

VIERAEA	Vol. 46	pp. 667-688	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2019	ISSN 0210-945X
---------	---------	-------------	--------------------------------------	----------------

Revisión de los depósitos costeros del estadio isotópico marino 5e (MIS 5e) de Fuerteventura (islas Canarias)

ESTHER MARTÍN-GONZÁLEZ¹, INÉS GALINDO²,
 JOSÉ MANGAS³, CARMEN ROMERO⁴, NIEVES SÁNCHEZ²,
 ALBERTO GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ⁵, JUAN J. COELLO¹, ÁLVARO MÁRQUEZ⁶,
 ALEJANDRO DE VERA¹, JUANA VEGAS⁷ & CARLOS MELO^{8,9,10}

¹Museo de Ciencias Naturales de Tenerife, C/ Fuente Morales, s/n, 38003,
 Santa Cruz de Tenerife, España. mmartin@museosdetenerife.org

²Oficina de Proyectos de Las Palmas de Gran Canaria,
 Instituto Geológico y Minero de España (IGME). i.galindo@igme.es, n.sanchez@igme.es

³IOCAG. Instituto de Oceanografía y Cambio Global.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria jose.mangas@ulpgc.es

⁴Dpto. de Geografía. Universidad de La Laguna. mcromeroruiz@gmail.es

⁵Área de Paleontología, Facultad de Biología,

Universidad de La Laguna. alberto.gr93@outlook.com

⁶Área de Geología. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid. alvaro.marquez@urjc.es

⁷Área de Patrimonio Geológico y Minero,

Instituto Geológico y Minero de España (IGME). j.vegas@igme.es

⁸Dpto. de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa,

1749-016 Lisboa, Portugal. csmelo@fc.ul.pt

⁹CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos,

InBIO Laboratório Associado, Pólo dos Açores, Açores, Portugal.

¹⁰Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

MARTÍN-GONZÁLEZ, E., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A., GALINDO, I., MANGAS, J., ROMERO, C., SÁNCHEZ, N., COELLO, J. J., MÁRQUEZ, A., VEGAS, J., DE VERA, A. & MELO, C. (2019). Review of the MIS 5e coastal outcrops from Fuerteventura (Canary islands). *Vieraea*, 46: 667-688. <https://doi.org/10.31939/vieraea.2019.46.tomo02.12>

RESUMEN: Los afloramientos fosilíferos son puertas doradas para el estudio de los eventos sucedidos en el pasado. El Cuaternario es un período marcado por varios eventos glaciales e interglaciales, que conllevan oscilaciones del nivel del mar. El último período interglaciar, con el intervalo más cálido entre ~ 128 ka a ~ 116 ka (etapa isotópica marina 5e, MIS

5e) tuvo una temperatura global media de 2°C por encima de la actual, lo que resultó en un nivel medio del mar de aproximadamente 8,67 m más alto que ahora. Actualmente, la isla de Fuerteventura posee un registro fosilífero extenso y bien conservado que exige ser estudiado y preservado. Como parte del Proyecto ECLIPSA, que tiene como

objetivo estudiar las evidencias de los cambios climáticos ocurridos en las Islas Canarias, se realizó una campaña de campo en la isla de Fuerteventura, presentándose ahora los resultados preliminares, así como una compilación de trabajos previos sobre los afloramientos de esta isla.

KEYWORDS: MIS 5e / moluscos / patrimonio / Fuerteventura.

ABSTRACT: Fossiliferous outcrops are golden gates for the study of past events. The Quaternary is a period marked by several oscillations of the sea level, resulting in several glacial and interglacial events. The Last Interglacial period, with the warmest interval occurring between ~128 ka to ~116 ka (Marine Isotopic Stage 5e (MIS 5e) had a mean global temperature 2°C higher than today, resulting in a mean sea level (msl) ~8.67 m above present msl. Fuerteventura Island holds an extensive and well preserved fossiliferous record that urges to be studied and preserved. As part of Project ECLIPSA, that aims to study field evidences of past climates changes in the Canary islands, a survey has been performed in Fuerteventura Island, being now presented the preliminary results, as well a compilation of previous works regarding the outcrops from this island.

KEYWORDS: MIS 5e / molluscs / heritage / Fuerteventura.

INTRODUCCIÓN

Las oscilaciones del nivel del mar debidas a los cambios climáticos globales acontecidos a lo largo de la historia de la Tierra han quedado registradas en las zonas litorales de todo el planeta, y Canarias no es una excepción (Cabero, 2009; Martín-González *et al.*, 2016). Uno de los episodios mejor estudiados es el producido hace entre 116 y 128 mil años (ka, a continuación), el conocido como Estadio Isotópico Marino 5e (MIS 5e, en sus siglas en inglés), un intervalo en el que el clima era mucho más cálido, con mantos de hielo poco extensos y el nivel del mar más alto que el actual (Rovere *et al.*, 2016).

Los depósitos costeros de Fuerteventura pertenecientes al MIS 5e son conocidos desde hace bastante tiempo como playas fósiles o levantadas del Pleistoceno superior o del Último Máximo Interglacial, cuya característica principal es la presencia de la especie de gasterópodo *Persististrombus latus* (Gmelin, 1791) (= *Strombus bubonius* o *latus*) (Crofts, 1967; Klug, 1968; Meco, 1977). Los primeros

autores asignaron estos depósitos a la cronoestratigrafía seguida para los niveles del Mediterráneo y norte de África, es decir, los incluyen en el Ouljiense. Meco *et al.* (1986) describen estos depósitos con el nombre de Jandiense, describiendo una estratigrafía básica para ellos, con un nivel de calcarenitas amarillas-claras muy cementadas con escasa fauna en la base, que a techo pasan a conglomerados ricos en fauna, secuencia que puede alcanzar los 5-6 m sobre el nivel del mar (snm). Posteriormente, estas calcarenitas amarillentas se fueron datando y asignando a diferentes edades e interglaciares distintos. Radtke (1985) es el primero en hacer dataciones Th/U y ESR sobre conchas de *P. latus* y asignar edades correspondientes al MIS 5e a las terrazas desarrolladas entre los +2 y +4 m. Meco *et al.* (2002) también realizan dataciones U/Th sobre depósitos del último interglaciar en Matas Blancas, definiendo la existencia de una sola oscilación del mar durante el MIS 5e. En contraposición, Zazo *et al.* (2002, 2003), basándose en dataciones U/Th y análisis de facies sedimentarias, proponen la existencia de varios cambios del nivel del mar y climáticos durante el MIS 5e en Fuerteventura, Lanzarote y Tenerife.

Durante la realización de la Carta Paleontológica de Fuerteventura se registraron todos los yacimientos del MIS 5e (García-Talavera *et al.*, 2009), muchos de ellos ya registrados en la bibliografía (ver Meco, 2008). En este trabajo se hace una revisión de estos depósitos, algunos de los cuales son citados por primera vez en la literatura científica, describiendo la asociación faunística que se puede observar en cada uno de ellos y su estado de conservación.

CONTEXTO GEOLÓGICO Y CRONOESTRATIGRÁFICO

Fuerteventura es la isla más cercana al continente africano, del que dista unos 100 km aproximadamente. Es, asimismo, la más alargada, con una longitud de unos 100 km y una superficie de 1.660 km², constituyendo la segunda isla en extensión de las Canarias, después de Tenerife. Al contrario que el resto de las islas del archipiélago, que constituyen edificios insulares claramente diferenciados, Fuerteventura forma con Lanzarote un mismo conjunto volcánico alineado SSO-NNE, que se eleva del fondo oceánico a partir de unos 3.000 m de profundidad.

Desde el punto de vista geológico, en la isla pueden distinguirse cuatro grandes formaciones rocosas (Fúster *et al.*, 1968; Ancochea *et al.*, 1996): el Complejo Basal (CB), el Grupo Volcánico Submarino (CVS), el Grupo Volcánico de Transición (CVT) y el Grupo Volcánico Subaéreo (CVSub). El CB aflora fundamentalmente en el sec-

tor occidental y registra principalmente las etapas de crecimiento submarino de la isla, que incluye una potente secuencia sedimentaria de edad Mesozoica, que se apoya sobre los basaltos de la corteza oceánica (Steiner *et al.*, 1998).

Sobre esta secuencia sedimentaria se disponen los tres Grupos Volcánicos restantes, de edad Oligoceno-Mioceno inferior (Gutiérrez *et al.*, 2006). La historia geológica de estos edificios subaéreos es bastante larga (>10 millones de años) y compleja, alternando periodos de actividad constructiva, con periodos de destrucción a través de procesos erosivos y de grandes deslizamientos. Finalmente, tras un largo período de inactividad volcánica e intensa actividad erosiva, durante el Plioceno y el Cuaternario se produjeron diversas erupciones fisurales que dieron lugar a pequeños campos volcánicos monogenéticos (Series II, III y IV, de Fúster *et al.*, 1968), que se localizan fundamentalmente al norte de La Oliva, en la llanura central de la isla y en su sector oriental. Los depósitos litorales estudiados se apoyan siempre discordantemente sobre los materiales volcánicos miocenos, pliocenos y cuaternarios.

Fuerteventura, dada su antigüedad y estadio de evolución geológica, presenta un amplio registro de formaciones sedimentarias, principalmente, aluviales, eólicas (jables) y marinas (playas fósiles) (Meco & Pomel, 1985; Meco *et al.*, 1997; Damnati *et al.*, 1996; Zazo *et al.*, 2002; Meco *et al.*, 2002; Cabero, 2009; Yanes *et al.*, 2011; Faust *et al.*, 2015; Martín González *et al.*, 2018). Los depósitos aluviales, datados entre el Pleistoceno inferior y el Holoceno, están formados por glaciares, conos de deyección y ramblas, constituidos por materiales arrastrados por las aguas torrenciales desde el Complejo Basal y las diferentes series volcánicas.

Desde el Plioceno hasta la actualidad se han producido reiterados episodios de formación de depósitos eólicos, formados por arenas organógenas arrastradas por el viento desde las costas hacia el interior de la isla, que conforman sistemas dunares más o menos potentes. Estos sistemas son frecuentes y se distribuyen por toda la isla, desde el norte (campo de dunas de El Jable y las playas de Corralejo) hasta la costa occidental del Macizo de Betancuria, como el Jable de Vigocho. Pero donde afloran los depósitos de mayor potencia y extensión es en la península de Jandía, donde las arenas cubren todo el istmo y se prolongan por la costa de las dos vertientes de la península formando dos grandes playas, la de Barlovento y la de Sotavento. Entre los paquetes de arenas han quedado fosilizados paleosuelos que ofrecen una extraordinaria información paleoclimática.

Otras de las formaciones sedimentarias características de Fuerteventura son las playas fósiles, depósitos relacionados con ascensos del nivel del mar durante

periodos cálidos a escala global. En Fuerteventura, estos afloramientos se agrupan, fundamentalmente, en dos periodos: Neógeno, localizados en la costa oeste y suroeste, y Cuaternario, situados en la costa norte y este.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre 2004 y 2008 los técnicos del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife elaboraron la Carta Paleontológica de Fuerteventura, determinándose la presencia de 172 yacimientos, de los que 25 corresponden al episodio MIS 5e. De cada uno de ellos se elaboró una ficha de datos que consta de 20 apartados dedicados a la descripción, localización, estratigrafía, fotografía y especies presentes.

En este trabajo se hace una revisión de cada uno de los 25 afloramientos mencionados, algunos de los cuales han sido visitados durante la primera campaña de campo del proyecto ECLIPSA del Organismo Autónomo de Museos y Centros, realizada en mayo de 2018. Este proyecto está dedicado a detectar las evidencias del cambio climático a partir de los yacimientos paleontológicos y los depósitos volcánicos y sedimentarios abióticos de Canarias. Para cada uno de ellos se ha revisado la bibliografía que los cita, la lista de especies fósiles que contiene, su estratigrafía y su estado de conservación.

En el caso de los fósiles nos hemos centrado fundamentalmente en el grupo de los moluscos, tanto gasterópodos como bivalvos, ya que son los más abundantes y mejor conservados en todos los afloramientos. La nomenclatura taxonómica adoptada es la citada por la base de datos WoRMS (<http://www.marinespecies.org>) actualizada.

RESULTADOS

Descripción sedimentológica y conservación de los depósitos MIS 5e

Los 25 afloramientos del MIS 5e estudiados se localizan a lo largo de la costa norte y sureste de la isla, siendo prácticamente inexistentes en la costa oeste (tabla I). A continuación, describiremos los depósitos, partiendo desde la península de Jandía al sur y subiendo hasta la localidad de El Cotillo, en la costa noroeste de la isla (fig. 1).

Afloramiento	TM	Altura	Bibliografía
Punta del Tigre (FPT)	Pájara	4-5 m	Meco (1975); Zazo et al. (2002)
Punta del Viento (FPV)	Pájara	2 m	Meco et al. (1975)
Saladar de Morro Jable (FSM)	Pájara	1-2 m	
Playa de Aldiana (FPA)	Pájara	2 m	
Butihondo (FBU)	Pájara	2 m	
Matas Blancas (FMB)	Pájara	1 m	Meco (1981); Meco et al. (2002); Muhs et al. 2014
Playa de Puerto Rico (FPR)	Pájara	1 m	Meco (1977; 1982)
Laja del Corral (FLC)	Pájara	1-2 m	Meco (1981)
Agando (FAG)	Tuineje	1 m	
Gran Tarajal (FGT)	Tuineje	2 m	Meco (1982)
Las Playitas (FPL)	Tuineje	2,5 m	Meco (1982); Zazo et al. (2002); Muhs et al., 2014.
Barranco de la Torre (FBT)	Antigua	2-3 m	
Pta. La Hondura-La Guirra (FHG)	Antigua	3-4 m	Montesinos et al. (2014); Muhs et al., 2014; Zazo et al. (2002)
Costa del Aeropuerto (FCA)	Puerto del Rosario	3-4 m	
Bco. de Río Cabras (FRC)	Puerto del Rosario	2 m	Zazo et al. (2002)
Hondura-Rosa de Juan Sánchez (FHR)	Puerto del Rosario	4 m	Zazo et al. (2002)
Bajo de los Cuernos (Lobos) (FLBC)	La Oliva	2 m	
Punta del Marrajo (Lobos) (FLPM)	La Oliva	2 m	
Caleta Bajo de Mejillones (FBJ)	La Oliva	2 m	Zazo et al. (2002)
Bajo Los Picachos (FPI)	La Oliva	2 m	
Faro de Tostón (FFT)	La Oliva	2 m	
Punta de la Aduana (FAD)	La Oliva	2 m	
Caleta del Río (FRI)	La Oliva	2 m	
Los Islotitos (FIS)	La Oliva	2 m	
Punta de Marfolín (FMF)	La Oliva	3 m	

Tabla I. Relación de los afloramientos del episodio MIS 5e de Fuerteventura.

En la península de Jandía se localizan varios afloramientos pertenecientes al evento MIS 5e, comenzando en el punto más meridional el afloramiento de la Punta del Tigre, que ocupa unos 400 m² y está formado por un cordón litoral de cantos y bloques basálticos heterométricos de unos 20 cm de potencia, que apenas se observa por estar cubierto por sedimentos encalichados. En la parte alta del depósito se observan acumulaciones arrecifales del gasterópodo *Dendropoma cristatum* [Monterosato, 1884]. Hacia el sureste, en la Punta del Viento se localiza

un beach-rock de cantos y bloques heterométricos muy poco redondeados que ocupa una superficie de unos 1000 m² y una potencia de 40 cm. Al igual que el anterior yacimiento, la dinámica marina y sedimentaria hacen que su estado de conservación sea moderado. Ya en la zona arenosa de la península se encuentran los depósitos de Saladar de Morro Jable, playa de Aldiana, Butihondo y Matas Blancas (fig. 2), todos caracterizados por la presencia de la especie *Persististrombus latus* (Gmelin, 1791), taxon zonador del MIS 5e en Canarias y Mediterráneo. En el Saladar y Butihondo los fósiles aparecen sueltos y en buen estado de conservación, mientras que Aldiana y Matas Blancas son afloramientos de cantos heterométricos cementados por una calcarenita de color claro, siendo la superficie ocupada por el primero de unos 70 m lineales por 5 m de ancho. La estratigrafía y génesis de Matas Blancas es descrita por Cabero (2009), quien identifica dos unidades morfosedimentarias diferentes datadas en 178,3 ka y 104 ka, ambas muy ricas en conchas de *P. latus*, que han sido muy expoliadas. Este yacimiento ocupa unos 1000 m² de superficie.

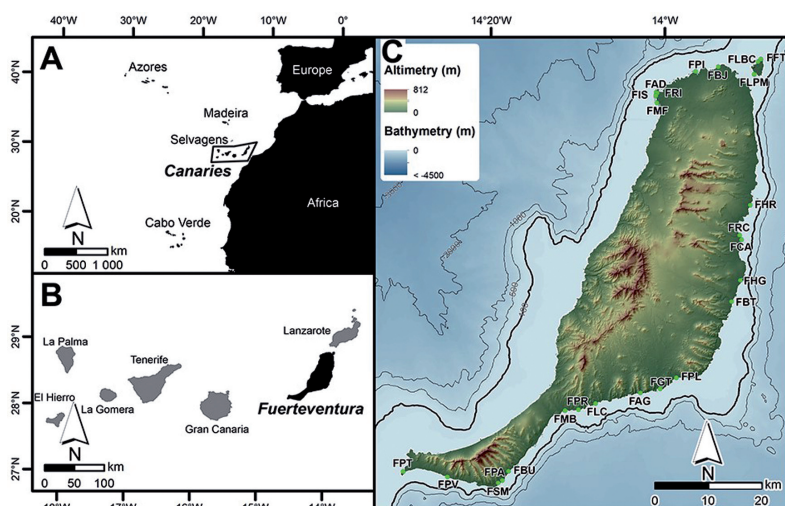


Fig. 1. Situación geográfica de la isla de Fuerteventura (islas Canarias). A. Localización del archipiélago canario entre los Archipiélagos del Atlántico Nor-oriental. B. Localización de Fuerteventura en el archipiélago canario. C. Mapa topográfico y batimétrico de Fuerteventura. Las líneas negras representan las isobatas de 100 (límite de la plataforma insular; cf. Ávila *et al.*, 2018), 500, 1000, 2000 y 3000 m. Los puntos verdes indican la localización de los afloramientos MIS 5e. Los acrónimos están recogidos en la tabla 1. (Datos altimétricos de IDECanarias y batimétricos de EMODNET).

Hacia el norte, ya fuera de los límites de Jandía, se localizan los yacimientos de Puerto Rico, Laja del Corral y Agando, constituidos por depósitos conglomeráticos de escasa superficie y potencia. La dinámica marina hace que el estado de conservación de estos depósitos sea bastante deficiente. En la localidad de Gran Tarajal se sitúa el afloramiento homónimo, un depósito conglomerático cementado de unos 1000 m² y 1,5 m de potencia, que se extiende más de 300 m hacia el interior del barranco, quedando sepultado por las edificaciones actuales. Se trata de uno de los yacimientos más ricos en fauna (fig. 2), pero la acción antrópica y la dinámica marina hace que presente un alto grado de degradación. Muy cerca de este afloramiento se localiza Las Playitas, la localidad tipo del periodo Jandiense descrito por Meco *et al.* (1986) para definir los depósitos canarios pertenecientes al episodio MIS 5e, y datado en 138,5 ka (Zazo *et al.*, 2002; Cabero, 2009). Se trata de un conglomerado de cantos volcánicos heterométricos bien cementados de aproximadamente 1 m de potencia y unos 20 m², que queda cubierto por materiales coluviales.



Fig. 2. Yacimientos de Matas Blancas (izquierda) y Gran Tarajal (derecha), ambos con gran contenido de conchas de *Persististrombus latus*.

En el Barranco de la Torre encontramos un cordón conglomerático cementado de aproximadamente 1,7 m de potencia, que ocupa una superficie de unos 200 m² localizado en la desembocadura. El depósito es visible de nuevo barranco arriba, a unos 80 m de la línea costera, cortado por la acción erosiva del barranco. Este afloramiento es la primera vez que se cita y, aunque no es frecuentado por su situación, presenta un estado de conservación moderado debido a la dinámica marina.

Otro de los yacimientos más estudiados de Fuerteventura es Punta de la Hondura-La Guirra, situado al sur de la localidad de Caleta de Fuste. Está formado por dos niveles marinos conglomeráticos, uno más alejado de la línea de costa actual datado en 118,6 ka, con una superficie de aproximadamente 400 m lineales y 6 m de ancho, con una matriz arenoso-terrágena que envuelve cantos angulosos subredondeados; y otro más antiguo y próximo al mar con una edad de 124,3 ka (Zazo *et al.*, 2002), muy cementado, más largo que el primero, pero de menor potencia y anchura. En la parte superior del intermareal se encuentra un nivel holoceno muy rico en fauna malacológica. Al igual que el de Matas Blancas, este afloramiento se encuentra protegido por la legislación canaria bajo la figura de Bien de Interés Cultural en la categoría de Zona Paleontológica.

Costa del Aeropuerto es un depósito conglomerático que se extiende, de forma discontinua, durante aproximadamente 2 km, con una anchura que varía entre los 10 y 100 m. En la parte alta del afloramiento se puede observar un arrecife de *Dendropoma*, muy fragmentado. Hacia el norte, en la desembocadura del barranco



Fig. 3. Yacimientos de barranco de Río Cabras (izquierda) y La Hondura-Rosa de Juan Sánchez (derecha).

de Río Cabras aparece uno de los afloramientos MIS 5e más destacados (fig. 3), un depósito de matriz calcarenítica de unos 40-50 cm de potencia y que se adentra por el cauce hasta unos 80 m de la línea de costa actual. Este yacimiento, que es referido por Zazo *et al.* (2002) como Aeropuerto ya que se encuentra en la cabecera norte del mismo, está formado por dos niveles marinos solapados datados por estos autores entorno a los 116 ka. Por último, en el término municipal de Puerto del Rosario se localiza el yacimiento de La Hondura-Rosa de Juan Sánchez (fig.

3), el afloramiento más complejo desde el punto de vista estratigráfico, ya que se pueden observar varios niveles marinos solapados datados entre los 100 y los 138 ka (Zazo *et al.*, 2002). La zona costera limítrofe a la capital insular donde se localizan estos últimos yacimientos está muy alterada antrópicamente, por lo que su conservación es muy insuficiente, a pesar del enorme valor científico de ambos.

En el islote de Lobos, al norte de Fuerteventura, se localizan varios afloramientos fosilíferos, la mayoría datados como holocenos en la Carta Paleontológica (García-Talavera *et al.*, 2009), si bien serían necesarias dataciones radiométricas para comprobar esta aseveración. En cualquier caso, los depósitos de Bajo Los Cuernos y El Marrajo (fig. 4) pertenecen al episodio MIS 5e, si consideramos su estratigrafía, sedimentología y contenido fosilífero, ya que en el primero se pueden observar arrecifes de *Dendropoma* y en el segundo, conchas de la especie *P. latus*. Al contrario que en el anterior caso, la localización de estos yacimientos en el Parque Natural de Lobos garantiza en cierta medida su conservación.

En el norte de Fuerteventura, entre las localidades de Corralejo y El Cotillo se localizan siete afloramientos más, de los que únicamente Caleta del Bajo de Mejillones ha sido datado en 110 ka (Zazo *et al.*, 2002). En esta localidad el depósito MIS5e aparece en parches dispersos de un conglomerado fosilífero cementado. Al contrario, en Bajo Los Picachos el depósito está formado por un planchón de cantos y bloques de redondeados a angulosos y heterométricos, cementados, ocupando una superficie de unos 250 m² y una potencia de unos 50 cm. En Faro de Tostón el yacimiento está formado por bloques dispersos de una calcarenita cementada, material que también rellena las grietas de una colada volcánica y forma planchones de pequeña extensión en Punta de la Aduana, Caleta del Río y Los Islotitos. En el afloramiento de la punta de Marfolín (fig. 4) el material sedimentario es el mismo, cubriendo una extensión de unos 50 m², y con una extraordinaria acumulación de conchas que presentan un excelente estado de conservación. En todos estos casos, las principales amenazas para la conservación de los depósitos es la dinámica marina y la acción antrópica, incluido el expolio.

Análisis paleontológico

Los moluscos son el grupo taxonómico mejor representando en todos los yacimientos estudiados (tabla II), aunque también aparecen restos de equinodermos, crustáceos, briozoos, corales y algas calcáreas, que para este trabajo no han sido considerados. La presencia de conchas bien preservadas es escasa, siendo lo normal la observación de restos fragmentados, erosionados

y abrasionados que hacen muy difícil su identificación taxonómica. Aun así, se han catalogado un total de 59 especies de gasterópodos y 21 de bivalvos, que se distribuyen de forma diferencial en los distintos yacimientos, aunque existe una serie de especies que son comunes a varios de ellos: *Patella candei*, *Gibbula candei*, *Phorcus atratus*, *Phorcus sauciatu*, *Angiola lineata*, *Tectarius striatus*, *Dendropoma cristatum*, *Stramonita haemastoma*, *Isara cornea*, *Gemophos viverratus*, *Columbella adansoni*, *Mitrella ocellata*, *Conus pulcher* y *Conus ermineus*, entre los gasterópodos. Mientras que en el grupo de los bivalvos son comunes las especies *Spondylus senegalensis* y *Cardita calyculata*. Se trata mayoritariamente de especies que se distribuyen en costas rocosas, aunque algunas son de hábitats arenoso-fangosos, como son *Acanthocardia tuberculata* o *Moerella distorta*.

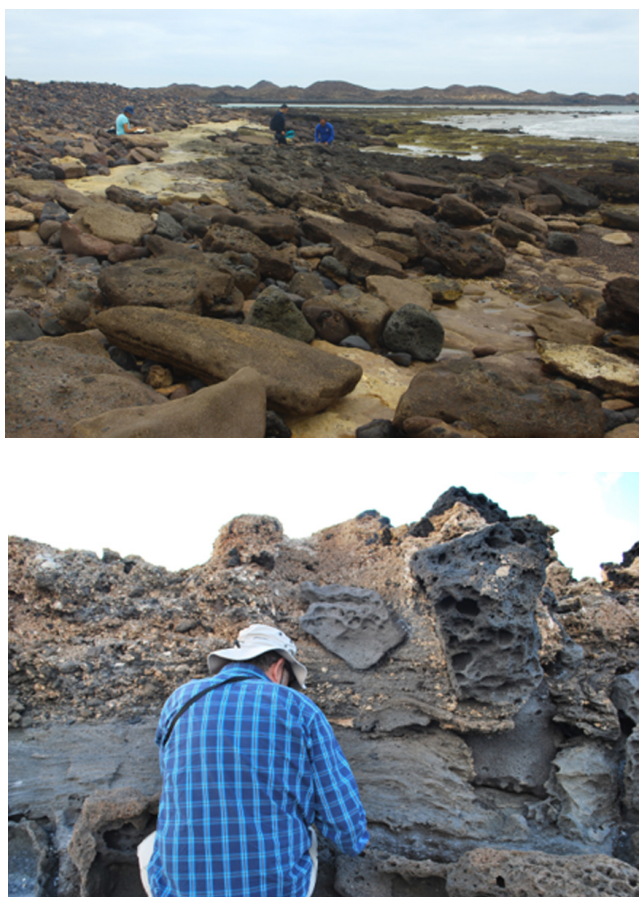


Fig 4. Yacimientos de El Marrajo (Lobos) arriba y punta de Marfolín, abajo.

La especie *Persististrombus latus* está presente en varios yacimientos, todos del sur y sureste de la isla, salvo el caso de El Marrajo (islote de Lobos), destacando por su abundancia y conservación el afloramiento de Matas Blancas. Respecto a otras especies características de los yacimientos de esta edad destaca la presencia de *Acanthina dontelei* en ocho de los afloramientos y de *Morula nodulosa* en tres.

A falta de estudios estadísticos, se puede observar que los yacimientos situados en la costa norte y sureste hasta Gran Tarajal presentan un mayor número de especies, siendo bastante representativos los taxones que habitan costas con alta energía (*Phorcus* spp., *Haliotis tuberculata* y *Patella* spp.).

DISCUSIÓN

La elaboración de la Carta Paleontológica de Fuerteventura puso de manifiesto que a lo largo de la costa sureste y norte de la isla y en el islote de Lobos son observables 25 afloramientos pertenecientes al episodio interglaciar MIS 5e, datado entre 116-128 ka, que se sitúan entre los +1 y +4 m sobre el nivel del mar actual. Muchos de estos depósitos han sido objeto de estudios científicos previos (Meco, 1977, 1982; Meco *et al.*, 1986; Meco *et al.*, 2002; Zazo *et al.*, 2002; Cabero, 2009), pero en este trabajo recopilamos todo el conjunto, citando por primera vez los yacimientos de Saladar de Morro Jable, Playa de Aldiana y Butihondo en la península de Jandía (Pájara), Agando en Tuineje, barranco de la Torre en Antigua, y seis más en las proximidades de El Cotillo en el término municipal de La Oliva (Bajos los Picachos, Faro de Tostón, Punta de la Aduana, Caleta del Río, Los Islotitos y punta de Marfolín). Cabe destacar, además, la nueva cita de este episodio climático cálido en islote de Lobos, representado en los yacimientos de El Marrajo y Bajo Los Cuernos. Con todos ellos, Fuerteventura constituye la isla del archipiélago canario con mayor número de afloramientos del MIS 5e. Casi todos se localizan en la costa este probablemente debido a la pronunciada orografía de la costa occidental y la alta energía del oleaje, que no favorece la preservación de este tipo de depósitos litorales a escasa altura sobre el nivel del mar actual.

Los análisis de facies sedimentarias y las dataciones realizadas en algunos de estos yacimientos (Zazo *et al.*, 2002; Meco *et al.*, 2002) indican la existencia de varios cambios del nivel del mar durante el MIS 5e, producidas en cortos intervalos de tiempo. Sin embargo, el análisis paleontológico de las asociaciones fosilíferas que aparecen en esos diferentes niveles indica que no se producen cambios en la composición faunística durante esos cambios.

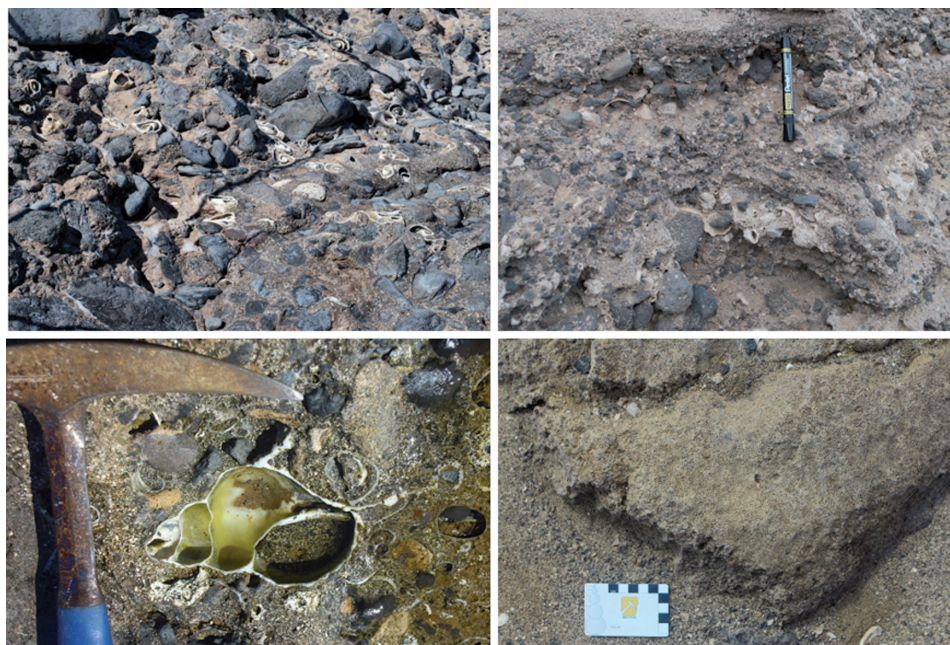


Fig. 5. A) Conchas de *Persististrombus latus* en Matas Blancas; **B)** Acumulación de restos fósiles malacológicos en barranco de Río Cabras; **C)** concha fragmentada de *Charonia* sp. en Punta de la Hondura-La Guirra; **D)** Arrecife de *Dendropoma cristatum* en punta del Tigre.

En este trabajo también, por primera vez, se realiza una recopilación de las especies presentes en cada uno de los yacimientos estudiados, notándose que la paleobiodiversidad de los afloramientos del MIS 5e de Fuerteventura no es muy alta, con 80 especies determinadas frente a las 147 detectadas en Tenerife (Martín-González *et al.*, 2016). Sin embargo, sí se encuentran algunos de los elementos indicadores de las condiciones ambientales tropicales dominantes durante la formación de los depósitos del MIS 5e. Es el caso de las especies *Persististrombus latus*, *Angiola lineata*, *Acanthina dontelei*, *Monoplex trigonus*, *Morula nodulosa*, *Conus ermineus* y *Brachidontes puniceus*. El resto de las especies citadas continúan teniendo en su distribución biogeográfica el archipiélago, siendo más o menos comunes.

Los yacimientos con mayor riqueza específica son Las Playitas, Punta de la Hondura-La Guirra, costa del Aeropuerto y barranco de Río Cabras, probable-

mente debido a que cubren amplias extensiones, partes de la cuales quedan mejor protegidas de la dinámica marina, conservando una mayor cantidad de restos fósiles. De forma tentativa, a falta de estudios estadísticos, se puede indicar que los yacimientos que se encuentran desde Las Playitas, inclusive, hacia el norte de la isla tienen una mayor riqueza de especies. Esto puede ser debido a que en todos ellos están presentes las especies de patélidos y de tróquidos, más abundantes en zonas donde la energía del mar es más alta, como es el caso de la costa noreste y norte de la isla.

El estado de conservación de los yacimientos es, en general, deficiente debido a varios factores: dinámica marina, desarrollo urbanístico, expolio, etc. Es de destacar el caso de los afloramientos de Matas Blancas y Punta de la Hondura-La Guirra, protegidos por la ley de Patrimonio Histórico de Canarias en la categoría de Bien de Interés Cultural; lo que no ha sido obstáculo para que en ellos se produzca de forma continuada el expolio de fósiles o la construcción de infraestructuras urbanísticas. Por ello, es necesario que se tomen de manera urgente las medidas necesarias para la conservación de estos bienes del patrimonio geológico que evidencian los cambios climáticos acontecidos en Canarias en los últimos 140 ka.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto ECLIPSA (Evidencias del cambio climático a partir de los yacimientos paleontológicos y los depósitos volcánicos y sedimentarios abióticos de Canarias) subvencionado por el Cabildo de Tenerife y el proyecto LIGCanarias de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias, a través del proyecto ProID2017010159, cofinanciado por los Programas Operativos FEDER y FSE de Canarias 2014-2020. C. Melo es beneficiario de una beca de doctorado M.3.a/F/100/2015 de FRCT/Açores 2020 del Fondo Regional para la Ciencia y la Tecnología (FRCT) y “Projeto Exploratório” IF/ 00465/2015, de la Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FCT). También agradece la ayuda prestada por FEDER a través del Operational Programme for Competitiveness Factors - COMPETE; de FCT bajo los proyectos UID/BIA/50027/2013 y POCI-01-0145-FEDER-006821; proyecto DRCT-M1.1.a/005/Funcionamiento-C-/2016 (CIBIO-A) de la FRCT; y proyecto FCT UID/GEO/50019/2013 del Instituto Dom Luiz. Los autores quieren dedicar este trabajo a Lázaro Sánchez-Pinto por su dedicación a conocer el legado paleontológico de las islas, principalmente en Fuerteventura, donde formó parte del equipo redactor de la Carta Paleontológica insular.

BIBLIOGRAFÍA

- ANCOCHEA, E., BRANDLE, J.L. CUBAS, C.R., HERNAN, F. & M.J. HUERTAS (1996)
Volcanic complexes in the Eastern Ridge of the Canary Islands: the Miocene activity of the island of Fuerteventura. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 70: 183-204.
- ÁVILA, S. P., CORDEIRO, R., MADEIRA, P., SILVA, L., MEDEIROS, A., REBELO, A. C., MELO, C., NETO, A. I. HAROUN, R., MONTEIRO, A., RIJSDIJK, K. & M.E. JOHNSON (2018)
Global change impacts on large-scale biogeographic patterns of marine organisms on Atlantic oceanic islands. *Marine Pollution Bulletin* 126: 101-112.
- CABERO, A. (2009)
Registro costero de los cambios eustáticos y climáticos durante los interglaciares recientes cuaternarios: sur y sureste peninsular, islas Baleares, Canarias y Cabo Verde. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca: 451 pp.
- CROFTS, R. (1967)
Raised beaches and chronology in north west Fuerteventura. Canary Islands. *Cuaternaria* 9: 247-260.
- DAMNATI, B., PETIT-MAIRE, N., FONTUGNE, M., MECO, J. & D. WILLIAMSON (1996)
Quaternary palaeoclimates in the eastern Canary Islands. *Quaternary International* 31: 37-46.
- FAUST, D., YANES, Y., WILLKOMMEN, T., ROETTIG, C., RICHTER, D., RICHTER D., VON SUCHODOLETZ, H. & L. ZÖLLER (2015)
A contribution to the understanding of late Pleistocene dune sand-paleosol-sequences in Fuerteventura (Canary Islands). *Geomorphology* 246: 290-304.
- FÚSTER, J., CENDRERO, A., GASTESI, P., IBARROLA, E. & J. LÓPEZ-RUIZ (1968)
Geología y volcanología de las Islas Canarias: Fuerteventura. Instituto Lucas Mallada. CSIC, Madrid: 239 pp.
- GARCÍA-TALAVERA, F., SÁNCHEZ-PINTO, L., LÓPEZ-RONDÓN, J. & M. MARTÍN OVAL (2009)
Carta paleontológica de Fuerteventura. Cabildo Insular de Fuerteventura, documento interno: 430 pp.
- GUTIÉRREZ, M., CASILLAS, R., FERNÁNDEZ, C., BALOGH, K., AHIJADO, A., CASTILLO, C., COLMENERO, J.R. & E. GARCÍA-NAVARRO (2006)
The submarine volcanic succession of the basal complex of Fuerteventura, Canary Islands: a model of submarine growth and emergence of tectonic volcanic islands. *GSA Bulletin* 118: 785-804.
- KLUG, H. (1968)
Morphologische Studien auf den Kanarischen Inseln. Beiträge zur

- Kustenentwicklung und Talbildung auf einem vulkanischen Archipel. *Schr. Geogr. Inst. Univ. Kiel* 24: 3.
- MARTÍN-GONZÁLEZ, E., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A., VERA-PELÁEZ, J.L., LOZANO-FRANCISCO, M.C. & C. CASTILLO (2016)
Asociaciones de moluscos de los depósitos litorales del Pleistoceno superior de Tenerife (islas Canarias). *Vieraea* 44: 87-106.
- MARTÍN-GONZÁLEZ, E., VERA-PELÁEZ, J.L., CASTILLO, C. & M.C. LOZANO-FRANCISCO (2018)
New fossil gastropod species (Mollusca: Gastropoda) from the upper Miocene of the Canary Islands (Spain). *Zootaxa* 4422 (2): 191-218
- MECO, J. (1977)
Los Strombus Neógenos y Cuaternarios del Atlántico Euroafricano (Taxonomía, Biostratigrafía y Paleoecología). Paleontología de Canarias. Tomo I. Excmo. Cabildo insular de Gran Canaria (Ed.): 142 pp.
- MECO, J. (1981)
Neogastrópodos fósiles de las Canarias orientales. *Anuario de Estudios Atlánticos* 27: 601-615.
- MECO J (1982)
Los Bivalvos fósiles de las Canarias orientales. *Anuario de Estudios Atlánticos* 28: 65-125.
- MECO, J. & C.E. STEARNS (1981)
Emergent littoral deposits in the Eastern Canary Islands. *Quaternary Research* 15: 199-208.
- MECO, J. & R. POMERL (1985)
Les formations marines et continentales intervalcaniques des Iles Canaries orientales (Grande Canarie, Fuerteventura et Lanzarote): Stratigraphie et signification paléoclimatique. *Estudios Geológicos* 41: 223-227.
- MECO, J., POMEL, E., AGUIRRE, E. & C.E. STEARNS (1986)
Depósitos marinos del Cuaternario reciente de Canarias. En: El Cuaternario reciente de Canarias (Meco, J., Petit-Maire, N., eds.). Univ. La Laguan-Lab. Géologie du Quaternaire du CNRS, Las Palmas-Marseille: 6-22.
- MECO, J., PETIT-MAIRE, N., FONTUGNE, M., SHIMMIELD, G. & A.J. RAMOS (1997)
The Quaternary deposits in Lazarote and Fuerteventura (Eastern Canary Islands, Spain): an overview. In: Meco, J., Petit-Maire, N. (Eds.), *Climates of the Past*, Proceedings of the CLIP Meeting Held in June 2-7, 1995 — Lanzarote und Fuerteventura (Canary Islands, Spain). IUGS-UNESCO, Las Palmas de Gran Canaria: pp. 123-136.
- MECO, J., H. GUILLOU, J.C. CARRACEDO, A. LOMOSCHITZ, A.J.G. RAMOS & J.J.

RODRÍGUEZ-YÁNEZ (2002)

The maximum warmings of the Pleistocene world climate recorded in the Canary islands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 185: 197-210.

MECO, J. & COLABORADORES (2008)

Historia geológica del clima en Canarias. Meco, J. (ed.). Las Palmas de Gran Canaria: 296 pp. Acceso libre en la web de la ULPGC:http://mdc.ulpgc.es/cdm4/item_viewer.php?CISOROOT=/DOCULPGC&CISOPTR=4325&CISOBOX=1&REC=8

MONTESINOS; M., RAMOS, A.J.G., LOMOSCHITZ, A., COCA, J., REDONDO, A., BETANCORT, J.F. & J. MECO (2014)

Extralimital Senegalese species during Marine Isotope Stages 5.5 and 11 in the Canary Islands (29° N): Sea surface temperature estimates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 410: 153-163.

MUHS, D.R., MECO, J. & K.R. SIMMONS (2014)

Uranium-series ages of corals, sea level history, and palaeozoogeography, Canary Islands, Spain: An exploratory study for two Quaternary interglacial periods. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 394: 99-118.

RADTKE, U. (1985)

Untersuchungen zur zeitlichen Stellung mariner Terrassen und Kalkkrusten auf. Fuerteventura (Kanarische Inseln, Spanien). *Kieler Geographische Schriften* 62: 73-95.

ROVERE, A., RAYMO, M.E., VACCHI, M., LORSCHIED, T., STOCCHI, P., GÓMEZ-PUJOL, L., HARRIS, D.L., CASELLA, E., O'LEARY, M.J. & P.J. HEARTY. (2016)

The analysis of Last Interglacial (MIS5e) relative sea-level indicators: Reconstructing sea-level in a warmer world. *Earth-Science Reviews* 159: 404-427.

STEINER, C., HOBSON, A., FAVRE, P., STAMPFLI, G. & M. J. HERNANDEZ (1998)

Mesozoic sequence of Fuerteventura (Canary Islands): witness of Early Jurassic sea-floor spreading in the central Atlantic. *Geological Society American Bulletin* 110: 1304-1317.

YANES, Y., YAPP, C.J., IBÁÑEZ, M., ALONSO, M.R., DE LA NUEZ, J., QUESADA, M.L., CASTILLO, C. & A. DELGADO (2011)

Pleistocene-Holocene environmental change in the Canary Archipelago as inferred from stable isotopes of land snail shells. *Quaternary Research* 65: 658-669.

ZAZO, C., J.L. GOY, C. HILLAIRE-MARCEL, P.Y. GILLOUT, V. SOLER, J.A.GONZALEZ, C.J. DABRIO & B. GHALEB (2002)

Raised marine sequences of Lanzarote and Fuerteventura revisited a reappraisal of relative sea-level changes and vertical movements in the

eastern Canary Islands during the Quaternary. *Quaternary Science Reviews* 21: 2019-2046.

ZAZO, C., GOY, J.L., DABRIO, C.J., BARDAJÍ, T., HILLAIRE-MARCEL, C., GHALEB, B., GONZÁLEZ- DELGADO, J.A. & V. SOLER (2003)

Pleistocene raised marine terraces of the Spanish Mediterranean and Atlantic coasts: records of coastal uplift, sea-level highstands and climate changes. *Marine Geology* 194: 103-133.

Tabla II. Especies de moluscos determinados en cada uno de los afloramientos estudiados. Los acrónimos de los yacimientos están indicados en la tabla I.

	FPT	FPV	FSM	FFA	FBU	FMB	FPR	FLC	FAG	FPL	FOT	FBT	FHG	FCA	FRC	FHR	FLBC	FLPM	FBJ	FPI	FFT	FAD	FRI	FIS	FMF
Filum Mollusca																									
Clase Gastropoda																									
Subclase Patellogastropoda																									
Familia Patelidae						X								X	X										
<i>Patella piperata</i> Gould, 1846						X								X	X										
<i>Patella aspera</i> Röding, 1798	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Patella crenata</i> Gmelin, 1791			X			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Patella candei</i> d'Orbigny, 1840		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Patella</i> sp.	X		X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Subclase Vetigastropoda																									
Familia Fissurellidae																									
<i>Diodora gibberula</i> (Lamarck, 1822)				X					X					X											
Familia Haliotidae													X	X					X						
<i>Haliotis tuberculata coccinea</i> Reeve, 1846													X	X					X						
Familia Trochidae																									
<i>Cianculus bertheloti</i> (d'Orbigny, 1840)				X						X													X	X	X
<i>Gibbula candei</i> (d'Orbigny, 1840)			X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Phorcus atratus</i> (Wood, 1828)	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Phorcus sauciatius</i> (Koch, 1845)	X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Phorcus</i> sp.									X	X															
Familia Turbinidae																									
<i>Bolina rugosa</i> (Linnaeus, 1767)	X			X					X																
Familia Phasianellidae																									
<i>Tricolia pullus</i> (Linnaeus, 1758)	X																							X	
Subclase Caenogastropoda																									
Familia Cerithiidae																									
<i>Cerithium lividulum</i> Risso, 1826	X								X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792	X	X	X			X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bitum lairellii</i> (Payraudeau, 1826)	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Familia Planaxidae																									
<i>Angiote lineata</i> (de Ceste, 1778)	X		X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Familia Turritellidae																									
<i>Turritella</i> sp.										X					X										

Familia	FPT	FPV	FSM	FPA	FBU	FMB	FPR	FLC	FAG	FPL	FGT	FBT	FHG	FCA	FRC	FHR	FLBC	FLPM	FBJ	FPI	FFT	FAD	FRI	FIS	FMF
Familia Litorinidae																									
<i>Tectarius striatus</i> (King, 1832)	X		X	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Melagrapha neitoides</i> (Linnaeus, 1758)														X	X										X
Familia Vermetidae																									
<i>Dendropoma cristatum</i> (Monterosato, 1884)	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Vermetus</i> sp.	X		X								X								X						
Familia Strombidae																									
<i>Persisistrombus latus</i> (Gmelin, 1791)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Familia Cypraeidae																									
<i>Nerita spurca</i> (Linnaeus, 1758)							X						X	X				X					X	X	X
<i>Luria lurida</i> (Linnaeus, 1758)						X							X	X				X					X	X	X
Familia Naticidae																									
<i>Polinices lacteus</i> (Güldenst., 1834)									X	X															
Familia Cassidae																									
<i>Semicassis granulata</i> (von Born, 1778)														X					X						
<i>Phalium</i> sp.																									
Familia Ranellidae																									
<i>Charonia lampas</i> (Linnaeus, 1758)						X	X						X	X	X	X		X							
<i>Charonia variegata</i> (Lamarck, 1816)	X		X						X				X												
<i>Monoplex cf. parthenopaeus</i> (Salis Marschins, 1993)													X	X											
<i>Monoplex cf. nicobaricum</i> (Röding, 1798)													X	X											
<i>Monoplex aquatilis</i> (Reeve, 1844)									X																
<i>Monoplex trigonus</i> (Gmelin, 1791)									X																
<i>Monoplex</i> sp.				X			X											X							
Familia Bursidae																									
<i>Bursa scrobilator</i> (Linnaeus, 1758)			X				X						X	X	X		X	X	X						
Familia Muricidae																									
<i>Hexaplex duplex</i> (Röding, 1798)			X			X							X												
<i>Strammonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acanthina donelei</i> (García-Talavera & Sánchez, 2002)	X		X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Coralliophila meyerendorffii</i> (Calcears,												X													

	FPT	FPV	FSM	FPA	FBU	FMB	FPR	FLC	FAG	FPL	F0T	FBT	FHG	FCA	FRC	FHR	FBC	FLPM	FBJ	FPI	FFT	FAD	FRI	FIS	FM
<i>Barbata barbata</i> (Linnaeus, 1758)															X										
Familia Noctidae																									
<i>Striarca lactea</i> (Linnaeus, 1758)												X		X											
Familia Mytilidae																									
<i>Lithophaga</i> sp.												X												X	
<i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)												X		X										X	
<i>Brachidontes pumiceus</i> (Gmelin, 1791)											X			X									X	X	
Familia Pectinidae																									
<i>Bractechlamys corallinoides</i> (d'Orbigny, 1840)													X					X							
Familia Spondyliidae																									
<i>Spondylus senegalensis</i> Schreibers, 1793								X		X	X			X			X			X					
Familia Ostreidae																									
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	X													X											X
Subclase Heterodontia																									
Familia Carditidae																									
<i>Cardita calyculata</i> Linnaeus, 1758			X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Familia Lucinidae																									
<i>Ctena decussata</i> (O.G. Costa, 1829)									X	X			X	X										X	X
<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)			X						X																
<i>Loripes orbiculatus</i> (Poli, 1791)										X															
<i>Codakia</i> sp.													X											X	X
<i>Lucina adansonii</i> (d'Orbigny, 1840)			X	X		X	X	X	X	X														X	
Familia Chamidae																									
<i>Chama gryphoides</i> Linnaeus, 1758									X	X															
<i>Pseudochama gryphina</i> Lamarck, 1819)													X												
Familia Carditidae																									
<i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linnaeus, 1758)			X			X	X	X	X	X			X	X											
Familia Donacidae																									
<i>Moerella distorta</i> (Poli, 1791)										X															
Familia Veneridae																									
<i>Venus verrucosa</i> Linnaeus, 1758			X			X		X	X	X		X	X	X	X										
<i>Irus irus</i> (Linnaeus, 1758)															X										X

Fecha de recepción: 03 / 09 / 2018

Fecha de aceptación: 03 / 10 / 2018