico y *T. monacha* tienden más a preservar la forma independientemente del tamaño global. Esto podría ser debido a diferencias en las

trayectorias ontogenéticas de crecimiento y morfogénesis, o bien a una truncación precoz del desarrollo en *T. arctica* mediterránea (lo cual explicaría también su tamaño más pequeño). Es imposible llegar a conclusiones más firmes sin datos ontogenéticos (de individuos de diferentes edades, y no sólo de distintos tamaños), pero en cualquier caso las regresiones alométricas nuevamente confirman que la población mediterránea de *T. arctica* sigue un patrón morfológico distinto al de *T. arctica* del Atlántico, pareciéndose bastante más esta última a *T. monacha*.

CONCLUSIONES

En resumen, parece que las poblaciones ibéricas mediterráneas y atlánticas de *T. arctica* están muy claramente diferenciadas en términos morfológicos y no se solapan, mientras que en cambio las dos poblaciones de *T. monacha* no son sólo muy parecidas, sino que también se parecen más a *T. arctica* atlántica, que no esta última a su población conoespecífica mediterránea. El presente estudio no permite ir más allá de esta aseveración, pero sería necesario investigar en el futuro si existen diferencias anatómicas (de las partes blandas) o de nicho ecológico entre ambas poblaciones de *T. arctica* que pudieran justificar dichas diferencias. De hecho, sería necesario determinar si las diferencias aquí constatadas tienen una base genética o más bien ecofenotípica, y en caso de tratarse de lo primero, averiguar si estas diferencias son de tipo adaptativo (debidas a selección natural) o de tipo neutro (debidas a deriva genética), así como también ver si podrían ser indicativas de una diferenciación taxonómica o incluso evolutiva (a nivel de subespecie o de especie). Al fin y al cabo, el único carácter morfológico que permite distinguir a simple vista *T. arctica* y *T. monacha* es el patrón de coloración, de tal forma que si no existieran estas diferencias, sólo podríamos distinguir ambas especies a partir de la concha mediante estudios biométricos como los del presente trabajo, a pesar de reflejar diferencias a nivel específico reflejadas sobradamente en la anatomía de las partes blandas.

El hecho de que las *T. arctica* del Atlántico y del Mediterráneo difieran entre sí podría intentar explicarse en términos adaptativos. De hecho, las diferencias aquí constatadas son básicamente de tamaño

corporal, el cual presenta una gran adaptabilidad. El mayor tamaño de los ejemplares atlánticos podría explicarse por la temperatura más fría del agua mediante la regla de Allen, según la cual los animales de latitudes más boreales (y por lo tanto, más frías) tienden a tener un tamaño corporal mayor, para así reducir la relación superficie/volumen. Sin embargo, dicha explicación parece poco probable a la vista de los resultados obtenidos para la otra especie, *T. monacha*, que no presenta diferencias entre poblaciones que puedan atribuirse a adaptación a distintas latitudes. Por lo tanto, parece más verosímil pensar que dichas diferencias entre las dos poblaciones de *T. arctica* sean debidas a algún otro factor, ya sea adaptación a biotopos o presas distintas, o bien a una divergencia evolutiva sin valor adaptativo alguno. Sea como sea, el presente estudio no hace más que reflejar las grandes potencialidades de las técnicas estadísticas aplicadas a la morfología, que permiten poner de manifiesto diferencias y patrones que a simple vista habrían pasado totalmente inadvertidos, permitiendo así proponer hipótesis que deben ser testadas con otro tipo de análisis (anatomía de partes blandas, genética, etc.).

Ante la preocupación ecologista actual (por otro lado justificada) por la extinción de especies y la consiguiente pérdida de biodiversidad, muchos estudios ecológicos se suelen dirigir a la conservación de

especies en peligro de extinción, sin tener en cuenta que a la vez que unas especies se destruyen, otras se están formando; esto es debido al hecho de que cuando se descubre una nueva especie, siempre se asume que ya existía anteriormente pero no se conocía (a pesar de que las tasas de especiación pueden ser muy rápidas). Así pues, aunque es indudable que debido a la presión demográfica humana se extinguen más especies (debido sobretodo a la destrucción de los hábitats) que no se forman, la posibilidad (que a nivel teórico es una certidumbre) de que en la biosfera actual se estén diferenciando poblaciones y formando nuevas especies ante nuestros ojos no puede ser pasada por alto.

BIBLIOGRAFÍA

- FRETTER, V. & GRAHAM, A. 1981. The Prosobranch Molluscs of Britain and Denmark. Part 6. *The Journal of Molluscan Studies*, Supplement 9.
- GIANNUZZI-SAVELLI, R.; PUSATERI, F.; PALMERI, A.; EBREO, C. 1997. *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo*. Vol. 2. Edizioni de "La Conchiglia", Roma.
- POPPE, G.T. & GOTO, Y. 1991. *European Seashells. Vol. 1. (Polyplacopora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda)*. Verlag Christa Hemmen, Wiesbaden.