

HISTORIA GEOLÓGICA Y RECONSTRUCCIÓN PALEOBiolÓGICA DE LOS DEPÓSITOS PALEONTOLÓGICOS DE LA PLAYA DE EL CONFITAL (GRAN CANARIA, ISLAS CANARIAS)

A. González-Rodríguez^{1,2}, C.S. Melo^{3,4,5}, I. Galindo⁶, J. Mangas⁷, N. Sánchez⁶, J. Coello¹,
M.C. Lozano-Francisco⁸, M. Johnson⁹, C. Romero¹⁰, J. Vegas¹¹, A. Márquez¹², C. Castillo²
y E. Martín-González¹

¹Museo de Ciencias Naturales (MCN). OAMC, Cabildo de Tenerife.
mmartin@museostenerife.org; jcoello@museosdetenerife.org

²Área de Paleontología, Facultad de Biología, Universidad de La Laguna.
alberto.gr.93@outlook.com; ccastillo@ull.es

³Dpto. de Geología, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal.
csmelo@fc.ul.pt

⁴CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, InBIO Laboratório Associado,
Pólo dos Açores, Açores, Portugal.

⁵Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

⁶Unidad Territorial de Canarias, Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
i.galindo@igme.es, n.sanchez@igme.es, j.vegas@igme.es

⁷IOCAG. Instituto de Oceanografía y Cambio Global. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
jose.mangas@ulpgc.es

⁸TELLUS- Arqueología y Prehistoria en el Sur de Iberia. HUM-949.
gaiadidactica@gmail.com

⁹Department of Geosciences, Williams College, 947 Main Street, Williamstown, MA USA.
mjohnson@williams.edu

¹⁰Dpto. de Geografía. Universidad de La Laguna.
mcomeroruiz@gmail.es

¹¹Área de Patrimonio Geológico y Minero, Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
j.vegas@igme.es

¹²Área de Geología. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.
alvaro.marquez@urjc.es

Palabras clave: Playa de El Confital, Gran Canaria, depósitos volcano-sedimentarios, Mioceno, Pleistoceno, paleobiología.

INTRODUCCIÓN

El archipiélago canario está situado cerca de la costa NO de África y es de naturaleza volcánica. Fuerteventura y Lanzarote son las islas más antiguas del archipiélago (23 y 15 Ma aproximadamente) seguidas por Gran Canaria (14 Ma), siendo en estas tres islas solamente donde vamos a encontrar depósitos fosilíferos pertenecientes a las series Mioceno y Plioceno (Meco *et al.*, 2015). El episodio MIS5e (Eemense), por el contrario, podemos encontrarlo en todas las islas (Meco *et al.*, 2002; Zazo *et al.*, 2003; Martín-González *et al.*, 2016). Este trabajo se centra en el estudio de los depósitos fosilíferos asociados a ambos periodos que aparecen en la playa de El Confital, en la isla de Gran Canaria (Fig. 1).

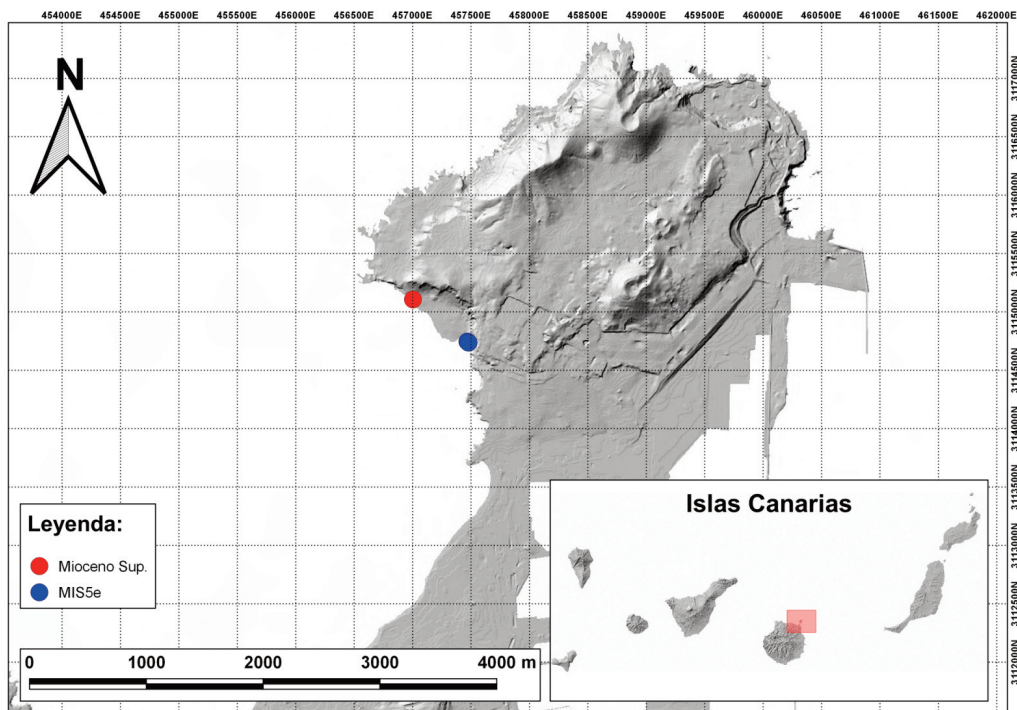


Figura 1. Mapa de la Isleta en Gran Canaria donde se marcan los depósitos volcánico-sedimentarios del Mioceno superior (●) y del MIS5e (●) en la playa de El Confital.

Los afloramientos se encuentran al suroeste de La Isleta, un islote eminentemente volcánico situado en el extremo NE de Las Palmas de Gran Canaria unido al edificio insular principal por un tómbolo de arena, el istmo de Guanarteme. Se trata de una plataforma litoral activa modelada sobre piroclastos de origen hidromagmático (Hansen, 2008), que ha sido alterada antrópicamente en tiempos recientes.

Las Palmas de Gran Canaria constituye uno de los escasos ejemplos en los que se pueden observar yacimientos paleontológicos de diferentes edades. En la parte alta de la ciudad se encuentra la Formación Detrítica de Las Palmas, de edad Mio-Plioceno, que contiene una importante asociación fosilífera estudiada por diferentes autores (Rothpletz & Simonelli, 1890; Meco *et al.*, 2007; Betancort, 2012; Martín-González *et al.*, 2018); mientras que en la zona baja se encuentran los afloramientos pertenecientes al episodio transgresivo marino MIS5e (Meco *et al.*, 2002). En la playa de El Confital podemos encontrar, en ambos extremos, los yacimientos del Eemiense, al sur, cuyo estudio paleontológico y estratigráfico preliminar fue realizado por Cabrera (1987) y del Mioceno, al noroeste, donde Meco *et al.* (2015) citan por primera vez la existencia del nivel con *Ostrea offretti* Linnaeus. En este trabajo realizamos un análisis volcano-estratigráfico y paleontológico integral de la playa de El Confital con el fin de reconstruir la evolución temporal de la fauna fosilizada en esta zona.

CONTEXTO GEOLÓGICO

La secuencia volcano-estratigráfica del afloramiento mioceno (Fig. 2) comienza con una capa vol-

cánica submarina de 1,8 m de potencia observable (tramo A) de tobas hialoclastíticas lapíllico-cineríticas de color marrón. Los fragmentos líticos tienen diferente composición (fonolitas, basltos, etc.), son de tamaños de cantos y grava, y son angulosos o subangulosos.

Este nivel no muestra laminaciones ni estratificaciones, pero sí se observan cambios laterales de facies finas a groseras. Las tobas se encuentran fracturadas por deformaciones tardías, en cuyas fisuras se depositan carbonatos o zeolitas (Fig. 3A). Este material tendría un origen volcánico submarino (hi-

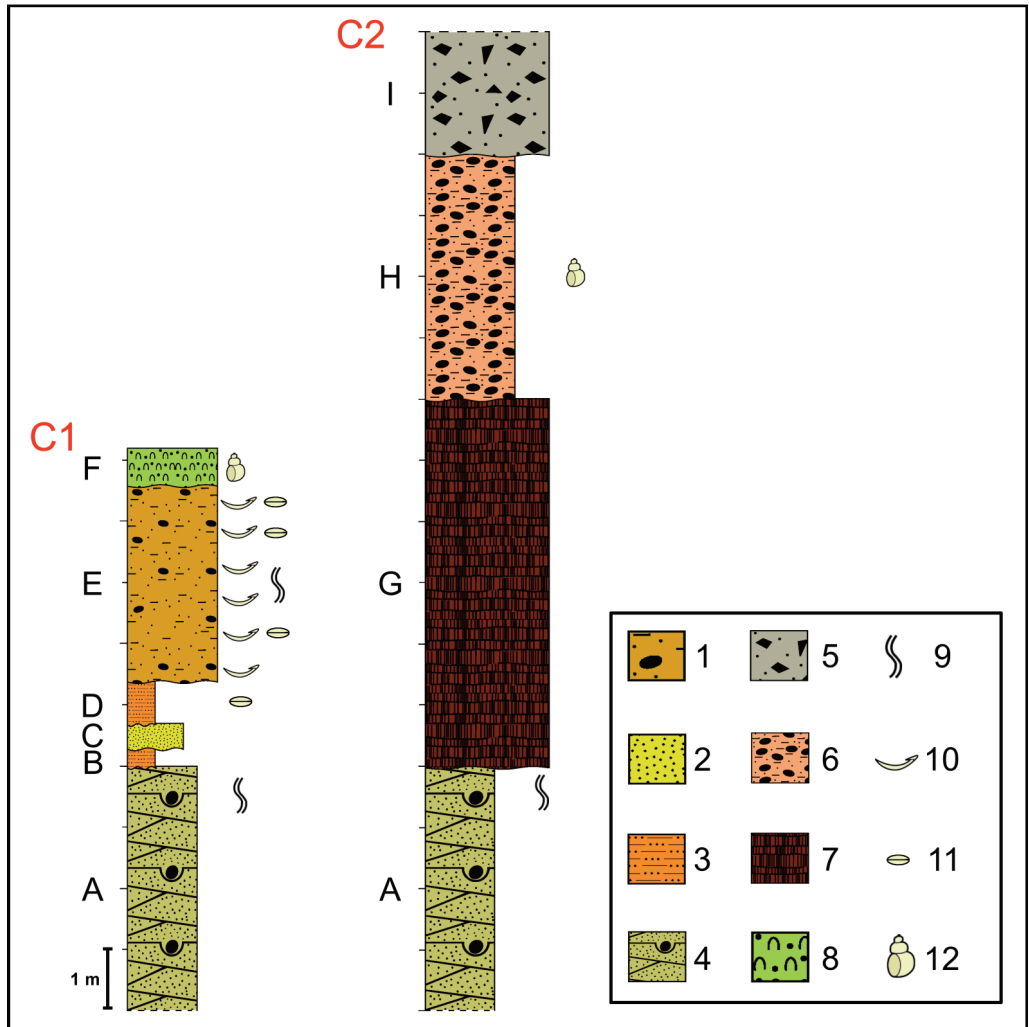


Figura 2. Columna volcano-estratigráfica de los dos yacimientos estudiados en la playa de El Confital. C1. Afloramiento mioceno y C2. Afloramiento eemiense; 1 arenisca bioclástica con ostreidos; 2 arenisca microconglomerática; 3 limonitas; 4 tobas hialoclastíticas; 5 materiales coluviales; 6 conglomerado; 7 colada basáltica; 8 conglomerado; 9 estructuras de bioturbación; 10 ostreidos; 11 bivalvos no ostreidos; 12 moluscos gasterópodos. Los tramos volcano-sedimentarios definidos de A-I están descritos en el texto.

dromagmático), tratándose de facies poco explosivas de un cono volcánico submarino. No se tiene datación de este edificio, pero lavas subaéreas situadas a nivel del mar y que son consideradas la base del vulcanismo de la Isleta están datadas en 1 Ma (Feraud *et al.*, 1981).

Los tramos B, C y D de la columna volcano-estratigráfica (Fig. 3B) son de pequeña potencia y corresponden a la secuencia epiclástica submarina. El tramo B se trata de una limonita de tonos verdosos que muestra acuñaamiento lateral sin estructuras sedimentarias. El nivel inmediatamente superior a techo es una arenisca microconglomerática que tampoco presenta estructuras sedimentarias, aunque indica aportes más gruesos. El tramo D consiste en una capa de limonitas verdes que contienen fósiles articulados de pequeño tamaño, algunos en posición de vida.

Por último, el tramo E de la secuencia epiclástica, con una potencia de 1,6 m, está compuesto por una arenisca bioclástica con escasos cantos dispersos redondeados a subredondeados de basaltos y fonolitas, sin estructuras sedimentarias. A lo largo de este tramo se pueden observar hasta seis niveles de conchas fósiles de ostreidos y otros bivalvos dispuestos en posición de vida y articulados, algunos de los cuales presentan un relleno cristalizado a modo de geoda (Fig. 3 C y D). Este tramo stratigráfico se acuña tierra adentro y parece ocupar, junto con las anteriores (B, C y D), un paleocanal dado el buzamiento de las capas. A techo hay una superficie erosiva pues el nivel con conchas de bivalvos en posición de vida aparece truncado por una capa de conglomerados con cantos de basaltos principalmente y una matriz de areniscas bioclásticas gruesas de unos 30 cm de espesor (tramo F), con abundantes estructuras de bioturbación (pozos y galerías) que se encuentran rellenas de fragmentos bioclásticos y con algunos bioclastos cubiertos de una pátina de colores anaranjados-rojizos debido a la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro con diferente grado de hidratación.

Por otra parte, en el extremo sureste de la playa de El Confital (Fig. 1), se encuentra el afloramiento Eemiense (Fig. 2). A lo largo de los acantilados costeros, a unos dos metros de altura y en la zona intermareal de la plataforma litoral, se observan los materiales hidromagmáticos submarinos (tobas cineríticas y lapillicas) en la base (Tramo A). Los depósitos de hialoclastitas tienen colores crema, una marcada estratificación paralela y, en ciertas zonas, estratificaciones cruzadas asociadas a *ripples*, todas ellas con una ligera inclinación hacia el mar; contienen cantos y gravas dispersas de rocas félsicas (fonolitas) y máficas (basaltos y basanitas), junto con restos de rodolitos. Los depósitos de tobas hialoclastíticas de la zona de la playa fueron erosionados intensamente antes del depósito del resto de materiales que componen la secuencia, ya que hay fracturas (muchas ortogonales) de asentamiento y algunas están rellenas de areniscas marinas de tamaño medio a grueso y numerosos granos de bioclastos.

Sobre las hialoclastitas se apoya un flujo lávico máfico subaéreo proveniente de los volcanes estrombolianos de La Isleta (Tramo G), de unos tres metros de espesor; encima, y sobre una superficie erosiva muy marcada, aparecen un estrato de conglomerados de cantos volcánicos máficos cementados por una matriz microconglomerática bioclástica (Tramo H), de unos dos metros de potencia. Aunque los conglomerados presentan buzamientos variables, los depósitos, en general, se inclinan hacia el mar, y parecen estar rellenando vaguadas en los depósitos hidromagmáticos y lavas subaéreas, mostrándose como canales estrechos de disposición aproximadamente perpendicular a la costa. La matriz de los conglomerados es arenosa gruesa bioclástica, aunque en algunas partes del depósito puede ser limosa, y los cantos son heterométricos y redondeados, de composición principalmente máfica (basaltos y basanitas). Destaca que algunos de los cantos se encuentran completamente rodeados por algas calcáreas rojas, lo que indica que su crecimiento tuvo que ser en condiciones submarinas de poca profundidad (costeras o plataforma insular interna). Toda la secuencia está cubierta a techo por unos 2 m de material coluvionar heterométrico y heterogéneo (Tramo I).

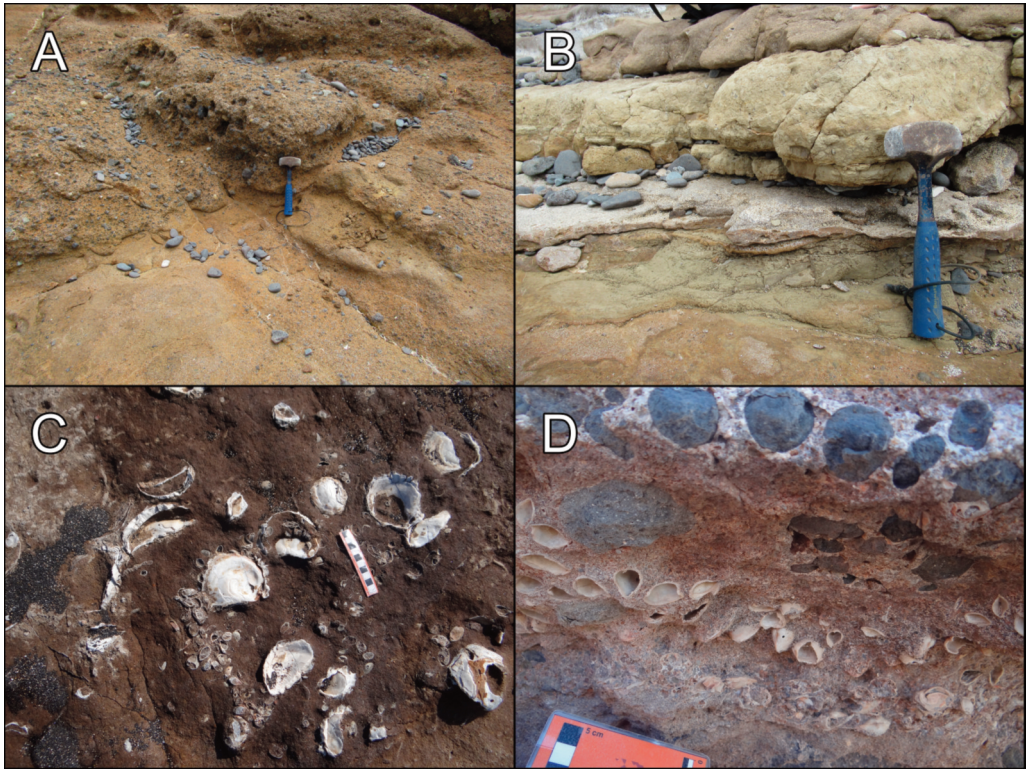


Figura 3. Afloramiento mioceno. A. Aspecto de las tobas hialoclastíticas lapillicos finas en la base y más groseras hacia la parte superior. B: secuencia epiclástica de los tramos B, C y D (limonitas, areniscas y limonitas con moluscos, respectivamente). C: arenisca con niveles de bivalvos. D: techo del tramo E de areniscas con moluscos en posición de vida.

ANÁLISIS PALEONTOLÓGICO

Como se ha mencionado en la descripción estratigráfica, los tramos E y F del afloramiento nor-oriental de la playa de El Confital son los que presentan una mayor cantidad de especies fósiles. En el estrato E se pueden observar distintas especies de bivalvos (Tabla 1), entre las que destaca *Ostrea offreti* Kilian, especie típica del Mioceno superior (Lecoindre y Ranson, 1961; Saint-Martin *et al.*, 2010) muy relacionada con la especie actual *O. edulis* Linnaeus (Fig. 3D).

Los bivalvos aparecen en su mayoría articulados y en posición de vida, sin evidencias de bioturbación (indicios de depredación u organismo incrustantes). Estas especies se encuentran enterradas en arenas gruesas, gravas o base de las rocas desde el intermareal hasta los 20-30 m de profundidad, en zonas con un importante aporte de nutrientes y vertidos esporádicos de aguas dulces. Los restos fósiles que parecen en el tramo F están muy alterados, y es preciso una revisión taxonómica exhaustiva, aunque se han determinado conchas de taxones pertenecientes a una zona intermareal somera como *Conus* sp. o *Oxysteles* sp.

Por el contrario, el depósito conglomerático marino que aflora al sureste de la playa de El Confital, como restos erosivos o en los acantilados, presenta una mayor variedad de especies (Tabla 1), todas

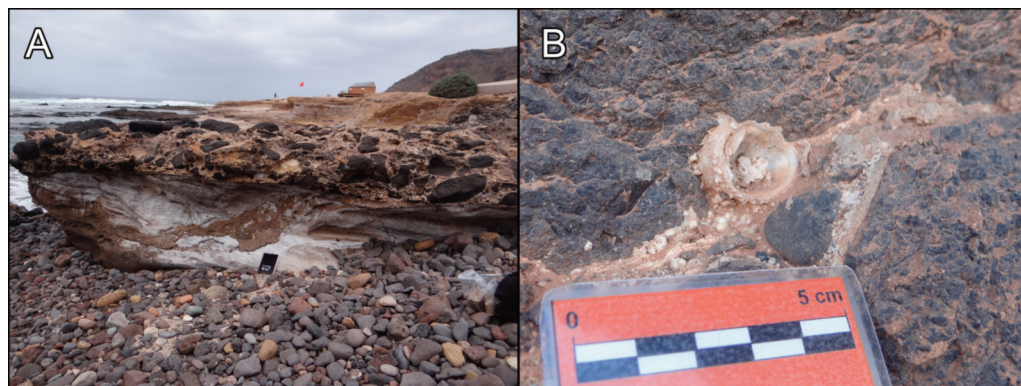


Figura 4. Aspecto del afloramiento volcano-sedimentario Eemiense. A. Resto erosivo en el que se observa en la base las hialoclastitas teñidas de eflorescencias salinas blancas, y encima un conglomerado de cantos de basaltos redondeados con matriz arenosa-microconglomerática bioclástica. B. Detalle del conglomerado marino con matriz bioclástica entre cantos de basaltos.

ellas presentes en la actualidad en el archipiélago canario. Estas especies se corresponden con fondos rocosos someros de alta energía, destacando la abundancia de fragmentos de mærl y rodolitos, así como conchas de patéldidos y tróquidos. Aunque existe una alta fragmentación, es de destacar la elevada

<p>Phyllum Arthropoda Clase Hexanauplia Orden Sessilia Familia Balanidae Balanus sp.</p> <p>Phyllum Mollusca Clase Gastropoda Orden Patellogastropoda Familia Patellidae Patella aspera Röding, 1798 Patella crenata Gmelin, 1791 Patella piperata Gould, 1846 Patella sp.*</p> <p>Orden Trochida Familia Trochidae Phorcus sauciatus (Koch, 1845) Oxysteles sp.*</p> <p>Familia Calliostomitidae Calliostoma sp.*</p> <p>Orden Caenogastropoda Familia Cerithiidae Cerithium lividulum Risso, 1826</p> <p>Orden Littorinimorpha Familia Cypraeidae Luria lurida (Linnaeus, 1758) Familia Littorinidae Tectarius striatus (King, 1832)</p>	<p>Familia Vermetidae Dendropoma cristatum (Biondi, 1859) Vermetus triquetrus Bivona-Bernardi, 1832</p> <p>Familia Naticidae Natica sp.*</p> <p>Orden Neogastropoda Familia Pisanidae Gemophos viverratus (Kiener, 1834)</p> <p>Familia Columbidae Columbella adansonii Menke, 1853</p> <p>Familia Conidae Conus cf. guanche Lauer, 1993 Conus sp.*</p> <p>Clase Bivalvia Subclase Pteriomorpha Familia Ostreidae Ostrea offreti Kilian 1889*</p> <p>Subclase Heterodonta Familia Chamidae Chama gryphoides Linnaeus, 1758</p> <p>Familia Mactridae Spisula cf. subtruncata (da Costa, 1778)*</p> <p>Familia Veneridae Venerupis sp.* Iruis sp.*</p>
--	--

Tabla 1. Relación de especies de los yacimientos paleontológicos de la playa de El Confital. (*) Especies del afloramiento mioceno.

tasa de conchas completas, que presentan incluso su ornamentación y que, en el caso de los pateliformes aparecen encajadas (*stacking*).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la zona de la playa de El Confital se observa una amplia plataforma de abrasión marina formada por materiales de tobas hialoclastíticas submarinas fracturadas y cortadas por diques (Hansen, 2008), sobre la que se localizan dos eventos paleontológicos de épocas muy distantes: Mio-Plioceno y Eemiense. El análisis de los depósitos fosilíferos más antiguos, localizados en el sector noroeste, pone en evidencia la presencia de especies de bivalvos del Mioceno, como *O. offreti*. Los rasgos tafonómicos de estos fósiles, con las valvas articuladas y en posición de vida, sugieren un enterramiento rápido. Meco *et al.* (2015) ante estas características tafonómicas concluyen que los ostreidos fueron sepultados rápidamente a causa de la actividad del edificio hidromagmático. Sin embargo, el estudio detallado de los depósitos epiclásticos y su geometría demuestra que los niveles volcano-sedimentarios en los que vivían estas especies de bivalvos se encuentran en discordancia erosiva sobre los depósitos volcánicos de tobas hidromagmáticas, descartando esta posibilidad. La alternancia de depósitos de limonitas y arenas sin fósiles visibles, más capas de arenas gruesas y microconglomerados fosilíferos sugiere que se trató de un proceso cíclico en el que los bivalvos colonizaban el sustrato y eran sepultados por el aporte de sedimentos detríticos, tratándose de una concentración paraautoctona. Estos materiales detríticos finos podrían estar relacionados con aportes terrestres durante episodios de lluvias y temporales, ya que la geometría de este depósito indica que se encuentran en un paleocanal poco profundo. Además, la ausencia de estructuras sedimentarias en los diferentes tramos estratigráficos indica que su formación se habría producido en un ambiente de decantación de detríticos finos por debajo de la acción del oleaje, es decir, en una plataforma insular de poca profundidad y baja energía. Sin embargo, al contrario que lo que sucede en los tramos anteriores, el tramo F conglomerático se correspondería a un nivel depositado en la zona intermareal donde la energía del medio de deposición es más alta, acorde con los fósiles que presenta.

La explicación de un enterramiento rápido por aporte de sedimentos es coherente con la presencia de otro afloramiento de bivalvos en posición de vida de la especie *Lutraria oblonga* (Gmelin) en la vertiente noreste de La Isleta (cantera de La Esfinge), que también contiene un nivel extraordinariamente rico en conchas del gasterópodo *Janthina typica* (Bronn) (Meco *et al.*, 2016), una especie de vida pelágica y concha sumamente frágil. La conservación de este tipo de conchas se explica únicamente si su deposición está asociada a un fenómeno de enterramiento rápido, donde no se han producido procesos de retrabajamiento posterior (Brett & Baird, 1986).

Las variaciones en la altura a la que se encuentra actualmente el nivel mioceno de la playa de El Confital y de la cantera de La Esfinge sugieren que se han producido procesos isostáticos de elevación post-deposicionales del edificio volcánico de la Isleta, como sucede con afloramientos de la misma cronología en la cercana Formación Detrítica de Las Palmas, al igual que en zonas de Fuerteventura y Lanzarote (Meco *et al.*, 2007).

Respecto al depósito conglomerático del Eemiense situado al sureste de El Confital (Tramo H), aunque no se ha detectado la presencia de la especie zonadora del episodio MIS5e, el gasterópodo *Persististrombus latus* (Gmelin), la asociación fosilífera analizada se corresponde a la fauna cálida que caracteriza a estos depósitos en Canarias (Martín-González *et al.*, 2016). La composición taxonómica, su zonación batimétrica y la presencia de algas calcáreas envolviendo a algunos clastos sugieren un

episodio transgresivo con un nivel del mar que oscilaría entre los 2 y 5 m sobre el nivel del mar (snm) depositando un conglomerado de cantos redondeados y heterométricos que rellenaría un antiguo paleo-relieve litoral. El estadio isotópico marino 5e también se ha encontrado en varios afloramientos de Las Palmas de Gran Canaria, entre los 0 y +12 m snm (Meco *et al.*, 2002), aunque en este caso se trata de especies asociadas en gran medida a fondos arenoso-fangosos que han propiciado una mayor riqueza específica y una mejor conservación de los ejemplares.

La playa de El Confital está definida como un Lugar de Interés Geológico (LIG) pues en ella aparecen materiales y morfologías volcánicas y sedimentarias únicas en la isla de Gran Canaria (Déniz González, 2011; Déniz González y Mangas, 2012). El afloramiento de las tobas hialoclastíticas submarinas es un ejemplo único en la isla de Gran Canaria, donde se pueden observar estos materiales, sus estructuras y morfologías, resultando un elemento del patrimonio natural insular significativo. Igualmente, un importante valor patrimonial paleontológico lo constituye la presencia de depósitos fosilíferos de episodios cálidos del Mioceno y del Pleistoceno superior, y el hecho de que aquí se encuentra el único afloramiento en Canarias de la especie *Ostrea offreti* y la fantástica exposición de numerosos ejemplares de otras especies de bivalvos en posición de vida. Por consiguiente, con estos elementos del patrimonio geológico, se puede hacer una reconstrucción geológica y paleobiológica de dos episodios geológicos tan singulares tanto en la isla de Gran Canaria como en el archipiélago canario, por lo que se deberían tomar las medidas adecuadas para su preservación y divulgación por parte de las administraciones públicas competentes.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por 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 y Análisis de procesos naturales y humanos asociados a los sistemas playa-duna de Canarias (DUNCAN), referencia CSO2016-79673-R, así como del 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. C.S. Melo es beneficiario de una beca de doctorado M.3.a/F/100/2015 de FRCT/Acores 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/Funcionamento-C-/2016 (CIBIO-A) de la FRCT; y proyecto FCT UID/GEO/50019/2013 del Instituto Dom Luiz.

Referencias

- Brett, C. E. and Baird, G.C. 1986. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaos*, 1 (3), 207-227.
- Déniz González, I. 2011. Patrimonio Geológico Costero en Las Palmas de Gran Canaria: Inventario y valoración de los Lugares de Interés Geológico. Acreditación de la Etapa Investigadora (AEI) del Doctorado de Gestión Costera. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 262 pp.

- Déniz González, I. y Mangas, J. 2012. Lugares de interés geológico en la costa de Las Palmas de Gran Canaria (Islas Canarias): Inventario y valoración. *Geo-temas*, 13, 1253-1256.
- Feraud, G., Schmicke, H.U., Lietz, J., Gastaud J., Pritchard, G. and Bleil, U. 1981. New K-Ar Ages, chemical analyses and magnetic data of rocks from the Islands of Santa Maria (Azores), Porto Santo and Madeira (Madeira Archipiélago) and Gran Canaria (Canary Islands). *Bulletin Volcanologique*, 44 (3), 360-475.
- Hansen, A. 2008. *Volcanología y geomorfología de la etapa de rejuvenecimiento Plio-Pleistocena de Gran Canaria (Islas Canarias)*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Huber, M. 2010. *Compendium of bivalves. A full-color guide to 3,300 of the world's marine bivalves. A status on Bivalvia after 250 years of research*. Hackenheim, ConchBooks, 901 pp.
- Lecointre, G. y Ranson, G. 1961. *Ostrea offreti* Kilian, 1889 du Miocene circummediterraneen. 1961. *Bulletin de la Société Géologique de France*, S7-III (3), 288-289.
- Martín-González, E., González-Rodríguez, A., Vera-Peláez, J.L., Lozano-Francisco, M.C. and Castillo, C. 2016. Asociaciones de moluscos de los depósitos litorales del Pleistoceno superior de Tenerife (Islas Canarias, España). *Vieraea*, 44, 87-106.
- Martín-González, E., Vera-Peláez, J.L., Castillo, C. and Lozano-Francisco, M.C. 2018. New fossil gastropod species (Mollusca: Gastropoda) from the upper Miocene of the Canary Islands (Spain). *Zootaxa*, 4422, 191-218.
- Meco, J., Guillou, H., Carracedo, J.C., Lomoschitz, A., Ramos, A.J.G. and Rodríguez Yanez, J.J. 2002. The maximum warmings of the Pleistocene world climate recorded in the Canary Islands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 185, 197-210.
- Meco, J., Scaillet, S., Guillou, H., Lomoschitz, A., Carracedo, J.C., Ballester, J., Betancort, J.F. and Cilleros, A. 2007. Evidence for long-term uplift on the Canary Islands from emergent Mio-Pliocene littoral deposits. *Global and Planetary Change*, 57, 222-234.
- Meco, J., Koppers, A.A.P., Miggins, D. P., Lomoschitz, A. & Betancort, J.F. 2015. The Canary record of the evolution of the North Atlantic Pliocene: new 40Ar/39Ar ages and some notable palaeontological evidence. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 435, 53-69.
- Meco, J., Lomoschitz, A. and Betancort, J.F. 2016. Early Pliocene tracer of North Atlantic and South Pacific sea surface currents: *Janthina typica* (Bronn, 1860) (Mollusca: Gastropoda). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 33 (2), 192-197.
- Rothpletz, A. & Simonelli, V. 1890. Die marinen Ablagerungen auf Gran Canaria. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, 42, 677-736.
- Saint-Martin J.-P., Raudeau, D., Lauriat-Rage, A., Goubert E., Secrétan, S., Babinot J.-F., Bouklihacene, S., Pouyet, S., Lacour, D., Pestrea, S. et Conesa, G. 2000. La faune interstratifice dans les gypses messiniens de Los Yesos (bassin de Sorbas, SE Espagne): implications. *Geobios*, 33 (5), 637-649.
- Zazo, C., Goy, J.L., Hillaire-Marcel, C., González Delgado, J.A., Soler, V., Ghaleb, B. and Dabrio, C.J. 2003. Registro de los cambios de nivel del mar durante el Cuaternario en las Islas Canarias occidentales (Tenerife y La Palma). *Estudios Geológicos*, 59, 133-144.