



Estudio paleontológico de los gasterópodos y escafópodos (Mollusca) del Tortoniano superior de Arroyo Trujillo, Cantillana (Sevilla)

Joaquín CÁRDENAS¹*, Ildefonso BAJO², & M. Vicente MAESTRE²

¹ Plaza de España, 10, 1º D, 41072, Dos Hermanas, Sevilla; jcardecar@gmail.com

² Museo de Alcalá de Guadaira, Sección de Paleontología, c/ Juez Pérez Díaz s/n, 41500 Alcalá de Guadaíra

*Corresponding author

Cárdenas, J., Bajo, I. & Maestre, M.V. 2019. Estudio paleontológico de los gasterópodos y escafópodos (Mollusca) del Tortoniano superior de Arroyo Trujillo, Cantillana (Sevilla). [Palaeontological study of the gastropods and scaphopods (Mollusca) of the late Tortonian of Arroyo Trujillo, Cantillana (Sevilla)]. *Spanish Journal of Palaeontology*, 34 (2), 205-228.

Manuscript received 22 December 2018

<https://doi.org/10.7203/sjp.34.2.16095>

Manuscript accepted 16 April 2019

© Sociedad Española de Paleontología ISSN 2255-0550

RESUMEN

Se ha estudiado el conjunto de gasterópodos y escafópodos correspondiente al Tortoniano superior en el yacimiento de Arroyo Trujillo (Cantillana, Sevilla), en el borde norte de la Cuenca del Guadalquivir. Se han identificado 194 taxones de gasterópodos y 8 de escafópodos. Todos ellos han sido localizados en los tramos III y IV, de los cinco diferenciados en el yacimiento (Cárdenas *et al.*, 2017). De sus improntas tafonómicas se deduce que los ejemplares han sufrido arrastres puntuales, remociones junto con los sedimentos del fondo marino con posteriores resedimentaciones, y por sus escasas bioerosiones y bioincrustaciones, producidas por otros seres vivos, un enterramiento temprano. Se analiza la distribución espacial de las especies durante el Neógeno en los dominios Atlántico, Mediterráneo y Paratethys, y se constata una mayor coincidencia del conjunto de gasterópodos y escafópodos del yacimiento con el conjunto de estos citados en la zona mediterránea que con los citados en la zona atlántica. También se analizan determinados movimientos migratorios de algunas especies entre los diferentes dominios marinos. Caso muy problemático e incierto es la dispersión de *Turritella incisaformis*. En cuanto a las condiciones ambientales, se deduce una batimetría de 20-40 m para el tramo III y 50-80 m para el tramo IV; una salinidad normal y temperatura tropical o subtropical corroborada por la abundancia de especies de gasterópodos termófilos.

ABSTRACT

In this work, the fossil gastropods and scaphopods from the upper Tortonian deposits of Arroyo Trujillo site (Cantillana, Seville), on the northern margin of the Guadalquivir Basin, have been studied. 194 gastropod and 8 scaphopod taxa have been identified; all of them located in sections III and IV of the five ones differentiated in the site (Cárdenas *et al.*, 2017). The taphonomic analysis suggests certain reworking of the specimens (transport and abrasion). In addition, low degree of bioerosion and incrustation shows short residence time and rapid burial. The geographic distribution of gastropods and scaphopods during Neogene in the Atlantic, Mediterranean, and Paratethys domains is analysed. The study fossil assemblages show affinities with the Mediterranean faunas. Migratory movements of some species between the different marine domains have been also studied. A problematic and uncertain study case is the dispersion of *Turritella incisaformis*. Regarding environmental conditions, the fossil assemblages indicate: 1) a bathymetric range from 20 to 40 m for section III and from 50 to 80 m for section IV; 2) normal salinity; and, 3) tropical-subtropical climate. This palaeoclimatic inference is also supported by the abundance thermophilic gastropod species.

Keywords: Guadalquivir Basin, Arroyo Trujillo, late Tortonian, Transgressive Basal Complex (BTC), Gastropoda, Scaphopoda.

Palabras clave: Cuenca del Guadalquivir, Arroyo Trujillo, Tortoniano superior, Complejo Basal Transgresivo (CBT), Gastropoda, Scaphopoda.

1. INTRODUCCIÓN

Los primeros resultados obtenidos en este nuevo estudio de los moluscos del Tortoniense superior en el yacimiento de Arroyo Trujillo (Cantillana, Sevilla), fueron publicados en un trabajo anterior (Cárdenas *et al.*, 2017). En dicho trabajo se citan 125 especies de bivalvos, se presenta una estratigrafía detallada de la zona y se analizan sus condiciones paleoambientales. Este segundo trabajo aborda el estudio de los gasterópodos y escafópodos. El conjunto total de moluscos y su situación geográfica de conexión entre dos grandes dominios faunísticos y ambientales (dominio Atlántico y Mediterráneo) hace muy interesante el estudio de este yacimiento.

El primer autor que hizo referencia a los fósiles de este yacimiento fue Arias de Olivarrieta (1918); posteriormente lo hicieron Gavala (1927) y Wenz (1942). Más tarde, un grupo de investigadores de la Universidad de Salamanca (Civis *et al.*, 1990) realizaron un trabajo más exhaustivo del yacimiento donde citan mayor cantidad de especies de moluscos (Tabla 1), y mediante el estudio de microfósiles dataron como Tortoniense superior los materiales aquí estudiados y señalaron la transición al Messiniense en el tramo superior de la serie.

En la zona de estudio se han realizado movimientos de tierra con fines agrícolas y parcelarios lo que ha permitido estudiar nuevos afloramientos en el conjunto del yacimiento. El objetivo de este trabajo es dar a conocer

Tabla 1. Relación de gasterópodos y escafópodos citados por los diferentes autores que han estudiado el yacimiento anteriormente.

Olivarrieta (1918)	Gavala (1927)	Wenz (1942)	Civis <i>et al.</i> (1990)
<i>Turritella tricarinata</i>	<i>Cassis laevigata</i>	<i>Turritella vindobonensis</i>	<i>Alvania</i> sp.
<i>Turritella bicarinata</i>	<i>Conus elatus</i>	<i>Turritella (Haustator) vermicularis subdoublieri</i>	<i>Mesalia delgadoi</i>
<i>Turritella turris</i>	<i>Conus belus</i>	<i>Polinice (P.) redemptus</i>	<i>Turritella gr. turris</i>
<i>Turritella</i> sp.	<i>Pleurotoma ramosa</i>	<i>Natica (N.) millepunctata</i>	<i>Turritella aff. bearnensis</i>
<i>Turritella</i> sp.	<i>Mitra scrobiculata</i>	<i>Neverita olla</i>	<i>Turritella</i> sp.
<i>Cerithium rubiginosum</i>	<i>Halia helicooides</i>	<i>Lunatia helicina</i>	<i>Protoma</i> sp.
<i>Cerithium</i> sp.	<i>Marginella Deshayesii</i>	<i>Semicassis (S.) miolaevigata</i>	<i>Leiostraca subulata</i>
<i>Natica redempta</i>	<i>Natica millepunctata</i>	<i>Ficus geometra</i>	<i>Calyptae (C.) chinensis</i>
<i>Natica josephinia</i>	<i>Natica redempta</i>	<i>Ancilla (Baryspira) glandiformis</i>	<i>Crepidula (Janacus) unguiformis</i>
<i>Natica</i> sp.	<i>Natica josephinia</i>	<i>Mitra (Cancilla) fusulus notatusulcata</i>	<i>Xenophora infundibulus</i>
<i>Cassis saborum</i>	<i>Natica submamilla</i>	<i>Mitraria sismondae conternina</i>	<i>Aphorrais (A.) pespellicani</i>
<i>Nassa</i> sp.	<i>Ficus geometra</i>	<i>Mitraria cf. ponderosa</i>	<i>Polinice (P.) cf. redemptus</i>
<i>Nassa</i> sp.	<i>Turritella vindobonensis</i>	<i>Cancellaria (C.) cancellata</i>	<i>Neverita josephinia</i>
<i>Buccinum Rosthorni</i>	<i>Xenophora infundibulum</i>	<i>Marginella (M.) stephaniae</i>	<i>Lunatia malilenta</i>
<i>Conus</i> sp.	<i>Buccinum Brugadinum</i>	<i>Conus (Chelyconus) puschi</i>	<i>Naticarius (N.) tigrinus</i>
<i>Marginella Stephaniae</i>	<i>Nassa pupoides</i>	<i>Conus (Dendroconus) maculosus</i>	<i>Semicassis (S.) laevigata</i>
<i>Ancillaria glandiformis</i>		<i>Ringicula auriculata</i>	<i>Cymatium (Monoplex) sp.</i>
<i>Dentalium Bouei</i>		<i>Gadila (G.) gracilis</i>	<i>Gyrineum (Aspa) marginatum</i>
<i>Dentalium mutable</i>		<i>Dentalium (D.) sexangulum</i>	<i>Ficus (F.) geometra</i>
			<i>¿Mitrella gr. carinata</i>
			<i>Phos (P.) poligonus</i>
			<i>Sphaeronassa praeinflata</i>
			<i>Sphaeronassa pseudoclathrata</i>
			<i>Hinia (Telasco) inaequalis</i>
			<i>Hinia (Uzita) brugnonis</i>
			<i>Fusinus (Gracillipurpura) aff. clavatus</i>
			<i>Ancilla (barispira) glandiformis</i>
			<i>Narona (Solatia) barjonae</i>
			<i>Marginella (M.) stephaniae</i>
			<i>? Crassispira aff. unifilosa</i>
			<i>Epalxis (Bathytoma) cataphracta</i>
			<i>? Borsonia</i> sp.
			<i>Raphitoma (R.) aff. cordieri</i>
			<i>Conus berghausi</i>
			<i>Conus puschi</i>
			<i>Terebra (Myurellina) aff. acuminata</i>
			<i>Odostomia (Megastomia) conoidea</i>
			<i>Syrnola</i> sp.
			<i>Ringicula (R.) buccinea</i>
			<i>Ringicula (R.) ventricosa</i>

la abundancia de especies de gasterópodos y escafópodos del yacimiento, y poner de manifiesto su valor excepcional que por su situación geográfica representa, para el conocimiento de la movilidad migratoria de las especies en las diferentes edades geológicas y entre las aguas del Océano Atlántico y Mar Mediterráneo. Este yacimiento ha sido catalogado, por su valor científico, entre los once puntos de mayor interés paleontológico del Neógeno de la provincia de Sevilla (Martínez Graña *et al.*, 2018).

2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLOGÍA

El yacimiento de Arroyo Trujillo se localiza a unos 3 kilómetros de la localidad de Cantillana, al norte de la provincia de Sevilla. Corresponde, por tanto, al margen norte de la Cuenca del Guadalquivir, en su zona centro. (Fig. 1).

El levantamiento de la Cordillera Bética, en el sur de la península Ibérica, produjo una fosa de antepais entre la cadena montañosa y el macizo Ibérico. Dicha

fosa, conocida como Estrecho Norbético, fue una de las comunicaciones entre las aguas del Atlántico y del Mediterráneo durante gran parte del Mioceno. En el transcurso del Tortoniense inferior se produjeron nuevos levantamientos en la Cordillera Bética, que cerraron el Estrecho Norbético por el noreste (Martín *et al.*, 2014) quedando reducida la comunicación entre las aguas del Atlántico y el Mediterráneo a varios corredores intramontañosos en su margen meridional. Este estrecho, transformado durante el Serravallense superior al Tortoniense inferior y posteriormente colmatado, constituye la denominada Cuenca del Guadalquivir. En la actualidad forma una larga depresión que se extiende de nordeste a suroeste, abierta al océano Atlántico por el Golfo de Cádiz y constituida mayoritariamente por sedimentos blandos (Sanz de Galdeano & Vera, 1991, García Castellano *et al.*, 2002, Martínez del Olmo & Martín, 2016).

Durante el Tortoniense superior se produjo una transgresión en la Cuenca del Guadalquivir la cual depositó en su borde norte diferentes capas de materiales siliciclasticos (conglomerados, arenas, arenas-limosas y limos-arenosos) sobre el basamento Paleozoico. En la zona de estudio, estos materiales corresponden al Carbonífero superior (Wagner & Álvarez Vázquez, 2010). El conjunto de estos materiales, que constituyen el yacimiento aquí estudiado, corresponden al denominado Complejo Basal Transgresivo (CBT) (Pendón *et al.*, 2001; Abad, 2002, 2007). En su muro son equivalentes a la Formación Arenas de Base (Martínez del Olmo & Martín, 2016) y en parte coincidente con la Secuencia de depósito B de Sierro *et al.* (1990). En conjunto, constituyen la parte inferior y media del cortejo sedimentario Transgresivo (TST – *Transgressive system tract*) que llenó la Cuenca del Guadalquivir durante el Tortoniense superior (González Delgado & Civis, 2000; González Delgado *et al.*, 2004).

La estratigrafía del yacimiento se presentó en trabajo previo (Cárdenas *et al.*, 2017) con dos columnas complementarias (secciones A y B). En el presente trabajo, la sección A se considera irrelevante por la ausencia de gasterópodos y escafópodos salvo la presencia puntual de algunos ejemplares, por lo que se describe únicamente la sección B (Fig. 2). Dicha sección consta, de muro hacia techo, de los tres tramos superiores de los cinco diferenciados en el yacimiento.

Tramo III. Formado por unos 13-15 m de arenas limosas marrones. En ellas persiste *Heterostegina gomezangulensis*, abundante en el tramo subyacente, y muy dispersa en éste. En este tramo se localizan niveles de concentración de fósiles acompañados de arenas algo más gruesas. Estos niveles presentan poca continuidad horizontal con un espesor variable entre 15 a 30 cm. Ocasionalmente, estos niveles presentan, intercalados en el sedimento, bolos de arenisca de formas y tamaños muy irregulares, formados por procesos de disolución de carbonatos y posterior cementación fosildiagénica. En

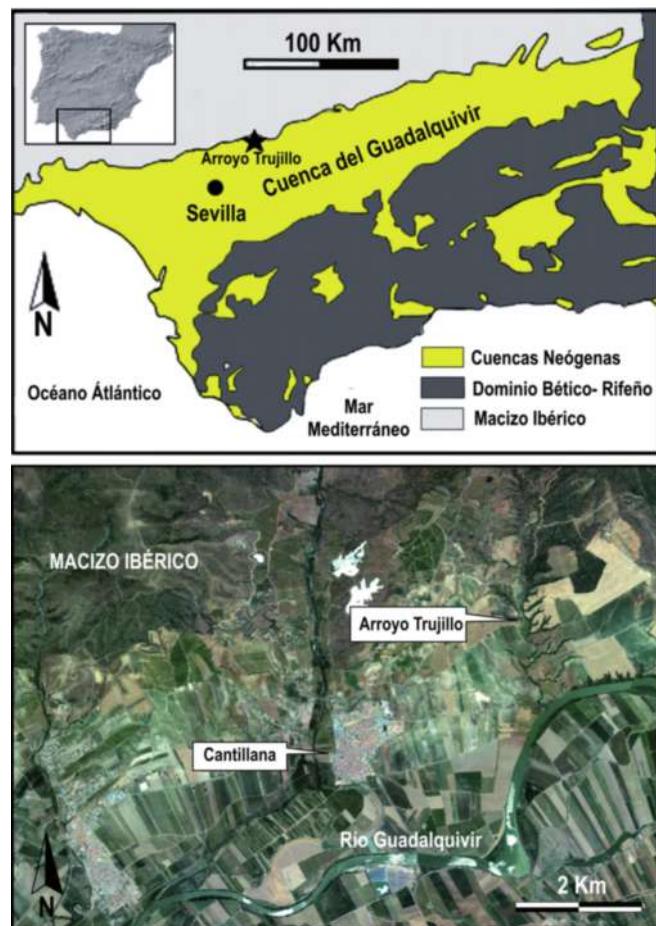


Figura 1. Situación geológica y geográfica de la zona estudiada.

la parte central de este tramo se localizan paleocanales de base cóncava erosiva llenos de conglomerados, mayoritariamente de cuarcita, de tamaño medio a grueso y de color rojizo procedente de la erosión del sustrato Carbonífero. Algunos de ellos presentan arenas con laminación paralela en la base y posterior relleno de conglomerados. Sobre estos continúa el depósito de las arenas limosas marrones. Estos paleocanales están orientados hacia el centro de la cuenca.

fragmentados y desgastados, generalmente, restos de grandes bivalvos (pectínidos y ostreidos).

Tramo V. La sección finaliza con arenas margosas que pasan progresivamente a margas gris verdosas, con una potencia visible de 5 a 7 m (observables en arroyadas y en una antigua cantera próxima). En la zona superior de estas margas se localiza el tránsito Tortoniano-Messiniense (Sierra y Flores en *Civis et al.*, 1990).

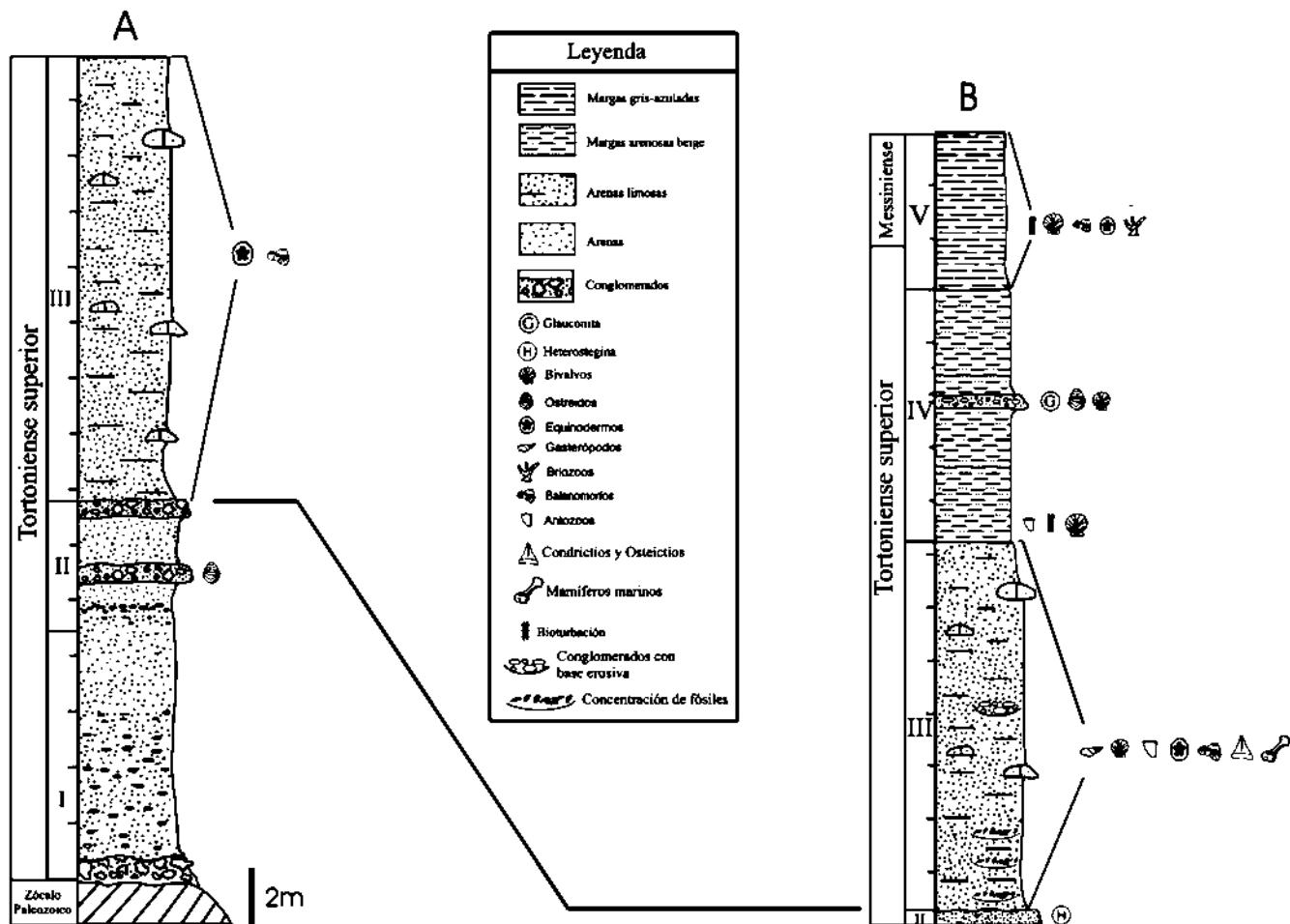


Figura 2. Columna estratigráfica de Arroyo Trujillo (Cantillana).

Tramo IV. Las arenas del tramo anterior pasan progresivamente a 8-10 m de arenas finas margosas de color beige e intensamente bioturbadas en su base, con presencia de fósiles dispersos, entre los cuales son más frecuentes los bivalvos con sus valvas articuladas que los gasterópodos. Intercalado en este tramo, próximo al techo y de forma discordante, se aprecia un nivel de arenas con abundante glauconita. Sobre estas arenas se dispone otro nivel de conglomerados con clastos, principalmente cuarcíticos, de tamaño mediano. El conjunto no supera los 0,5 m de potencia y en él se encuentran algunos fósiles

3. BIOCRONOLOGÍA

Los estudios realizados por Sierro y Flores (en Civis *et al.*, 1990) a partir de foraminíferos planctónicos y nanoplancton calcáreo, relacionan estos materiales con la secuencia deposicional B de Sierro *et al.* (1996), con una edad superior de 7,5 Ma. Ya que en la secuencia de estos estratos estos mismos autores han detectado el tránsito gradual del Tortoniense al Messiniense (Civis *et al.*, 1990), datado en 7,2 Ma, el yacimiento puede estar comprendido entre 7,5 Ma y 7,2 Ma.

En un trabajo posterior realizado por Cachão (1995) en Cacela (Portugal), este yacimiento se data en 8,2 Ma, basándose en la presencia de *Discoaster berggrenni* y *Discoaster quinqueramus*. Si ambos yacimientos (Arroyo Trujillo y Cacela) son sincrónicos como indican algunos autores (González Delgado *et al.*, 1995) y en ambos han sido identificados *Discoaster berggrenni* y *Discoaster quinqueramus* (Flores en Civis *et al.*, 1990) se ha de concluir que los materiales del CBT en Arroyo Trujillo están comprendidos entre 8,2 Ma y 7,2 Ma.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Los movimientos de tierra realizados en la zona, con fines agrícolas, han posibilitado tener un conocimiento más detallado de la estratigrafía de la zona gracias a los nuevos cortes aflorados. Así mismo, han facilitado la recogida, en los sedimentos removidos correspondientes al tramo III, de una mayor cantidad de material fósil mediante exhaustivas prospecciones superficiales.

En las sucesivas campañas de muestreo en campo se han tomado, en los tramos III y IV, muestras en saco de 5 a 10 kg de peso, sobre todo, en los niveles de mayor interés faunístico. En el tramo III se han recogido, de forma aleatoria, 3 muestras en cada uno de los niveles de concentración de fósiles y 5 muestras en los niveles restantes. En el tramo IV se han tomado 4 muestras en diferentes niveles también de forma aleatoria. El objetivo de las muestras fue la localización de microfósiles de gasterópodos llegando a recoger ejemplares de hasta 1,5 mm de longitud. Para ello, las muestras fueron disgregadas en agua y pasadas por un tamiz de 0,5 mm de luz de malla. Los materiales superiores a 0,5 mm, y una vez secos, fueron observados con la lente binocular para extraer los micromoluscos. En 6 de todas las muestras estudiadas, se ha realizado un conteo de los micromoluscos y los bioclastos susceptibles de separarlos en clases con el propósito de establecer los porcentajes en el que se encuentran representados los diferentes grupos (Fig. 3b). Terrones de sedimentos, cementados y no cementados, procedentes del material removido del tramo III, fueron disgregados en la búsqueda de diferentes especies fósiles que pudieran tener. El total de los sedimentos revisados en las diferentes muestras y terrones ha superado los 150 kg.

Para la asignación de los géneros en las diferentes familias se ha seguido a Millard (1997), realizando algunas adaptaciones según Bouchet & Rocroi, (2005) y Bouchet *et al.* (2011) en la nueva distribución de la superfamilia Conoidea.

Para la identificación y clasificación taxonómica, así como para la distribución paleogeográfica y cronoestratigráfica de las especies citadas, se ha consultado, entre otras, las siguientes publicaciones: Bellardi (1872,

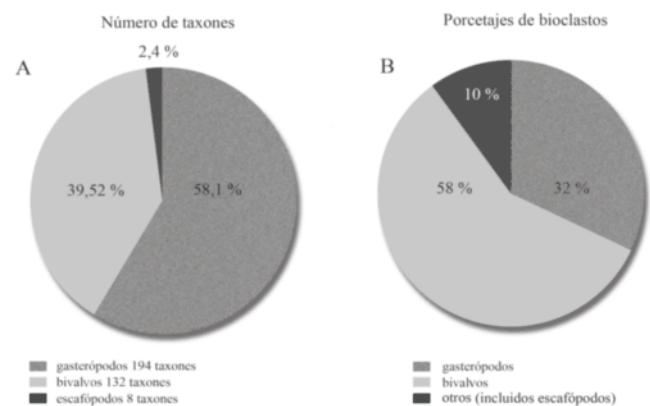


Figura 3. Gráficas de porcentajes: A Se representa el número de taxones de gasterópodos, bivalvos y escafópodos citados en el yacimiento, y sus porcentajes. B Se representan los porcentajes de micromoluscos y bioclastos correspondientes a gasterópodos, bivalvos y otros, resultantes del estudio de 6 muestras.

1877, 1882, 1884, 1887a, 1887b, 1888), Bellardi & Sacco (1890), Sacco (1890, 1891a, 1891b, 1892a, 1892b, 1893, 1894a, 1894b, 1895, 1896), Cossman & Peyrot (1911), Davoli (1972), Marasti (1973), Malatesta (1974), Pavía (1975), Acuña (1978), Martinell (1979, 1981, 1982), Ferrero Mortara *et al.* (1981, 1984), González Delgado (1985, 1986, 1988, 1989, 1993), Lozouet (1992, 2003), Baluk (1997), Muñiz Solís (1999), Vera-Peláez (2002) y Landau *et al.* (2003, 2004, 2006a, 2006b, 2006c, 2007, 2013). Para los escafópodos: Baluk (1972), Pavía (1991), Vera-Peláez & Lozano-Francisco (2004) y Caprotti (2009).

Para las especies con representación en la actualidad se ha consultado: Sabelli *et al.* (1990), Gofas *et al.* (2011) y las bases de datos “online” *Check List of European Marine Mollusca* (CLEMAM, 2005) (<http://www.somali.asso.fr/clemam/index.clemam.html>) y *World Register of Marine Species* (WoRMS) (www.marinespecies.org).

Todo el material forma parte de la colección de referencia de los autores. Una vez completado el estudio del yacimiento, será depositado en el Museo de Geología de la Universidad de Sevilla.

5. SISTEMÁTICA Y ASPECTOS TAFONÓMICOS

Se han identificado un total de 194 taxones de gasterópodos y 8 taxones de escafópodos (Tabla 2) (Figs. 4-9), la mayoría de ellos a nivel específico. Los gasterópodos se encuentran representados por 59 familias, de forma muy desigual. Destaca la familia Pyramidellidae, representada por 22 especies, mientras que 41 familias de las 59 (69,49%) solamente lo están por una, dos o tres especies.

Tabla 2. Tabla de las especies de gasterópodos y escafópodos identificadas en el yacimiento de Arroyo Trujillo (Cantillana), correspondientes al Tortoniense superior. Se marcan sus distribuciones conocidas, durante el Neógeno, en los dominios marinos del Paratethys, Mediterráneo y Atlántico. Se indica con una “c” su presencia en el yacimiento de Cacela. Para la frecuencia se ha seguido el siguiente baremo: rara (R). 1 ejemplar en todo el material analizado; Escasa (E): hasta 5 ejemplares; Frecuente (F): hasta 20 ejemplares; Abundante (A): hasta 50 ejemplares; Muy abundante (MA): más de 50 ejemplares.

Especies de gasterópodos	Paratethys	Mediterráneo	Atlántico/Cacela	Frecuencia	Mioceno	Plioceno	Cuaternario
Lepetellidae							
<i>Lepetella cf. compressiuscula</i> (Karsten, 1849)	*	?	*	R	—	—	—
Fissurellidae							
<i>Emarginula adriatica</i> (O.G. Costa, 1829)		*	*	R	—	—	—
Trochidae							
<i>Ampullotrochus opistotenus</i> (Fontannes, 1879)		*	*c	E	—	—	—
<i>Calliostoma miliaris</i> (Brocchi, 1814)	*	*	*	E	—	—	—
<i>Calliostoma xavieri</i> (da Costa, 1866)	*		*c	E	—	—	—
<i>Paroxystele rotellaris</i> (Michelotti, 1847)		*	*c	MA	—	—	—
<i>Solariella taurocincta</i> Sacco, 1896		*		R	—	—	—
<i>Tumulus dertosulcatus</i> (Sacco, 1896)		*		R	—	—	—
Turbinidae							
<i>Bolma (Ormastralium) speciosa</i> (Michelotti, 1847)		*		E	—	—	—
<i>Bolma meynardi</i> (Michelotti, 1847)	*	*	*c	R	—	—	—
Rissoidae							
<i>Alvania helena</i> (Boettger, 1902)	*	*		F	—	—	—
<i>Alvania testae</i> (Aradas & Maggiore, 1844)		*		MA	—	—	—
Barleeiidae							
<i>Barleeia unifasciata</i> (Montagu, 1803)		*		R	—	—	—
Iravadiidae							
<i>Hyala vitrea</i> (Montagu, 180)	*	*	*c	F	—	—	—
<i>Rhombostoma striata</i> (Höernes, 1856)	*	*	*c	F	—	—	—
<i>Rhombostoma imperforatum</i> (Sacco, 1892)	*	*		E	—	—	—
Caecidae							
<i>Caecum glabrum</i> (Montagu, 1803)		*	*	R	—	—	—
<i>Caecum trachea</i> (Montagu, 1803)	*	*	*c	E	—	—	—
Tornidae							
<i>Circulus miobicarinatus</i> (Sacco, 1896)	*	*	c	E	—	—	—
<i>Circulus striatus</i> (Philippi, 1836)		*	*	E	—	—	—
<i>Tornus basiglabra</i> Fekih & Gougerot, 1975		*	*c	E	—	—	—
<i>Tornus excalliferus</i> (Sacco, 1896)		*	*c	A	—	—	—
<i>Discopsis trigonostoma</i> (Basterot, 1825)	*	*	*c	R	—	—	—
Elachisiniidae							
<i>Elachisina hoernesii</i> (Bouttger, 1902)	*	*		E	—	—	—
Vitrinellidae							
<i>Solariorbis punctatocarinatus</i> (Landau & Harzhauser, 2013)		*		E	—	—	—
<i>Solariorbis woodi</i> (Höernes, 1856)	*	*	*c	F	—	—	—
Cerithiidae							
<i>Bittium (Semibittium) turritella</i> (Eichwald, 1853)	*	*	c	E	—	—	—
<i>Cerithium cf. dertonense</i> Mayer, 1868		*	c	F	—	—	—
<i>Bittium</i> sp.				R	—	—	—
<i>Cerithium</i> sp.				E	—	—	—

Turritellidae						
<i>Mesalia brevialis miocenica</i> Dollfus, Cotter & Gomez, 1904			*c	E	-	
<i>Mesalia delgadoi</i> Dollfus, Cotter & Gomez, 1904		*	*c	MA	-	
<i>Ptychidium vindobonensis</i> (Hadmann, 1882)	*	*	c	MA	-	
<i>Turritella dertonensis subconica</i> Sacco, 1895	*	*	c	F	-	
<i>Turritella incisaformis</i> Scoppreghy-Meznieres, 1956	*			A	-	
<i>Turritella</i> sp.				E		
Aporrhaidae						
<i>Aporrhais pespelicans</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*c	E	-	
Calyptidae						
<i>Calyptae chinensis</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*c	F	-	
<i>Crepidula uniformis</i> Lamarck, 1822	*	*	*c	F	-	
Xenophoridae						
<i>Xenophora infundibulum</i> (Brocchi, 1814)			*c	E	-	
Cypraeidae						
<i>Apocyprae labrosa</i> (Bonelli, 1826)		*		R	-	
Trividae						
<i>Niveria</i> sp.				R		
Naticidae						
<i>Cochlis epigloafunicula</i> (Sacco, 1890)		*		F	-	
<i>Euspira macilenta</i> (Philippi, 1844)		*	*	R	-	
<i>Euspira helicina helicina</i> (Brocchi, 1814)	*	*	*c	A	-	
<i>Neverita olla</i> (de Serre, 1829)	*	*	*c	F	-	
<i>Polinice dertomamilla</i> Sacco, 1890		*		F	-	
<i>Tectonatica astensis</i> (Sacco, 1890)		*		E	-	
<i>Tectonatica redemptus</i> (Michelotti, 1847)	*	*	*c	F	-	
Tonnidae						
<i>Eudolium stephaniphorum</i> (Fontannes, 1879)	*	*	*c	E	-	
Ficidae						
<i>Ficus condita</i> (Brongniart, 1823)	*	*	*c	F	-	
Cassidae						
<i>Semicassis miolaevigata</i> Sacco, 1890	*	*	*c	A	-	
Ranellidae						
<i>Charonia</i> sp.				R		
<i>Monoplex corrugatum</i> (Lamarck, 1816)	*	*	*c	E	-	
Bursidae						
<i>Aspa marginata</i> (Gmelin, 1790)	*	*	*c	E	-	
Epitoniidae						
<i>Acirsa lanceolata</i> (Brocchi, 1814)	*	*	*	R	-	
<i>Acriloscala cf. terebralis</i> (Michelotti, 1831)	*		*	F	-	
<i>Acriloscala</i> sp.				E		
<i>Epitonium turtoni</i> (Turton, 1819)		*	*c	F	-	
<i>Epitonium frondiculoides</i> (Boury, 1891)	*	*	*c	E	-	
<i>Opalia coronata</i> (Philippi & Scacchi, 1840)	*		*	E	-	
Aclididae						
<i>Aclis cf. trilineata</i> Watson, 1897		*		R	-	
Eulimidae						
<i>Eulima glabra</i> (da Costa, 1778)		*	*c	F	-	

Muricidae						
<i>Bolinus brandaris torularius</i> (Lamarck, 1822)		*	*c	R	—	—
<i>Coralliophilia bracteata</i> (Brocchi, 1814)	*	*		E	—	—
<i>Hadriania craticulata</i> Bucquoy, Dautzenberg, Dollfus, 1882	*	*	c	F	—	—
<i>Hexaplex brevicanthos</i> Sismonda, 1847		*	*	R	—	—
<i>Trunculariopsis</i> sp.				E	—	—
Buccinidae						
<i>Babylonia eburnoides</i> (Matheron, 1842)	*	*	*c	F	—	—
<i>Europhos polygonus</i> (Brocchi, 1814)		*	*	F	—	—
Columbellidae						
<i>Mitrella adiecta</i> (Bellardi, 1890)		*		E	—	—
<i>Mitrella</i> cf. <i>transiens</i> (Bellardi, 1890)		*		E	—	—
<i>Mitrella bellardensis</i> (Sacco, 1891)		*		R	—	—
<i>Mitrella curta</i> (Dujardini, 1837)	*	*		F	—	—
<i>Mitrella inedita</i> (Bellardi, 1890)		*		A	—	—
<i>Mitrella minima</i> (Sacco, 1890)		*	c	A	—	—
<i>Mitrella nassoides</i> (Grateloup, 1827)	*	*	*c	R	—	—
Nassaridae						
<i>Nassarius brugnoni</i> (Bellardi, 1882)		*	*c	A	—	—
<i>Nassarius schoenni</i> (Höernes & Auringer, 1882)	*	*		R	—	—
<i>Nassarius</i> cf. <i>degregori</i> (Bellardi, 1882)		*		F	—	—
<i>Nassarius elathus</i> (Gould, 1845)		*		A	—	—
<i>Nassarius instabilis</i> (Bellardi, 1882)		*		F	—	—
<i>Nassarius pseudoclathratus</i> (Michelotti, 1847)		*	*c	F	—	—
<i>Nassarius serratus</i> (Brocchi, 1814)		*	*	R	—	—
<i>Nassarius</i> cf. <i>stiriacus</i> (Hilber, 1879)	*		c	E	—	—
<i>Nassarius turbinellas occidentalis</i> Peyrot, 1924			*c	MA	—	—
Fasciolaridae						
<i>Clavella klipsteini</i> (Michelotti, 1847)		*		F	—	—
<i>Aurantilaria tarbelliana</i> (Grateloup, 1845)	*	*	*c	E	—	—
<i>Streptochetus ornatus</i> (d'Orbigny, 1852)	*	*	*c	E	—	—
Volutidae						
<i>Ampulla priamus</i> (Gmelin, 1791)		*	c	E	—	—
<i>Euroscaphella lamberti</i> (J. Sowerby, 1816)			*c	F	—	—
Turbinellidae						
<i>Tudicla rusticula</i> (Basterot, 1825)	*	*	*c	E	—	—
Olividae						
<i>Amalda glandiformis</i> (Lamarck, 1810) forma conoidea (Deshayes, 1830)	*	*	*c	F	—	—
<i>Amalda glandiformis</i> (Lamarck, 1810) forma elongata (Deshayes, 1830)	*	*	*c	A	—	—
<i>Olivella clanzigi</i> Lozouet, 1992		*		F	—	—
Cystiscidae						
<i>Gibberula miliaria</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	c	F	—	—
<i>Giberula pilarae</i> Muñiz Solís, 1996		*		E	—	—
Marginellidae						
<i>Marginella stephaniae</i> da Costa, 1866			*c	MA	—	—
<i>Volvarina mitrella</i> (Risso, 1826)		*		F	—	—

Mitridae					
<i>Mitra alligata</i> (Defrance, 1824)	*	*	R		
<i>Mitra cf. atava</i> (Bellardi, 1897)	*		E		
<i>Mitra pereirai</i> (Brebion, 1957)		c	E	-	
<i>Mitra cf. suballigata</i> Bellardi, 1887	*	c	F	-	
<i>Mitra</i> sp.			E		
Costellaridae					
<i>Pusia pyramidella</i> (Brocchi, 1814)	*	*	F		
Cancellariidae					
<i>Calcarata calcarata</i> (Brocchi, 1814)	*	*	*c	R	
<i>Contortia contorta</i> (Basterot, 1825)	*	*	*c	E	
<i>Scalptia spinosa</i> (Grateloup, 1827)	*	*	*c	R	
<i>Solatia hirta</i> (Brocchi, 1814)		*		E	
<i>Sveltia dertovaricosa</i> (Sacco, 1894)	*	*	*c	R	
Borsonidae					
<i>Asthenostoma tuberculata</i> (Pusch, 1837)	*	*	c	E	-
<i>Bathytoma cataphracta</i> (Brocchi, 1814)	*	*	*c	E	
<i>Drilliola emendata</i> (Monterosato, 1872)		*	c	F	
<i>Genota ramosa</i> (Basterot, 1825)	*		*c	E	-
<i>Microdrillia crispata</i> (Cristoforis & Jan, 1822)	*	*	*	E	
Conidae					
<i>Conilithes dujardini</i> (Deshayes, 1845)	*	*	*c	F	
<i>Conilithes striatulus</i> (Brocchi, 1814)	*	*		F	
<i>Kalloconus bergensis</i> (Michelotti, 1847)	*	*	*c	F	
<i>Lautoconus eschewegi</i> (da Costa, 1866)	*	*	*c	F	
<i>Monteiroconus daciae</i> (Höernes & Auinger, 1879)	*	*	*c	E	-
<i>Plagioconus elatus</i> (Michelotti, 1847)	*	*		R	
<i>Plagioconus marii</i> (Sacco, 1893)	*	*		E	
<i>Plagioconus puschi</i> (Michelotti, 1847)	*	*	*c	F	
<i>Varioconus subrastriatus</i> (da Costa, 1866)	*	*	*c	R	-
Clavatulidae					
<i>Clavatula cf. calcarai</i> Bellardi, 1877	*		R	-	
<i>Perrona coppi</i> (Bellardi, 1877)	*		R	-	
<i>Perrona inedita</i> (Bellardi, 1877)	*		F		
<i>Turricula intermedia</i> (Bronn, 1837)	*	*c	E		
Drillidae					
<i>Crassopleura sigmoidea</i> (Bronn, 1831)	*	*	*c	A	
<i>Crassopleura</i> sp.				F	
<i>Nitidiclavus maitrejus</i> (Semper en von Koene, 1872)	*	*	?	E	
Mangelidae					
<i>Agathotoma angusta</i> (Bellardi, 1847)	*	*	R		
<i>Bela brachystoma</i> (Philippi, 1844)	*	c	MA		
<i>Bela hispidula</i> (Bellardi, 1847)	*	*	A		
<i>Bela scalariformis</i> (Brugnone, 1906)	*	*	R		
<i>Bela vulpecula</i> (Brocchi, 1814)	*	*	A		
<i>Mangelia attenuata</i> (Montagu 1803)	*		F		
<i>Mangelia subcostata</i> (Boettger, 1906)	*		F	-	
<i>Miraclathurella bitneri</i> (Eichwald, 1830)	*		F	-	

Raphitomidae						
<i>Andonia bonelli</i> (Bellardi y Michelotti, 1840)		*	c	E	—	
<i>Raphitoma linearis</i> (Montagu, 1803)		*		F	—	
<i>Teretia anceps</i> (Eichwald, 1830)	*	*	*c	E	—	
Terebridae						
<i>Hastula dertoconica</i> Sacco, 1891		*		E	—	
<i>Hastula farinensis</i> (Fontanne, 1881)		*		R	—	
<i>Subula plicaria</i> (Basterot, 1825)	*	*	*c	F	—	
<i>Striotorerebrum hoernesi</i> (Beyrich, 1854)		*	*	R	—	
<i>Terebra acuminata</i> Borson, 1820	*	*	*c	F	—	
<i>Terebra cf. cuneana</i> (da Costa, 1866)			*c	R	—	
<i>Terebra postneglecta</i> Sacco, 1891		*	c	F	—	
Architectonicidae						
<i>Architectonica monilifera</i> (Bronn, 1831)	*	*	*c	E	—	
<i>Psilaxis simplex</i> (Bronn, 1827)	*	*	*c	R	—	
Mathildidae						
<i>Mathilda concinna</i> (Millet, 1866)	*		*	E	—	
Pyramidellidae						
<i>Chrisallida longula</i> Boettger, 1907	*	*	*	E	—	
<i>Chrisallida obtusa</i> (Brown, 1827)	*	*	*	E	—	
<i>Chrisallida sextona</i> (Cossman & Peyrot, 1917)	*		*	E	—	
<i>Eulimella acicula</i> (Philippi, 1836)			*c	E	—	
<i>Eulimella cerullii</i> (Cosmann, 1916)		*		E	—	
<i>Eulimella pyramidata</i> (Deshayes, 1834)		*		R	—	
<i>Eulimella scillae</i> (Scacchi, 1835)		*	*c	E	—	
<i>Megastomia conoidea</i> (Brocchi, 1814)	*	*	*c	F	—	
<i>Monotyigma elata</i> (von Koene, 1882)		*	*c	R	—	
<i>Odostomia conoastensis</i> (Sacco, 1892)		*		F	—	
<i>Odostomia turritella</i> (Grateloup, 1828)		*	*	F	—	
<i>Ondina divisa</i> (J. Adams, 1797)		*		R	—	
<i>Pyramidella plicosa</i> Bronn, 1838	*	*	*	R	—	
<i>Pyrgiscus rufus</i> (Philippi, 1836)		*	c	F	—	
<i>Pyrgostilus striatulus</i> (Linnaeus, 1758)		*	c	A	—	
<i>Syrnola hoernesi</i> (Koenen, 1882)		*	*	E	—	
<i>Syrnola subumbilicatoides</i> (Sacco, 1892)	*	*	c	A	—	
<i>Turbonilla acuta</i> (Donovan, 1804)		*		R	—	??
<i>Turbonilla gastaldi</i> (Semper, 1865)		*	*	F	—	
<i>Turbonilla</i> sp. 1				F		
<i>Turbonilla</i> sp. 2				R		
<i>Turbonilla</i> sp. 3				E		
Acteonidae						
<i>Acteon semistriatus</i> Glibert, 152		*	*c	F	—	
<i>Acteon tornatilis</i> (Linnaeus, 1758)		*	c	R	—	
<i>Rictaxis achatinus</i> (Sacco, 1897)	*	*	R		—	
Ringiculidae						
<i>Ringicula buccinea</i> (Brocchi, 1814)		*	*c	A	—	
<i>Ringicula ventricosa</i> (Sowerby, 1824)		*	*c	F	—	
<i>Ringiculocosta cancellariooides</i> Seguenza, 1879	*	*	*c	F	—	

Rhizoridae						
<i>Volvulella acuminata</i> (Bruguiere, 1792)	*	*	*c	F	—	—
Cylichnidae						
<i>Acteocina lajonkaireana</i> (Basterot, 1825)	*	*	*c	E	—	—
<i>Acteocina spirata</i> (Brocchi, 1814)		*	*c	A	—	—
<i>Cylichna cylindracea</i> (Pennat, 1777)		*	c	F	—	—
<i>Cylichna subcylindrica</i> (d'Orbigny, 1852)	*	*	*	R	—	—
Scaphandridae						
<i>Roxania utriculus</i> (Brocchi, 1814)	*	*	*c	E	—	—
<i>Scaphander lignarius</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*c	E	—	—
Philinidae						
<i>Philine catena</i> (Montagu, 1803)	*	*	*	E	—	—
<i>Philine</i> sp.				R		
Haminoeidae						
<i>Atys brocchii</i> (Michelotti, 1847)		*		R	—	—
Retusidae						
<i>Retusa decussata</i> (Sacco, 1896)		*	c	A	—	—
<i>Retusa truncatula</i> (Bruguiere, 1792)	*	*	*c	R	—	—
<i>Retusa umbilicata</i> (Montagu, 1803)	*	*	*	E	—	—
Aplysiidae				R		
<i>Aplysia</i> sp.						

Especies de escafópodos

Dentaliidae						
<i>Dentalium bermejensis</i> Vera-Pelaez & Lozano Francisco, 2004		*		E	—	
<i>Dentalium</i> sp.1				F		
<i>Dentalium</i> sp. 2				E		
<i>Antalis</i> sp.1				E		
<i>Fissidentalium mutabilis</i> (Höernes, 1856)	*	*		E	—	
Omniglyptidae						
<i>Omniglypta jani</i> (Höernes, 1856)	*	*		A	—	
Entalinidae						
<i>Entalina tetragona</i> (Brocchi, 1814)	*	*		A	—	
Gadilidae						
<i>Gadila ventricosa</i> (Bronn, 1827)	*	*		MA	—	

De todas estas, un 30%, lo constituyen especies que no sobrepasan los 5 mm de tamaño. Entre los escafópodos están representadas 4 familias (Fig. 9). No ha sido posible clasificar a nivel específico algunos de los taxones estudiados (14 gasterópodos y 3 escafópodos), en su mayoría por el estado fragmentario del material estudiado, dejando abierta su nomenclatura.

Se amplía el rango cronoestratigráfico de muchas especies estudiadas. En unos casos, especies cuyo rango de distribución cronoestratigráfico conocido alcanzaba hasta el Mioceno medio, se amplía ahora al Mioceno superior (Tortoniense superior). Este es el caso de: *Circulus miobicarinatus*, *Elachisina hoernesii*, *Solariorbis punctatocarinatus*, *Bittium turritella*, *Turritella incisaformis*, *Nassarius styriacus*, *Nassarius turbinella occidentalis*,

Plagiconus marii, *Perrona inedita*, *Mangelia subcostata*, *Miraclathurella bitneri*, *Strioterebrum hoernesii*, *Mathilda concinna*, *Chrysallida longula*, *Odostomia turritella*, *Syrnola hoernesii*, *Turbanilla gastaldi*, *Atys brocchii* y *Cylichna subcylindrica*. Otras especies, cuyo rango de distribución cronoestratigráfica inferior conocido partía del Plioceno inferior se amplía ahora al Mioceno superior (Tortoniense superior): *Ampullotrochus opisthoterus*, *Barleia unifasciata*, *Xenophora infundibulum*, *Mitrella minima*, *Olivella clanizigi*, *Giberula pilarae*, *Mitra alligata*, *Mitra cf. atava*, *Solatia hirta*, *Drilliola emendata*, *Mangelia attenuata*, *Raphitoma linearis*, *Terebra neglecta*, *Eulimella pyramidata*, *Ondina cf. divisa*, *Pyrgostylus striatulus*, *Turbanilla acuta*, *Cylichna cylindracea* y *Dentalium bermejensis*.

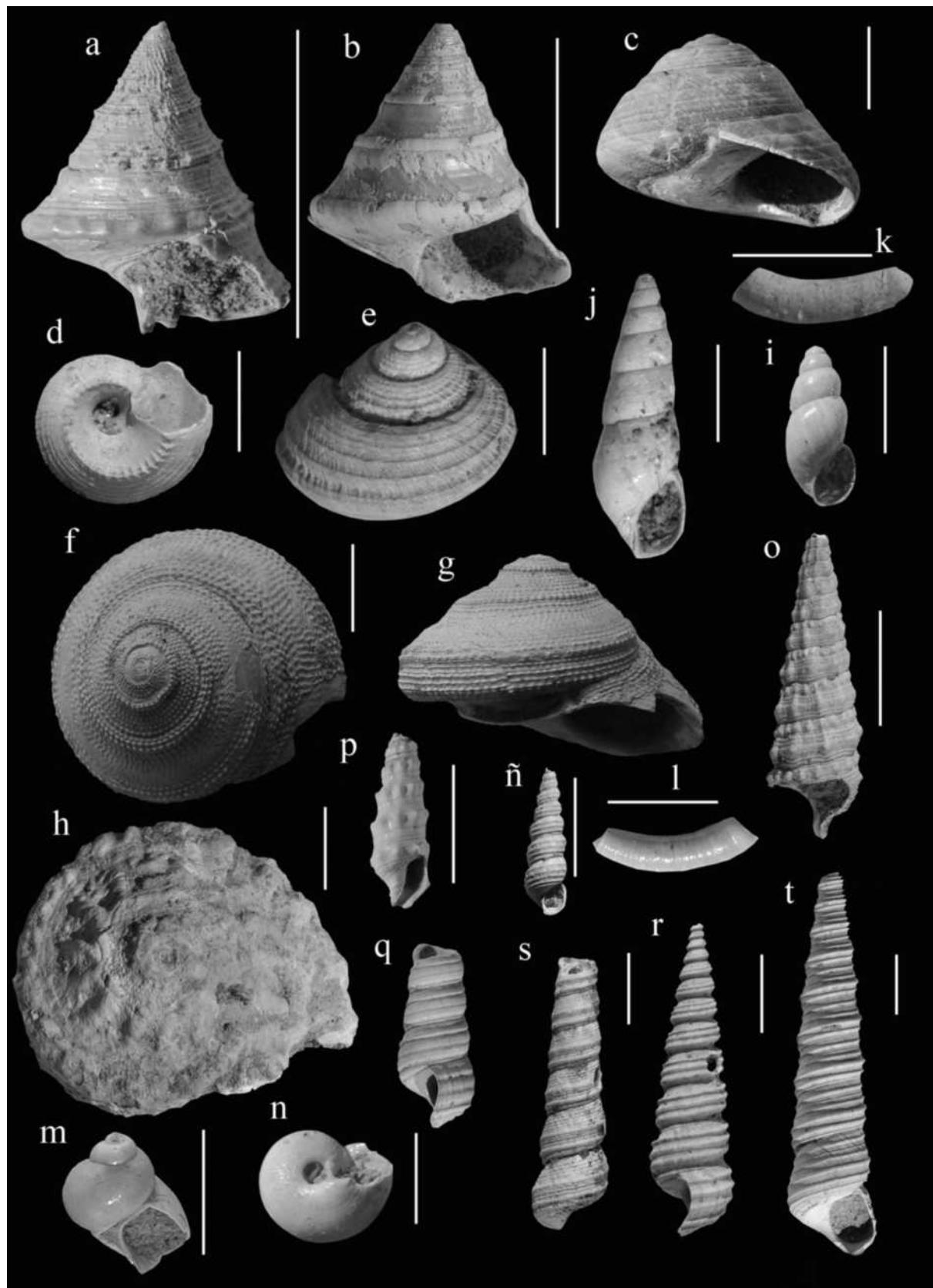


Figura 4. a) *Ampullotrochus opistotenus*. b) *Calliostoma xavieri*. c) *Paroxystele rotellaris*. d) *Solariella taurocincta*. e) *Tumulus dertosulcatus*. f-g) *Bolma (Ormastralium) speciosa*. h) *Bolma meynardi*. i) *Hyala vitrea*. j) *Rhombostoma imperforatum*. k) *Caecum glabrum*. l) *Caecum trachea*. m) *Elachisina hoernesii*. n) *Solariorbis punctatocarinatus*. ñ) *Bittium (Semibittium) turritella*. o) *Cerithium cf. dertonense*. p) *Cerithium* sp. q) *Mesalia brevialis miocenica*. r) *Mesalia delgadoi*. s) *Turritella dertonensis subconica*. t) *Ptychidium vindobonensis*. Escala = 10 mm, excepto en d, e, i, j, k, l, m, n, ñ = 2 mm.

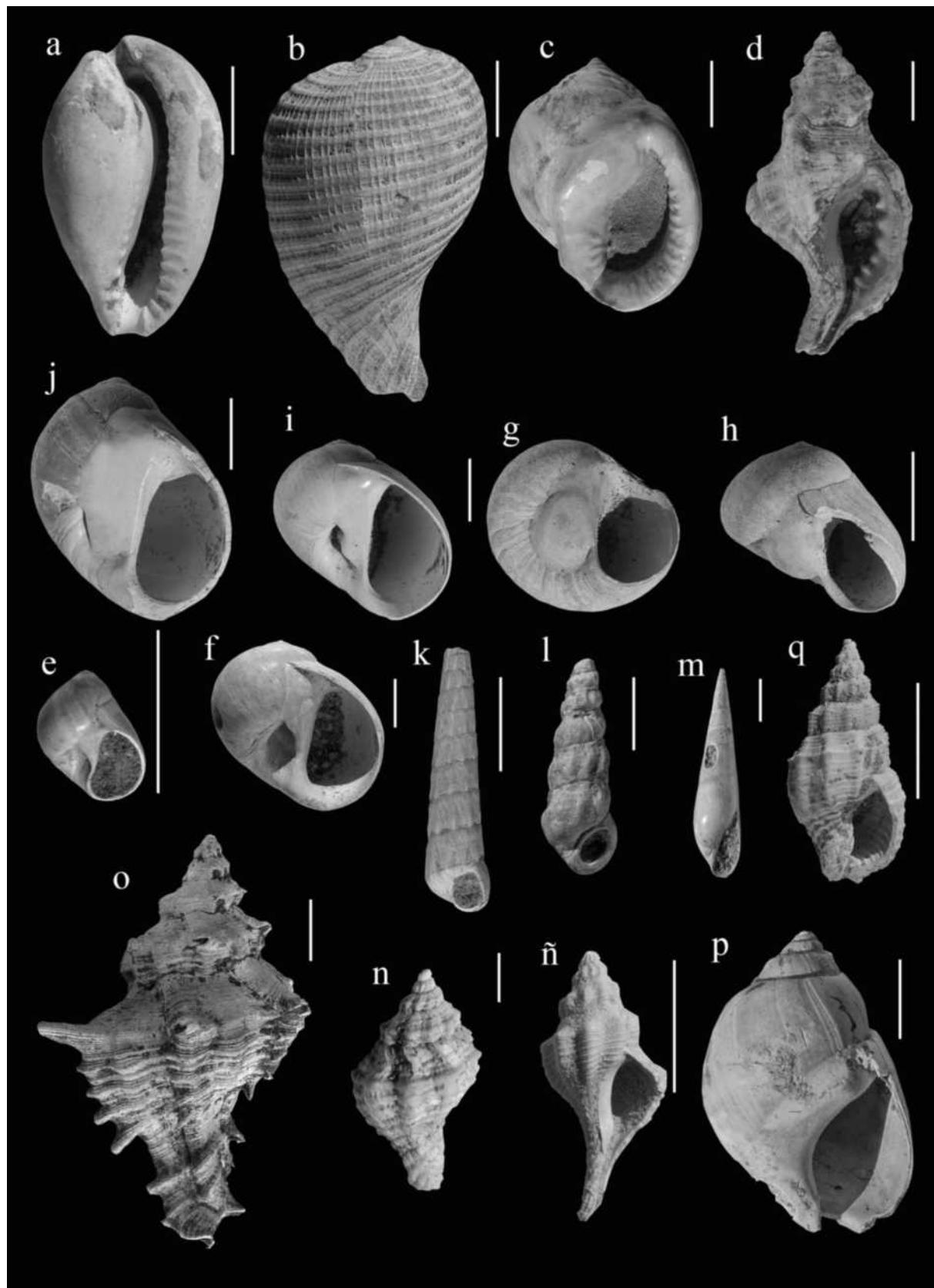


Figura 5. a) *Apicyprae labrosa*. b) *Ficus condita*. c) *Semicassis miolaevigata*. d) *Monoplex corrugatum*. e) *Euspira macilenta*. f) *Euspira helicina helicina*. g-h) *Neverita olla*. i) *Polinice dertomamilla*. j) *Tectonatica redemptus*. k) *Acirs lanceolata*. l) *Opalia coronata*. m) *Eulima glabra*. n) *Coralliophilia bractea*. n̄) *Hadriania craticulata*. o) *Hexaplex brevicanthos*. p) *Babylonina eburnoides*. q) *Europhos poligonus*. Escala = 10 mm, excepto en l, m, n = 2 mm.

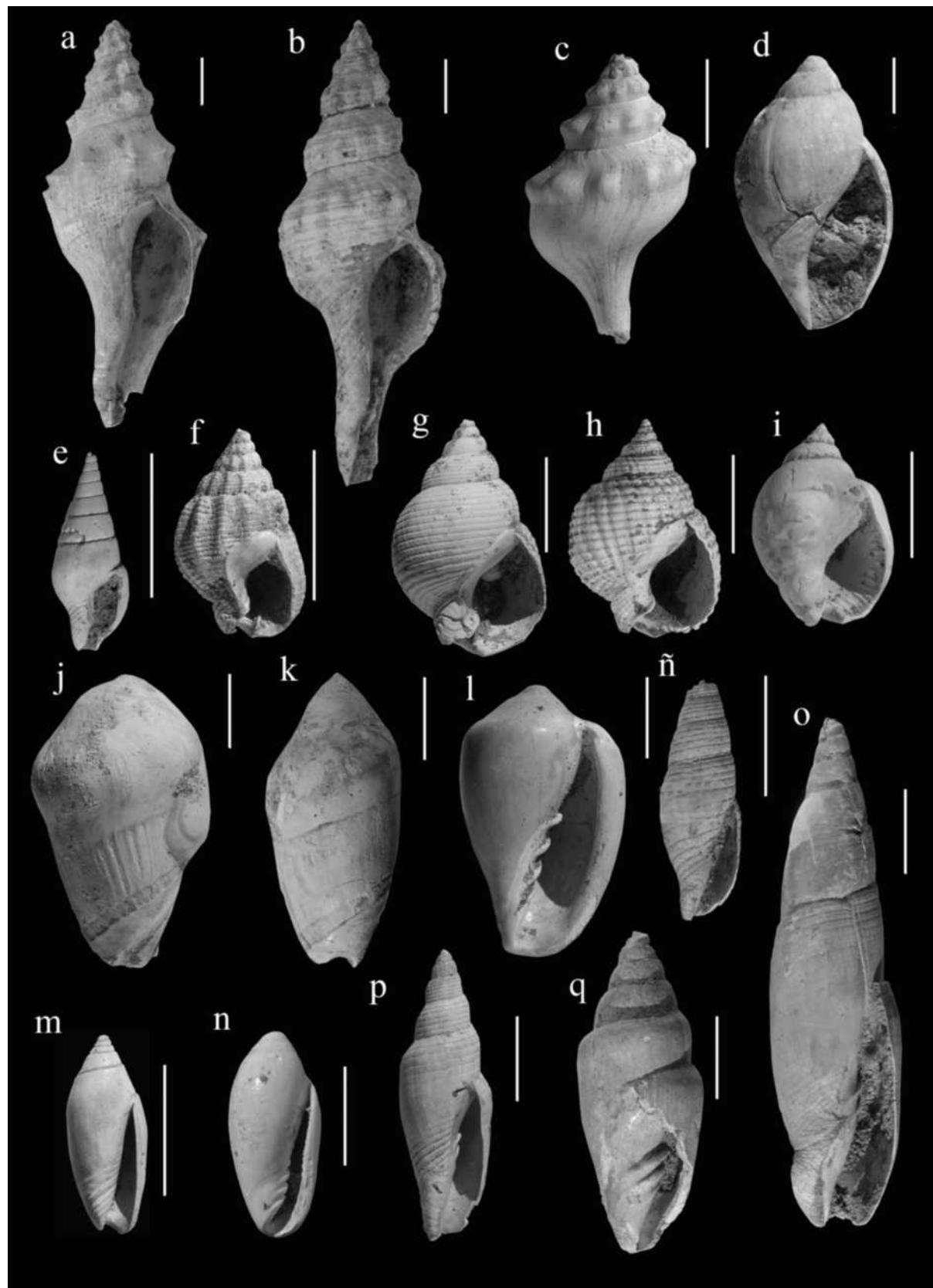


Figura 6. a) *Aurantilaria tarbelliana*. b) *Streptochetus ornatus*. c) *Clavella klipsteini*. d) *Ampulla priamus*. e) *Mitrella cf. transiens*. f) *Nassarius brugnoni*. g) *Nassarius instabilis*. h) *Nassarius pseudoclathratus*. i) *Nassarius choenni*. j) *Amalda gladiformis conoidea*. k) *Amalda glandiformis elongata*. l) *Marginella stephaniae*. m) *Olivella clanzi*. n) *Volvarina mitrella*. o) *Mitra cf. atava*. p) *Mitra suballigata*. q) *Mitra pereirai*. Escala = 10 mm, excepto en n = 2 mm.

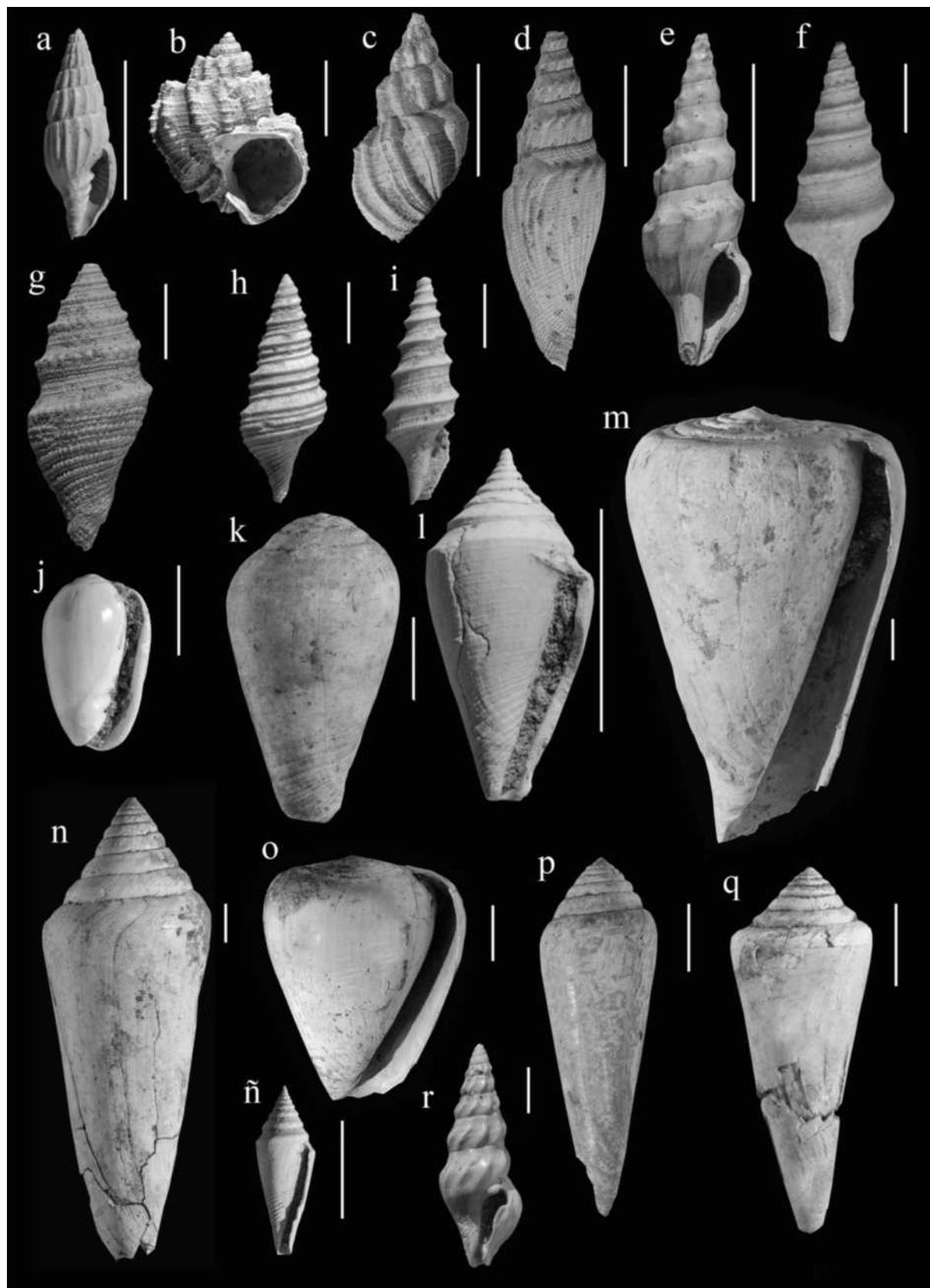


Figura 7. a) *Pusia pyramidella*. b) *Scalptia spinosa*. c) *Sveltia dertovaricosa*. d) *Genota ramosa*. e) *Turricula intermedia*. f) *Perrona inedita*. g) *Bathytoma cataphracta*. h) *Microdrillia crispata*. i) *Drilliola emendata*. j) *Gibberula miliaria*. k) *Lautoconus eschewegi*. l) *Conilithes striatulus*. m) *Monteiroconus daciae*. n) *Plagioconus puschi*. o) *Kalloconus bergensis*. p) *Plagioconus marii*. q) *Plagioconus elatus*. r) *Crassopleura sigmoidea*. Escala = 10 mm, excepto en h, i, j, r = 2 mm.

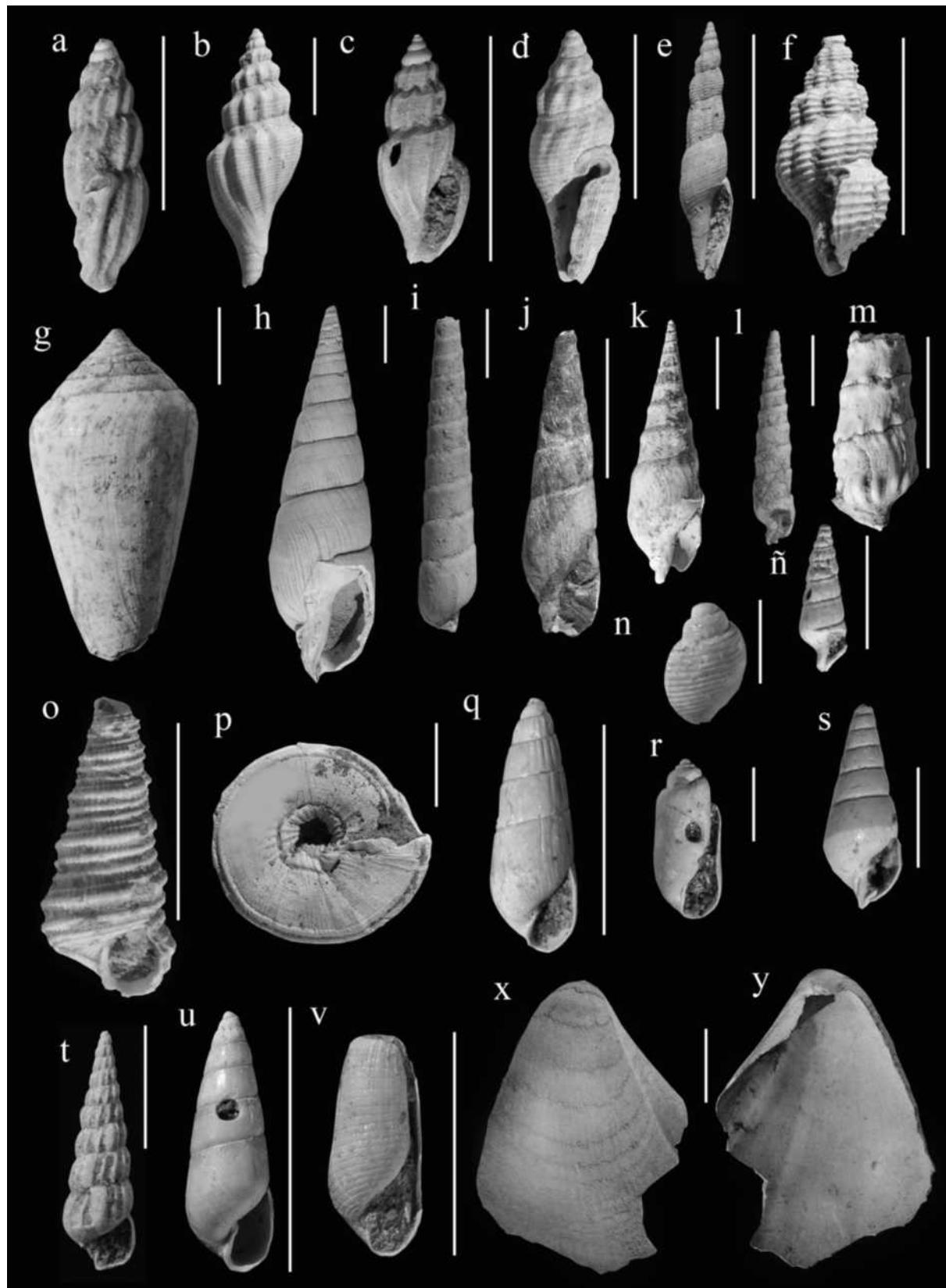


Figura 8. a) *Agathotoma angusta*. b) *Bela vulpecula*. c) *Mangelia subcostata*. d) *Miraclathurella bitneri*. e) *Andonia bonelli*. f) *Raphitoma linearis*. g) *Varioconus subrastriatus*. h) *Subula plicaria*. i) *Terebra acuminata*. j) *Hastula dertoconica*. k) *Hastula farinensis*. l) *Terebra postneglecta*. m) *Terebra cf. cuneana*. n) *Monotigma elata*. ñ) *Striotorerebrum hoernesii*. o) *Mathilda concinna*. p) *Psilasis simplex*. q) *Eulimella pyramidata*. r) *Acteocina spirata*. s) *Pyramidella plicosa*. t) *Pyrgostilus striatulus*. u) *Syrnola subumbilicatoides*. v) *Retusa decusata*. x-y) *Aplysia* sp. Escala en g, h, i, j, k, l, m, p, x, y = 10 mm. Escala en a, b, c, d, e, f, ñ, o, q, t, u, v = 5 mm. Escala en n, r, s = 2 mm.

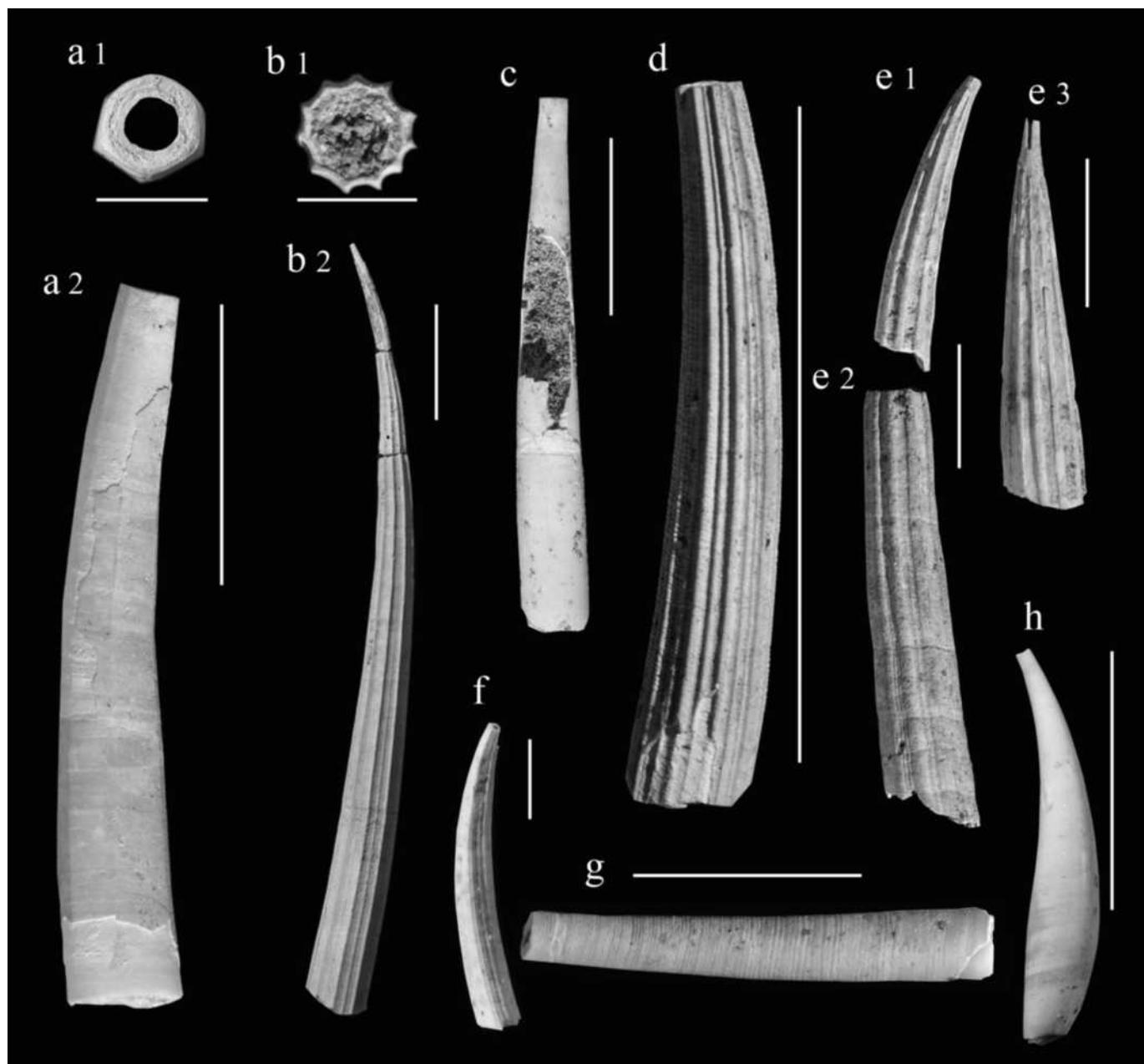


Figura 9. Escafópodos: **a1)** *Dentalium bermejensis*, corte transversal en la región apical. **a2)** *Dentalium bermejensis*, vista lateral. **b1)** *Dentalium* sp. 1, corte transversal en la región apical. **b2)** *Dentalium* sp. 1, vista lateral de un ejemplar reconstruido. **c)** *Antalis* sp. vista lateral. **d)** *Dentalium* sp. 2, fragmento donde se observa el perfil micro dentado que forman las líneas de crecimiento sobre las costillas. **e1-e2)** *Fissidentalium mutabilis* dos fragmentos posicionados mostrando la curvatura de la especie. **e3)** *Fissidentalium mutabilis*, fragmento mostrando la hendidura en el ápice. **f)** *Entalina tetragona*, vista lateral. **g)** *Omniglypta jani*, vista lateral. **h)** *Gadila ventricosa*, vista lateral. Escala = 10 mm, excepto en a1, b1 y f = 2 mm.

Los gasterópodos y escafópodos, al igual que la mayoría de los bivalvos, se localizan mayoritariamente en los tramos III y IV, aunque ejemplares aislados también aparecen en los tramos I y II.

En el tramo III existen niveles con concentraciones de conchas de moluscos. Algunos de estos niveles, junto con las conchas, lo constituyen arenas más gruesas respecto del tamaño normal del sedimento en el tramo. Estos niveles son interpretados por algunos autores (González Delgado *et al.*,

1995) como episodios de tormentas que llegan a remover el fondo marino.

En el conjunto de moluscos fósiles presentes en este tramo III se localizan, junto con especies démicas, otras de diferentes rangos batimétricos, las cuales hubieron ser transportadas *post morten* de zonas limítrofes (Fig. 11).

Para su estudio tafonómico, las conchas fósiles de este tramo se pueden separar en tres grupos de límites muy flexibles: a) ejemplares generalmente completos,

con su ornamentación externa preservada, sin signos de abrasión ni desgaste. Estos ejemplares pudieron haber sufrido eventos puntuales de hidrodinamismo fuerte que provocaron concentraciones de conchas, algunas de ellas fracturadas y enterramiento rápido. Comprenderían taxones dérmicos, depositados en la misma zona donde vivieron (Fernández-López, 2000). Entre ellos cabe destacar, por su buen estado de preservación, *Mesalia delgadoi*, *Ptychidium vindobonensis*, *Paroxystele rotellaris*, *Euspira helicina helicina*, *Semicassis miolaevigata* y *Marginella stephaniae*, junto con muchas otras de pequeño tamaño. b) Ejemplares incompletos que preservan entre el 40% y el 80% de la concha, generalmente identificables al menos a nivel de género. Sus conchas suelen presentar erosión y/o desgaste como consecuencia de haber sufrido arrastre *post morten* desde zonas limítrofes. Ocasionalmente presentan bioerosión provocada por *Entobia* isp. lo que indica una exposición prolongada de los ejemplares afectados en la zona tafonómicamente activa. Cabe citar *Charonia* sp. y *Trunculariopsis* sp. por encontrarse en el yacimiento solamente fragmentos y muy afectados por dicha bioerosión. c) Fragmentos de todas las especies, de mediano a pequeño tamaño, generalmente inclasificables, muy desgastados por la remoción continuada provocada, posiblemente, por corrientes en el fondo marino.

Son escasas las incrustaciones de briozoos, crustáceos o anélidos, en las conchas del yacimiento posiblemente debido a un enterramiento relativamente rápido que impidió la colonización de estos grupos. Sí se han localizado ejemplares de *Crepidula unguiformis* alojadas en conchas de *Nassarius instabilis* y *Euspira helicina helicina*. Por otra parte, son frecuentes las conchas con señales de depredación, con cicatrices de traumatismo provocadas por especies durófagas, como son las perforaciones tipo *Oichnus simplex* y *O. paraboloides* producidas, probablemente, por gasterópodos carnívoros.

Los escafópodos, en el tramo III, suelen localizarse fragmentados, en trozos de 2 a 4 cm, salvo la especie *Gadila ventricosa* la cual suele encontrarse completa.

El tramo IV representa depósitos formados a una mayor profundidad, marcada por el aumento de foraminíferos planctónicos (Sierro en Civis *et al.*, 1990). La presencia de fósiles disminuye respecto al tramo anterior, tanto en número de especímenes como en diversidad de especies, siendo más abundantes los bivalvos, que aparecen frecuentemente articulados. Entre los escafópodos son comunes las especies *Gadila ventricosa* y *Omniglypta jani*.

5.1. Fauna asociada

Además de gasterópodos y escafópodos, en el yacimiento es frecuente la presencia de otros grupos taxonómicos. Entre estos grupos destacan los bivalvos con 132 taxones (Cárdenes *et al.*, 2017) y los antozoos con especies pertenecientes a

los géneros *Flabellum*, *Balanophilla* y *Ceratotrochus*, entre otros. También se encuentran representados los anélidos, con la especie *Ditrupa arietina* que a veces forma pequeñas concentraciones, los briozoos, con *Discoporella umbellata*, los braquíópodos, únicamente representados por *Criptopora lovisati*, y varias especies de crustáceos y equinodermos. Entre los vertebrados se encuentran dientes de osteíctios (Osteichthyes) de los géneros *Pargus*, *Sparus* y *Dentex*, además de abundantes otolitos y pequeñas vértebras, así como dientes de condrictios (Chondrichthyes), representados por las especies *Carcharocles megalodon*, *Cosmopolitodus hastalis*, *Carcharias taurus* y *Carcharhinus egertoni*. También son frecuentes los restos óseos de cetáceos que se encuentran desarticulados y con frecuencia muy dispersos y fragmentados.

5.2. Distribución cronoestratigráfica y paleobiogeográfica

La situación paleogeográfica, en la zona central de un corredor de comunicación entre las aguas de los dominios marinos Atlántico y Mediterráneo, confiere al yacimiento de Arroyo Trujillo unas condiciones excepcionales para el estudio de las expansiones migratorias realizadas por las especies entre ambos dominios durante el Neógeno.

De los taxones de gasterópodos y escafópodos presentes en el yacimiento, se ha comprobado que 168 especies, (91,8%), han sido citadas durante el Neógeno en la Cuenca Mediterránea y 106 especies (58,9%) en la cuenca atlántica para el mismo periodo. Estos datos nos indican una mayor presencia, en la zona, de especies de moluscos provenientes del Mediterráneo.

También, según los datos de distribución geográfica de las especies aportados en este trabajo (Tabla 2), los yacimientos de Cacela y Arroyo Trujillo presentan 23 especies de gasterópodos citados en el dominio Mediterráneo pero no en el dominio del Atlántico nororiental: *Circulus miobicarinatus*, *Bittium (Semibittium) turritella*, *Cerithium cf. dertonense*, *Turritella dertonensis subconica*, *Ptychidium vindobonensis*, *Hadriania craticulata*, *Mitrella minima*, *Ampulla priamus*, *Gibberula miliaria*, *Mitra cf. suballigata*, *Asthenostoma tuberculata*, *Drilliola cf. emendata*, *Bela brachistoma*, *Andonia bonelli*, *Terebra postneglecta*, *Pyrgiscus rufus*, *Pyrgostilus striatulus*, *Syrnola subumbilicatoides*, *Acteon tornatilis*, *Cylichna cylindracea* y *Retusa decussata*. Este hecho puede interpretarse como taxones que migraron desde el Mediterráneo hacia el Atlántico sin haber superado expandirse más allá de la zona de Cacela durante el Tortoniense superior, aunque algunas de estas especies lo hicieron más tarde, posiblemente en diferentes épocas. Actualmente, algunas de ellas viven en el océano Atlántico. Es el caso de *Hadriania craticulata*, *Bela brachistoma*, *Pyrgiscus rufus*, *Pyrgostilus striatulus*, *Acteon tornatilis* y *Cylichna cylindracea*.

La especie *Marginella stephaniae* presenta, sin embargo, una dispersión inversa. Es citada en el dominio Atlántico portugués, en el Mioceno de Lisboa y en el Tortoniense de Cacela. También está presente en Arollo Trujillo y, sin embargo, no se ha citado en la Cuenca Mediterránea. Esta especie fue puesta en sinonimia por Sacco (1890) con *Marginella deshayensis*, aunque hoy día son consideradas especies diferentes (Silva *et al.*, 2011; Sosso *et al.* 2015).

La especie *Mitra pereirai* únicamente ha sido citada en Cacela y Arroyo Trujillo, por lo que se considera endemismo de la zona a la que corresponden estos dos yacimientos.

Las semejanzas entre los yacimientos de Arroyo Trujillo y Cacela quedan de manifiesto si se comparan sus asociaciones de moluscos fósiles. De las especies reconocidas en Arroyo Trujillo han sido citadas un 60,8% de bivalvos y un 54,4% de gasterópodos en el yacimiento de Cacela. No se conocen datos suficientes de escafópodos de este último yacimiento para poder establecer comparación entre ellos. El porcentaje menor de gasterópodos, coincidentes entre ambos yacimientos, puede ser debido a no contar con publicaciones actualizadas de los gasterópodos de Cacela. La comparación de especies de gasterópodos se ha realizado en base a los trabajos de Dollfus *et al.* (1903-1904), Boucart *et al.* (1940), colección de uno de nosotros (J.C.C.) y datos aislados extraídos de Santos & Mayoral (2007) y Landau *et al.* (2013).

Kókay, 1970; Kovacs & Vicián, 2013), esta especie, de la que no se conoce otra cita salvo las aquí mencionadas, con su presencia en Arroyo Trujillo, amplía su distribución geográfica y cronoestratigráfica.

Otra especie de interés, también por su distribución cronoestratigráfica y geográfica, es *Nassarius cf. styriacus*. Esta especie ha sido citada en el Mioceno medio (Badeniense) de Austria, Polonia, Hungría y Rumanía (Baluk, 1997; Harzhauser *et al.*, 2003; Zlotnik, 2003) y ahora es descrita en Arroyo Trujillo (Fig. 10c) y Cacela. Los ejemplares de Arroyo Trujillo difieren de la descripción de la especie dada en Harzhauser & Kowalke (2004) al no presentar un pequeño diente en el extremo del borde parietal, razón por lo que se cita la especie con la partícula *cf.* Moreno *et al.* (2003) cita la especie *Nassarius cf. aturensis* (Peyrot, 1928) en el Mioceno medio de Cataluña. Por las figuras que estos autores publican (Moreno *et al.*, 2003; figuras 48 y 49) y la descripción que dan de la especie basada en Peyrot (1928) y Batllori (1995) esta se asemeja a *Nassarius styriacus*. Lozouet (2003) cita la especie *Nassarius aturensis* (Peyrot, 1928) en el Oligoceno final-Mioceno inferior de Aquitania. A la espera de una revisión de ambas, se tratan aquí como especies diferentes.

6. ASPECTOS PALEOAMBIENTALES (BATIMETRÍA, SALINIDAD Y TEMPERATURA)

Las condiciones paleoambientales del yacimiento han sido tratadas en un trabajo previo (Cárdenas *et al.*, 2017). Del estudio de los bivalvos, y conforme a los estudios micropaleontológicos del yacimiento (Civis *et al.*, 1990), en dicho trabajo previo se proponen unos rangos batimétricos de 20 a 40 m (zona infralitoral profunda) para el tramo III, y de 50 a 80 m (zona circalitoral somera) para el tramo IV (Fig. 11). Aunque en el tramo III son frecuentes las especies de gasterópodos que suelen habitar la zona infralitoral somera, también se localizan especies cuyo hábitat abarca desde los 20 m hasta profundidades batiales, como *Drilliola emendata*, *Hadriana craticulata*, *Scaphander lignarius*, *Roxania utriculus* y *Ondina divisa* (Gofas *et al.*, 2011) entre otras. La causa de esta concentración de gasterópodos en el tramo III puede ser debido al amplio rango batimétrico de habitabilidad de muchas de estas especies, o por transporte *post morten*.

Las condiciones ambientales de salinidad normal, señaladas en el estudio previo de los bivalvos del yacimiento, por la presencia frecuente de especies estenohalinas, son igualmente conforme para los gasterópodos y escafópodos del yacimiento.

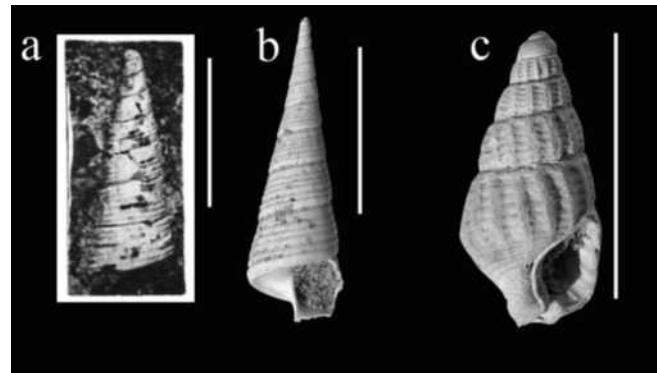


Figura 10. a) *Turritella incisaformis*. Ilustración en Baldí & Kókay (1970). b) *Turritella incisaformis*. Ejemplar de Arroyo Trujillo. c) *Nassarius styriacus*. Ejemplar de Arroyo Trujillo.

Muy interesante es la distribución cronoestratigráfica y geográfica de la especie *Turritella incisaformis* (Figs. 10a-b). Esta especie fue descrita por Csepregy-Meznáries (1956) en el Mioceno superior de Letkés (Hungría) y posteriormente citada por Strausz (1966) también en el Tortoniense de Hungría. Dado que actualmente los yacimientos del Mioceno superior (Tortoniense) de Letkés se datan como Mioceno medio (Badeniense) (Baldi &

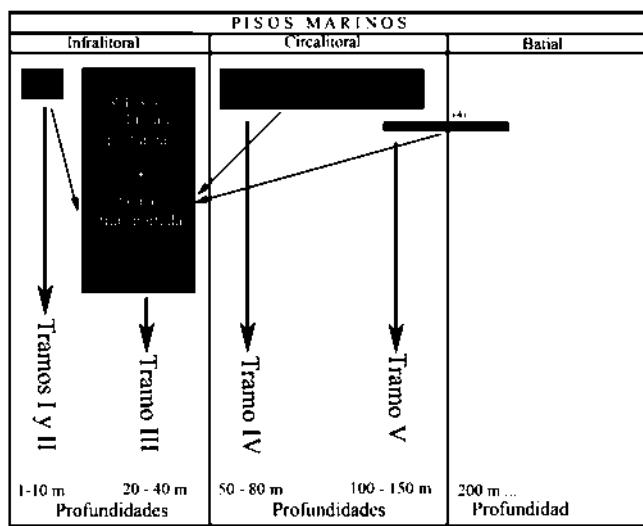


Figura 11. Los diferentes tramos estratigráficos del yacimiento, su correspondencia con los ambientes marinos y su batimetría. Los rectángulos negros representan las comunidades de moluscos: (1), Infralitoral somero; (2), Infralitoral profundo; (3), Circalitoral; (4), Circalitoral profundo-Batial. Las flechas finas indican la procedencia de las especies transportadas hacia el ambiente infralitoral profundo.

La concentración del macroforaminífero *Heterostegina gomez-angulensis*, la presencia de abundantes especies de bivalvos estenotérmicos de aguas cálidas como *Circophalus foliaceolamellus*, *Linga columbela*, *Nuculana pella* y *Paphia vetula* (Cárdenas *et al.*, 2017; Pais *et al.*, 2012) y frecuentes gasterópodos de ambiente tropical a subtropical, entre los que se encuentran *Ficus condita*, *Amalda glandiformis*, *Olivella clanizigi*, *Marginella stephaniae*, *Terebra acuminata*, *Subula plicaria*, *Terebra postneglecta*, *Mitra alligata* y muchos otros, indican unas condiciones de temperatura cálida durante el depósito de los materiales estudiados.

7. CONCLUSIONES

Como consecuencia de la transgresión marina, constatada en el yacimiento, los tramos establecidos presentan un progresivo aumento de batimetría de muro hacia techo. La existencia de paleocanales llenos de conglomerados en el tramo III, con orientación general desde tierra hacia el interior de la cuenca, y un nivel de materiales groseros (arenas y conglomerados) intercalados en la parte superior del tramo IV, donde aparecen, muy dispersos, bivalvos de las especies *Gigantopecten albinus* y *Flabellipecten solarium* las cuales no se encuentran en el yacimiento en los tramos I y II propios de estas especies (Cárdenas *et al.*

2017), hacen suponer que se produjo un breve episodio regresivo y posterior recuperación del proceso transgresivo.

La presencia de niveles de concentración de conchas de moluscos en el tramo III puede corresponder a remociones en épocas de tormentas que, en ocasiones, removieron el fondo resedimentando posteriormente arenas gruesas junto con las conchas. La escasa presencia de bioerosiones e incrustaciones por otras especies en las conchas indica un rápido enterramiento. Muchas de las especies de gasterópodos del yacimiento (30%) son de pequeño tamaño (< 5 mm). Del contaje de micromullos y bioclastos en las muestras estudiadas se ha comprobado que el 58% corresponde a bivalvos, el 32% a gasterópodos y el 10% a otros grupos. Al contrastar estos porcentajes con los correspondientes a los de taxones de bivalvos y gasterópodos identificados en el yacimiento (Figs. 3a-b) indican que en él hubo una mayor población de bivalvos mientras que los gasterópodos presentaban mayor diversidad taxonómica.

Se han identificado 194 taxones de gasterópodos y 8 taxones de escafópodos. De ellos, 17 han quedado con una nomenclatura abierta. Muchas las especies amplían su rango cronoestratigráfico. Hay especies, cuya distribución conocida alcanzaba hasta el Mioceno medio y otras comenzaba a partir del Plioceno inferior, a las que se les amplía hasta o desde el Mioceno superior (Tortoniense superior), respectivamente. Por los taxones de gasterópodos presentes en el yacimiento, este muestra una mayor afinidad con el dominio mediterráneo que con el dominio atlántico. Algunas de las especies de gasterópodos estudiadas amplían su distribución geográfica desde el Mediterráneo hacia el Atlántico, a través de la Cuenca del Guadalquivir. Casos especiales han sido los de *Turritella incisaeformis* y *Nassarius cf. styriacus*, localizados en Arroyo Trujillo y hasta ahora sólo descritos en el Mioceno medio del Paratethys. Los gasterópodos y escafópodos estudiados sugieren un rango batimétrico entre 20 y 40 m (zona infralitoral profunda) para el tramo III, y entre 50 y 80 m (zona circalitoral somera) para el tramo IV, una salinidad normal y un clima tropical-subtropical.

AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer la ayuda inestimable prestada por Francisco González Portillo en la parte gráfica de este trabajo. También agradecemos a los revisores José Ángel González Delgado y a otro anónimo sus comentarios y recomendaciones gracias a los cuales ha mejorado la redacción y contenido del texto.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. 2002. *Arquitectura Estratigráfica y Paleontológica del CBT*. Trabajo de investigación. Universidad de Huelva, 249.
- Abad, M. 2007. *La transgresión Tortoniense en el margen pasivo de la Cuenca del Guadalquivir: Respuesta estratigráfica e implicaciones paleontológicas*. Ph.D. Thesis, Universidad de Huelva. 1-507.
- Acuña, J.D. 1978. Malacología del Mioceno marino de la provincia de Valencia. *Estudios Geológicos*, 34, 281-291.
- Arias de Olivarrieta, J. 1918. Excursiones por el Plioceno de Cantillana (Sevilla) y cuenca del Biar. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 18, 523-529.
- Báldi, T. & Kókay, J. 1970. A Kismarosi tufit faunája és a bőrzsönyi andezitvulkánosság kora. *Bulletin of the Hungarian Geological Society*, 100, 274-284.
- Baluk, W. 1972. Lower Tortonian scaphods from the Korytnica clays, southern slopes of the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica*, 22, 545-575.
- Baluk, W. 1997. Middle Miocene (Badenian) gastropods from Korytnica, Poland. III. *Acta Geologica Polonica*, 47, 1- 75.
- Batllori, J. 1995. *Gasterópodos del Mioceno medio marino del Alt Penedés (Catalunya)*. Ph.D. Thesis, Universidad de Barcelona. 1-592.
- Bellardi, L. 1872. I Molluschi dei terreni terciari del Piemonte e della Liguria, vol. 1. Cephalopoda, Pteropoda, Heteropoda, Gasteropoda (Muricidae e Tritonidae). *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 27, 1-294.
- Bellardi, L. 1877. I Molluschi dei terreni terciari del Piemonte e della Liguria, vol. 2. Gasteropoda (Pleurotomidae). *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 29, 1-364.
- Bellardi, L. 1882. I Molluschi dei terreni terciari del Piemonte e della Liguria, vol. 3. Gasteropoda (Buccinidae, Cyclopidae, Purpuridae, Coralliophilidae, Olividae). *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 34, 1-253.
- Bellardi, L. 1884. I Molluschi dei terreni terciari del Piemonte e della Liguria, vol. 4. Fasciolaridae e Turbinellidae. *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 37, 1-62.
- Bellardi, L. 1887a. I Molluschi dei terreni terciari del Piemonte e della Liguria, vol. 5(a). Mitridae. *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 38, 1-85.
- Bellardi, L. 1887b. I Molluschi dei terreni terciari del Piemonte e della Liguria, vol. 5(b). Mitridae (continuazione). *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 38, 1- 67.
- Bellardi, L. 1888. I Molluschi dei terreni terciari del Piemonte e della Liguria, vol. 5(c). Mitridae (fine). *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 39, 1- 44.
- Bellardi, L. & Sacco, F. 1890. I Molluschi dei terreni terciari del Piemonte e della Liguria, vol. 6. Volutidae, Marginellidae, Columbellidae. *Libraio della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 40, 1-76.
- Boucart, J., Zbyszewski, G. & Chavan, A. 1940. La faune de Cacela en Algarve (Portugal). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 21, 3-107.
- Bouchet, P. & Rocroi, J. P. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia*, 47, 1-397.
- Bouchet, P., Kantor, Y.I., Sysoev, A. & Puillandre, N. 2011. A new operational classification of the Conoidea (Gastropod). *Journal of Molluscan Studies*, 77, 273-308; doi: 10.1093/mollus/eyr 017.
- Cachão, M. 1995. *Utilización de nanofósseis calcários em bioestratigrafia, paleoceanografia e paleoecología. Ampliações ao Noegénico do Algarve (Portugal) e do Mediterrâneo Ocidental (ODP 653) e à problemática do Coccolithus pelagicus*. Ph.D. Thesis, Facultade de Ciencias da Universidade de Lisboa, 1-356 (inédito).
- Caprotti, E. 2009. Osservazioni e aggiornamenti su alcune specie di scafopodi neogenici e quaternari del bacino mediterraneo. *Bollettino Malacologico*, 45, 31-44.
- Cárdenas, J., Bajo, I. & Maestre, M. V. 2017. Estudio paleontológico de los bivalvos (Mollusca) del Tortoniense de Arroyo Trujillo, Cantillana (Sevilla). *Spanish Journal of Palaeontology*, 32, 367-386.
- Civis, J., González Delgado, J.A., Andrés, I., Valle, M.F., Sierro, F.J., Flores, J.A. & Dabrio, C.I. 1990. El contenido paleontológico de la sección Tortoniense-Messiniense de Arroyo Trujillo (Sevilla, borde NW de la Cuenca del Guadalquivir). *Actas de Paleontología*, 68. Universidad de Salamanca, 85-101.
- CLEMAM. 2005. Check list of European Marine Mollusca: <http://www.somali.asso.fr/clemam/index.clemam.html>.
- Csepreghy-Meznerics, I. 1956. Die Molluskenfauna von Szob und Letkés. *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici*, 45, 361-477.
- Cossmann, M. & Peyrot, A. 1911. Conchologie néogénique de l'Aquitaine. II. Pélécypodes. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 55, 51-333.
- Davoli, F. 1972. Conidae (Gastropoda) in: Montanaro Gallitelli E. (ed). Studi monografici sulla malacología miocenica modenese. Parte I. I molluschi tortoniani di montegibbio. *Paleontographia Italica*, 68, 55-143.
- Dollfus, G.F., Cotter, J.C.B. & Gomes, J.P. 1903-1904. Mollusques Tertiaires du Portugal. *Commission du service Géologique du Portugal*, 34, 1- 46
- Fernández-López, S.R. 2000. *Temas de Tafonomía*. Departamento de Paleontología. Universidad Complutense de Madrid. 1-167.
- Ferrero-Mortara, E., Montemafeglio, L., Pavia, G. & Tampieri, R. 1981. Catalogo dei tipie degli esemplari figurati della collezione Bellardi e Sacco. Parte I. *Museo Regionale di Scienze Naturali. Catalogy*, 6, 1-327.
- Ferrero-Mortara, E., Montefameglio, L., Novelli, M., Opesso, G., Pavia, G. & Tampieri, R. 1984. Catalogo dei tipie degli esemplari figurati della collezione Bellardi e Sacco. Parte II. *Museo Regionale di Scienze Naturali. Catalogy*, 7, 1-484.
- García-Castellano, D., Fernández, M. & Torné, M. 2002. Modeling the evolution of the Guadalquivir foreland

- basin (southern Spain). *Tectonics*, 21, 1018; doi: 10.1029/2001TC001339.
- Gavala, J. 1927. Mapa geológico de España. Memoria de la hoja de Cantillana. *Boletín del I.G.M.E.*, serie 3, XLIX, 5-79.
- Gofas, S., Moreno, D. & Salas, C. (Coordinadores). 2011. *Moluscos Marinos de Andalucía, II*. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Málaga, 343-798.
- González-Delgado, J.A. 1985. Estudio Sistemático de los gasterópodos del Plioceno de Huelva (SW de España). I: Archaeogastropoda. *Studia Geologica Salmanticensia*, 20, 45-77.
- González-Delgado, J.A. 1986. Estudio Sistemático de los gasterópodos del Plioceno de Huelva (SW de España). II: Mesogastropoda (Rissoacea, Cerithiacea). *Studia Geologica Salmanticensia*, 23, 61-120.
- González-Delgado, J.A. 1988. Estudio Sistemático de los gasterópodos del Plioceno de Huelva (SW de España). III: Mesogastropoda (Scalacea- Tonnacea). *Studia Geologica Salmanticensia*, 25, 109-160.
- González-Delgado, J.A. 1989. Estudio Sistemático de los gasterópodos del Plioceno de Huelva (SW de España). IV: Neogastropoda (Muricacea, Buccinacea). *Studia Geologica Salmanticensia*, 26, 269-315.
- González-Delgado, J.A. 1993. Estudio Sistemático de los gasterópodos del Plioceno de Huelva (SW de España). V: Neogastropoda (Volutacea, Connacea). *Studia Geologica Salmanticensia*, 28, 7-69.
- González-Delgado, J.A. & Civis, J. 2000. Ciclicidad estacional en perfiles de isótopos de C y O de *Megacardita jouanneti* del Tortoniense superior de Cacela (Algarve, Portugal) y Arroyo Trujillo (Sevilla, España). *Ciencias da Terra*, 14, 297-302.
- González-Delgado, J.A. Andrés, I. & Sierro, F.J. 1995. Late Neogene molluscan faunas from the Northeast Atlantic (Portugal, Spain, Morocco). *Geobios*, 28, 459-471.
- González-Delgado, J.A., Civis, J., Dabrio, C.J., Goy, J.L., Ledesma, S., País, J., Sierro, F.J. & Zazo, C. 2004. Cuenca del Guadalquivir. In: *Geología de España* (Ed. Vera, J.A.). Sociedad Geológica Española, Instituto Geológico y Minero Español. 543-550.
- Harzhauser, M., Mandic, O. & Zuschin, M. 2003. Changes in Paratethyan marine molluscs at the Early/Middle Miocene transition: diversity, palaeogeography and palaeoclimate. *Acta Geologica Polonica*, 53, 323-339.
- Harzhauser, M. & Kowalke, T. 2004. Survey of the Nasariid Gastropods in the Neogene Paratethys (Mollusca: Caenogastropoda: Buccinoidea). *Archiv für Molluskenkunde*, 133, 1-63.
- Kovács, Z. & Vicián, Z. 2013. Badenian (Middle Miocene) Conoidean (Neogastropoda) fauna from Letkés (N Hungariç). *Fragmenta Paleontologica Hungarica*, 30, 53-100.
- Landau, B., Marquet, R. & Grigis, M. 2003. The early Pliocene gastropoda (Mollusca) of Estepona, southern Spain. Part 1: Vetigastropoda. *Palaeontos*, 3, 1-87.
- Landau, B., Beu, A. & Marquet, R. 2004. The early Pliocene gastropoda (Mollusca) of Estepona, southern Spain. Part 5: Tonnidea, Ficoidea. *Palaeontos*, 5, 35-102.
- Landau, B. & da Silva, M. 2006a. The early Pliocene gastropoda (Mollusca) of Estepona, southern Spain. Part 9: Olividae. *Palaeontos*, 9, 1-21.
- Landau, B., La Perna, R. & Marquet, R. 2006b. The early Pliocene gastropoda (Mollusca) of Estepona, southern Spain. Part 10: Marginellidae, Cysticidae. *Palaeontos*, 9, 22-60.
- Landau, B., Petit, R. & Marquet, R. 2006c. The early Pliocene gastropoda (Mollusca) of Estepona, southern Spain. Part 1: Cancellarioidea. *Palaeontos*, 9, 61-101.
- Landau, B., Capelo, J.C. & Marques da Silva, C. 2007. Patterns of extinction and local disappearance of tropical marine gastropods; contrasting examples from across the north Atlantic. *Açoreana*, Sup 5, 50-58.
- Landau, B., Harzhauser, M., Islamoglu, Y. & Marques da Silva, C. 2013. Systematic ad palaeobiogeography of the gastropods of the middle Miocene (Serravallian) Karaman Basin, Turkey. *Cainozoic Research*, 11-13, 3-576.
- Lozouet, P. 1992. New Pliocene and Oligocene Olividae (Mollusca, Gastropoda) from France and the Mediterranean area. *Contributions on Tertiary and Quaternary Geology*, 29, 27-37.
- Lozouet, P. 2003. A new species of Iravadia s.s. (Mollusca, Gastropoda, Iravadiidae) from the late Oligocene of the Aquitania basin (southern, France). The earliest record of brackish-water Iravadiidae? *Geodiversita*, 25, 237-242.
- Malatesta, A. 1974. Malacofauna pliocenica Umbra. *Memorie per serviré descrizione della Carta Geologica D'Italia*, 13, 1-498.
- Marasti, R. 1973. La fauna tortoniana del T. Stirone (limite Parmense-Piacentino). *Bulletino della Società Paleontologica Italiana*, 12, 76-120.
- Martín, J.M., Puga, A., Aguirre, J. & Braga, J.C. 2014. Miocene Atlantic- Mediterranean Seaways in the Betic Cordillera (S Spain). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 27, 175-186.
- Martinell, J. 1979. Mesogastropoda del Plioceno del Empordá (Girona) Descriptiva y Sistemática. *Studia Geologica*, 25, 85-165.
- Martinell, J. 1981. Euthyneura del plioceno del Empordá (Girona). Descriptiva y sistemática. *Acta Geologica Hispanica*, 16, 223-233.
- Martinell, J. 1982. Estudio de los Buccinacea (Neogastropoda, Gastropoda) del Plioceno del Empordá (Catalunya). Descriptiva y Sistemática. *Butlletí de la institució catalana d'història natural (Secc. Geol.)*, 48, 61-90.
- Martínez Graña, A.M., Bajo, I., González-Delgado, J.A., Cárdenas-Carretero, J., Abad, M. & Legoinha, P. 2018. Virtual 3D tour applied to the paleontological heritage of the Neogene of Sevilla (Guadalquivir Basin, Spain). *Geoheritage*, 10, 473-482; doi: 10.1007/s12371-017-0247-y.
- Martínez del Olmo, W. & Martín, D. 2016. El Neógeno de la Cuenca del Guadalquivir-Cádiz (Sur de España). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 29, 35-58.

- Millard, V. 1997. Classification of Mollusca: A classification of worldwide Mollusca. *South Africa*, 1-544.
- Moreno, J.A., Peñas, A. & Rolán, E. 2003 Contribución al conocimiento de la fauna malacológica miocenica de La Pedrera, Sant Llorenç d'Hortons (NE de la península Ibérica). *Iberus*, 21, 129-75.
- Muñiz Solís, R. 1999. El género *Conus* L.1758, (Gastropoda, Neogastropoda) del plioceno de Estepona (Málaga, España). *Iberus*, 17, 31-90.
- Pais, J., Cunha, P.P., Pereira, D., Legoinha, P., Díaz, R., Moura, D., Brum da Silva, A., Kullberg, J.C. & González-Delgado, J.A. 2012. The Paleogene and Neogene of Western Iberia (Portugal). *A Cenozoic Record in the European Atlantic Domain*. Springer Briefs in Earth Sciences. 1-151.
- Pavia, G. 1975. I molluschi del Pliocene inferiore di Monte Roero (Alba, Italia NW) (1). *Bulletino della Società Paleontologica Italiana*, 14, 99-175.
- Pavia, G. 1991. I molluschi del Messiniano di Borelli (Torino) 2. Scaphopoda. *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino*, 9, 105-172.
- Pendón, J.G., González Regalado, M.L., Ruiz, F., Abad, M. & Tosquella, J. 2001. Pulso transgresivos neógenos en el sector central de la Cuenca del Guadalquivir. *Geotemas*, 3, 13-16.
- Peyrot, M.A. 1928. Conchologie néogénique de l'Aquitaine. *Actes de la Société linnéenne Bordeaux*, 79, 5-264.
- Sabelli, B., Giannuzzi-Savelli, R. & Bedulli, D. 1990. *Catalogo Annotato dei Molluschi Marini del Mediterraneo. Vol. 1*. Librería Naturalistica Bolognesa. Bologna. 1-348.
- Sacco, F. 1890. *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piamonte e della Liguria*, 8. *Galeodoliidae, Doliidae, Ficulidae e Naticidae*. Libraio della Reale Accademia delle Scienze, Torino. 1-107.
- Sacco, F. 1891a. *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piamonte e della Liguria*, 9. *Naticidae (fine), Scalaridae ed Aclidae*. Libraio della Reale Accademia delle Scienze, Torino. 1-115.
- Sacco, F. 1891b. *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piamonte e della Liguria*, 10. *Cassididae (aggiunte), Terebridae e Pusionellidae*. Libraio della Reale Accademia delle Scienze, Torino. 1-80.
- Sacco, F. 1892a. *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piamonte e della Liguria*, 11. *Eulimidae e Pyramidellidae (parte)*. Libraio della Reale Accademia delle Scienze, Torino. 1-107.
- Sacco, F. 1892b. *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piamonte e della Liguria*, 12. *Pyramidellidae (fine), Ringiculidae, Solaridae e Scalaridae (aggiunte)*. Libraio della Reale Accademia delle Scienze, Torino. 1-103.
- Sacco, F. 1893. *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piamonte e della Liguria*, 13. *Conidae*. Libraio della Reale Accademia delle Scienze, Torino. 1-143.
- Sacco, F. 1894a. *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piamonte e della Liguria*, 15 *Cypraeidae ed Amphiperacidae*. Libraio della Reale Accademia delle Scienze, Torino. 1-75.
- Sacco, F. 1894b. *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piamonte e della Liguria*, 16. *Cancellariidae*. Libraio della Reale Accademia delle Scienze, Torino. 1-83.
- Sacco, F. 1895. *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piamonte e della Liguria*, 17. *Cerithidae, Triforidae, Cerithiopsidae e Diastomidae*. Libraio della Reale Accademia delle Scienze, Torino. 1-87.
- Sacco, F. 1896. *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piamonte e della Liguria*, 19. *Turritellidae e Mathildidae*. Libraio della Reale Accademia delle Scienze, Torino. 1-47.
- Santos, A. & Mayoral, E. 2007. Paleoecología de la malacofauna de bivalvos del Mioceno superior de Cacela (SE Portugal). *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 15, 25-49.
- Sanz de Galdeano, C. & Vera, J.A. 1991. Una propuesta de clasificación de las cuencas neógenas béticas. *Acta Geológica Hispánica*, 26, 205-227.
- Sierro, F.J., González-Delgado, J.A., Dabrio, C.J., Flores, J.A. & Civis, J. 1990. The Neogene of Guadalquivir Basin (SW Spain). *Paleontologia i Evolució*. Memoria Especial 2, 211-250.
- Sierro, F.J., González-Delgado, J.A., Dabrio, C.J., Flores, J.A. & Civis, J. 1996. Late Neogene depositional sequences in the Foreland basin of Guadalquivir (SW Spain). In: *Tertiary Basins of Spain* (eds. Friend, P.F. & Dabrio, C.J.). Cambridge Univ. Press. 329-334.
- Silva, C.M. Da, Landau, B. & La Perna, R. 2011. Biogeography of Iberian Atlantic Neogene Marginelliform gastropods (Marginellidae, Cysticidae): Global change and trans-Atlantic colonization. *Journal of Paleontology*, 85, 1052-1066.
- Sosso, M., Brunetti, M.M. & Dell'Angelo, B. 2015. The family Marginellidae Fleming, 1828 in the Miocene (Tortonian) of South Piedmont (Italy), with the description of three new species (Gastropoda: Muricoidea). *Archiv Molluskenkunde*, 144, 243-258.
- Strausz, L. 1966. The upper Miocene fauna of Wetzelsdorf, Styria. *Föld. Közl*, 76.
- Vera-Peláez, J.L. 2002. Revisión de la familia Turridae, excepto clavatulinae (Gastropoda, Prosobranchia) en el Plioceno de la cuenca de Estepona, Málaga y Vélez Málaga (Málaga, S España) con la descripción de 26 especies nuevas. *Pliocénica*, 2, 176-262.
- Vera-Peláez, J.L. & Lozano-Francisco, M.C. 2004. La colección de escafópodos pliocénicos (Mollusca, Scaphopoda) del Museo Municipal Paleontológico de Estepona (Málaga, España) con la descripción de tres nuevas especies. *Pliocénica*, 4, 51-94.
- Wagner, R.H. & Álvarez-Vázquez, C. 2010. The Carboniferous floras of the Iberian Peninsula: A synthesis with geological connotations. *Review of Palaeobotany and Paleontology*, 162, 238-324.
- Wenz, W. 1942. Eine Vindobon-fauna aus der Umgebung von Cantillana. Prov. Sevilla. Spanien. *Natur Museum Senckerberg*, 25, 207-221.
- Zlotnik, M. 2003. Nassariid assemblages from the Korytnica clays a useful tool for local stratigraphic correlation. *Acta Geologica Polonica*, 53, 359-374.

