

EL HOLOCENO EN CANARIAS

A. Lomoschitz ⁽¹⁾, A. Rodríguez Santana ⁽²⁾, A.J. G. Ramos ⁽³⁾, J. F. Betancort ⁽⁴⁾, J. Coca ⁽³⁾, J. Meco ⁽⁴⁾

(1) Instituto de Oceanografía y Cambio Global, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Unidad Asociada ULPGC-CSIC, 35017-Las Palmas de Gran Canaria, España. alejandro.lomoschitz@ulpgc.es

(2) Dpto. Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017-Las Palmas de Gran Canaria, España. angel.santana@ulpgc.es

(3) Estación Espacial SEAS Canarias, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. antonio.ramos@ulpgc.es, icoca@pesca.gi.ulpgc.es

(4) Dpto. Biología (Paleontología), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017-Las Palmas de Gran Canaria, España. joaquinfrancisco.meco@ulpgc.es, juanbetancort@gmail.com

Abstract (The Holocene in the Canary Islands): Fuerteventura (Canary Islands) hosts the most representative emergent Holocene marine deposits in the middle latitudes of the eastern Atlantic Ocean. The deposits consist of berms and beachrocks suggesting a cyclical cause as the orbital movement of the Earth. Radiocarbon ages place a group at around 4.2 kyr BP and another group at around 1.4 kyr BP. They have been recorded at 4 m and 3.5 m amsl respectively. The present-day tidal amplitude is around 3 m. Assuming a similar value for the Holocene, the corresponding relative sea level rises were around 2.5 m and 2 m amsl respectively. During these two periods, the sea surface temperatures at the southern tip of the Canary Current were colder than the present-day SST. Intercalated terrestrial deposits indicate a lowering of the sea-level at ca. 3 kyr BP.

Palabras clave: Clima holoceno, nivel marino, Océano Atlántico del NE

Key words: Holocene climate, Sea-level, NE Atlantic Ocean

INTRODUCCIÓN

Dos circunstancias determinantes han permitido la formación de depósitos costeros cementados (*beachrocks*) en Fuerteventura, Islas Canarias, de singular importancia por su extenso desarrollo y por la información climática que han proporcionado. Estas circunstancias (Meco et al., 2018) consisten en la situación oceánica en plena Corriente de Canarias y en la cercanía al Trópico de Cáncer (Fig. 1).

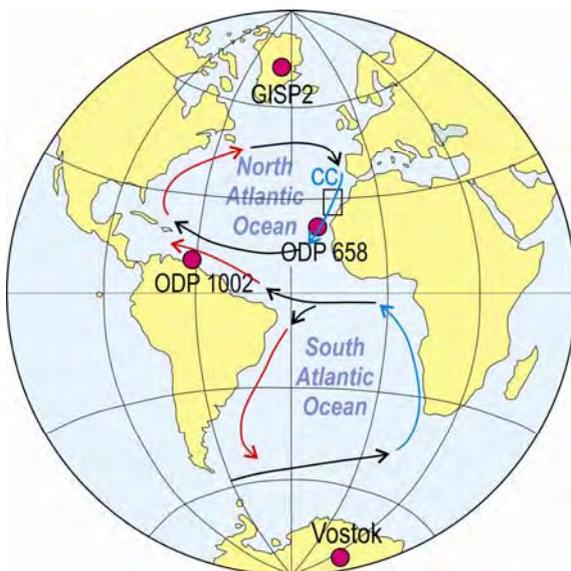


Fig. 1: Situación de Canarias (rectángulo) en relación con las perforaciones en hielos y oceánicas (círculos rojos) que proporcionan la información climática holocena. Notese su posición en la Corriente de Canarias (CC) frente a la costa de África (Meco et al., 2018).

La Corriente fría de Canarias surge a raíz del cierre de Panamá y la consecuente acumulación de hielos

en el Ártico (Meco et al., 2015). Los testigos de perforaciones de hielos en Groenlandia (Alley, 2004) y de los fondos marinos al sur de Canarias (Zhao et al., 1995), han permitido obtener las temperaturas holocenas del aire y de la superficie del mar en el hemisferio norte, respectivamente.

Por otra parte, la distribución geográfica de los depósitos intermareales cementados (en adelante *beachrocks*) entre los trópicos (Vousdoukas et al., 2007) coincide con lugares en que las variaciones de salinidad favorecen la cementación de los depósitos marinos de playa (Meco et al., 2018).

Las edades radiocarbónicas han permitido situar los depósitos marinos canarios en el tiempo y relacionarlos con las curvas de paleotemperaturas.

La presencia de fósiles terrestres, en niveles aluviales intercalados entre los depósitos marinos, de huellas fosilizadas de ganado y de concheros permiten deducir presencia humana prehistórica (Meco, 1993; Onrubia-Pintado et al., 1997). Los depósitos terrestres son fundamentalmente paleosuelos arenosos fosilíferos determinados por la vecindad de África del Norte (Meco et al., 2011).

LOCALIZACIÓN

Aunque los depósitos marinos holocenos aparecen en todas las islas Canarias (Meco et al., 2018) es en la costa este de Fuerteventura (Fig. 2) donde aparecen más completos y proporcionan la mejor información de esta región atlántica, incluida la vecina costa africana y los otros archipiélagos próximos a ella.

En cuanto a los paleosuelos de componente eólica, estos aparecen en el norte (dunas de Corralejo) y en el sur (dunas de Jandía) de la isla.

METODOLOGÍA

Se ha confirmado la ausencia de movimientos tectónico-volcánicos en la vertical, al menos de elevación, por técnicas topográficas (Leica, GPS System 530), tras obtener la altura de los depósitos marinos próximos del último interglacial. Se han utilizado dataciones radiocarbónicas calibradas de conchas de moluscos, contenidas en los depósitos marinos y terrestres, así como la paleogeografía de la fauna.

Se han obtenido las temperaturas de la superficie del mar (SST: *Sea Surface Temperature*) en la costa oeste de Fuerteventura mediante satélite (*OSTIA System*), y en el punto ODP658, frente a Mauritania, de donde hay registro de las SST holocenas con las que se han comparado. Y también se han considerado las curvas de T°C del aire obtenidas de testigos de hielo de Groenlandia y de la Antártida.

Además, se han reconocido los ambientes sedimentarios formadores de los depósitos, las circunstancias astronómicas y, finalmente, se ha comparado la distribución geográfica de los depósitos marinos con la de las concentraciones de sal en los océanos, junto a los aportes de aguas dulces debidas a la fusión de los hielos.

RESULTADOS

Los depósitos marinos de la costa este de Fuerteventura consisten en bermas de gravas y en beachrocks (Tietz y Müller, 1971). En La Jaqueta, las bermas contienen conchas de moluscos que han sido datadas en ca 1423 años BP (edad calibrada). Los beachrocks aparecen en toda esta zona costera, pero son especialmente importantes en El Matorral (Fig. 3). Allí su anchura de exposición alcanza los 84 m y constituyen una clinofoma progradante, compuesta por unas 62 capas de arenas finas a gravas medias cementadas, todas ellas con laminación interna paralela, e inclinadas levemente (3°) hacia el mar. Cada capita incluye de 60 a 170 laminas y resaltes escalonados por erosión diferencial. La capita superior tiene ca 1.476 años BP y es similar a la de la berma, lo que indica que ambos depósitos corresponden a la misma elevación del nivel del mar. Este beachrock cubre a otros más antiguos en La Monja y en Corralejo con edades entre 5.000 y 4.000 años BP (Fig. 2 y Fig. 4) (Meco et al., 2018). La altura máxima no está bien definida, pero en La Guirra están entre 1,5 m y 1 m por debajo, y son paralelos a los depósitos marinos del último interglacial, que están a 5,4 m por encima del nivel medio del mar actual (*apmsl*).

En La Jaqueta y en La Monja (Onrubia-Pintado et al., 1997) el máximo transgresivo en forma de berma de gravas está 2 m más alta que la berma actual. Como la amplitud de la marea era (Uehara et al., 2006) y es de 3 m, el nivel relativo del mar se situó a 2,5 m y 2 m *apmsl* respectivamente. Debajo del más reciente beachrock, y entre los más antiguos, hay un depósito aluvial con fragmentos de almagre (suelos quemados por lavas) y restos de animales domésticos que indican una bajada del nivel del mar hasta los 0 m hacia los 3.000 años BP.

En la zona del ODP658C (ODP: Ocean Drilling Program), al sur de Fuerteventura y en frente de la

costa de Mauritania, la Corriente de Canarias empieza a perder su carácter frío. El registro holoceno de las SST (Zhao et al., 1995) revela que los dos grupos de elevaciones del nivel del mar en Fuerteventura ocurrieron cuando las SST eran más bajas que las actuales en esos lugares (Fig. 4). Del mismo modo las temperaturas del aire obtenidas del sondeo GISP2 en Groenlandia indican que las elevaciones del nivel del mar en Fuerteventura tuvieron lugar durante fases frías en el hemisferio Norte. Una, alrededor del evento 4,2 Ka (Walker et al., 2012), y otra en la llamada *Dark Age*, cuando los Hunos llegan a las Galias, hace unos 1.450 años (Humlum et al., 2011). Finalmente, las elevaciones del nivel del mar en la vecina costa africana, especialmente las de Mauritania (Barousseau et al., 1989), son acordes con las subidas registradas en Canarias (Fig. 4).

Por otra parte, los depósitos holocenos más antiguos en Fuerteventura son paleosuelos arenosos que denotan episodios húmedos dentro de un clima árido general. Estos episodios quedan revelados por el aporte de polvo africano y lluvias atlánticas con la proliferación de vegetación sobre dunas. Esta vegetación se puebla con gasterópodos terrestres y de multitud de cámaras de puestas de langostas. Están datados en Jandía en ca 7.930 BP y ca 8.840 BP, y en Corralejo en ca. 9.800 BP (Meco et al., 2011). Es decir, se sitúan en el Holoceno antiguo o Groenlandiense e inicios del Holoceno medio o Norgripiense.

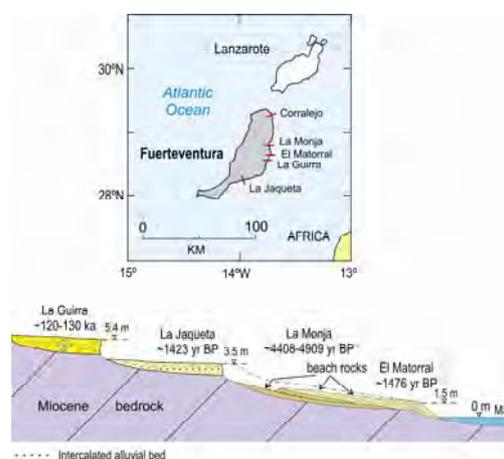


Fig. 2: Situación de los depósitos marinos holocenos con edades radiocarbónicas entre los depósitos del último interglacial y la costa este de Fuerteventura y corte sintético (Meco et al., 2018).

DISCUSIÓN

El hecho de que el nivel del mar estuvo más alto que en la actualidad cuando la temperatura era más fría, tanto de la superficie del mar en el sur de la Corriente de Canarias como la del aire en el hemisferio norte, induce a considerar otra causa distinta que la directa fusión de hielos.

Los movimientos en la vertical quedan descartados por la circunstancia de que los depósitos holocenos discurren paralelos a los del último interglacial y

estos se encuentran a alturas normales en terrenos tectónicamente estables (Dutton y Lambeck, 2012).

Además, no existe un volcanismo próximo ni en espacio ni en tiempo. Los episodios violentos como tormentas o tsunamis quedan asimismo descartados por la geomorfología de los depósitos que indican que se formaron en un ambiente dilatado en el tiempo y tranquilo. Los efectos del ajuste glacio-isostático (GIA) en regiones lejanas no explican la segunda elevación del nivel del mar tras la bajada de ca. 3.000 años BP.

Por otra parte, los más de sesenta escalones de los beachrocks sugieren causas cíclicas como las astronómicas (Berger y Loutre, 1991) e inducen a relacionarlos con las mareas altas de otros tantos años y recuerdan el que un grado (1°) de precesión de la Tierra se recorre en 72 años. Además, el aumento de niveles por escalón podría relacionarse con la progresiva disminución en la excentricidad de la órbita terrestre. El registro de temperaturas en las perforaciones de la Antártida (Masson-Delmotte et al., 2004) constata una inversión climática entre el hemisferio norte y el sur durante las elevaciones marinas registradas en Fuerteventura. De modo que serían posiblemente debidas a aportes de agua dulce a los océanos, no homogéneos (*fingerprints*) (Bamber y Riva, 2010) por fusiones de hielos en la Antártida. Así, la distribución geográfica de los beachrocks en las latitudes medias, las máximas concentraciones de sal y ciertos aportes de agua dulce procedente de la fusión de hielos estarían relacionadas (Meco et al., 2018).



Fig. 3: El Matorral, beachrock holoceno escalonado, uno de los más espectaculares que existen. Cada escalón podría suponer una vuelta de la Tierra alrededor del Sol. (Meco et al., 2018).

CONCLUSIONES

Los depósitos marinos holocenos del este de Fuerteventura son representativos de los de Canarias y de los de la vecina costa africana. Los más antiguos son del entorno del evento 4,2 Ka y los más recientes de hace ca. 1.450 años B.P. (muerte de Atila como referencia histórica).

En contra de lo generalmente esperado, el nivel del mar en esas épocas estuvo 2,5 y 2 m más alto que en la actualidad; cuando tanto la temperatura del aire en el hemisferio norte, según la perforación de hielos de Groenlandia, como la de la superficie del mar en el final de la Corriente de Canarias, frente a la costa

de Mauritania, era menor que la actual. Esto viene confirmado por la fauna de los depósitos.

La tectónica local y los movimientos en la vertical son causas improbables debido a la altura "normal" de los depósitos marinos próximos del último interglacial y a la ausencia de actividad volcánica en Fuerteventura desde entonces. Y la morfología de los depósitos es incompatible con tsunamis o grandes tormentas.

Sin embargo, la disposición de las capas y sedimentología de los depósitos marinos holocenos evidencia un ambiente intermareal tranquilo en su formación. Son depósitos cíclicos agrupados en pequeñas capas delimitadas por las máximas mareas anuales. Y las huellas de ovejas en los sedimentos delatan también un ambiente costero tranquilo. Además, los depósitos tienen las características de los beachrocks formados por aguas ricas en carbonatos en la zona intermareal.

Los depósitos más antiguos (evento 4,2 Ka) pueden ser explicados, como en otras regiones del planeta, por efectos lejanos del GIA (*Global Isostatic Adjustment*). Pero éstos no pueden explicar la regresión producida hace ca. 3.000 años y que aparece no solo en Canarias sino en las costas vecinas de África, especialmente en Mauritania. Ni tampoco explica la siguiente elevación del mar a +2 m que requiere de una fusión de hielos en la Antártida. Además, esto concurre con un efecto climático inverso entre ambos hemisferios.

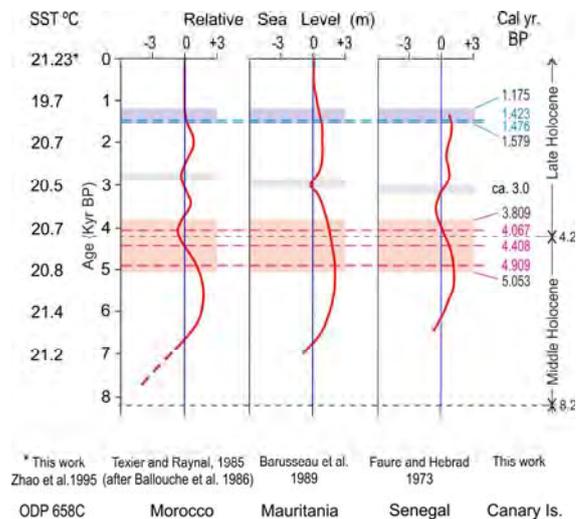


Fig. 4: Edades radiocarbónicas de los depósitos marinos holocenos (derecha), curvas de variación del nivel del mar en tres países de la vecina costa africana (centro) y SST holocenas y actuales del sur de la Corriente de Canarias.

Sin embargo, hay una importante coincidencia entre las zonas geográficas donde aparecen los beachrocks y los lugares del planeta donde existen las mayores concentraciones salinas del mar. Además, en estas regiones hay coincidencias con los flujos de agua dulce producidos por la fusión de los hielos antárticos. Esto causa variaciones en la concentración de la salinidad del océano, provocando la precipitación del carbonato que

origina la cementación de los sedimentos litorales o beachrocks.

REFERENCIAS

- Alley, R.B. (2004). GISP2 ice core temperature and accumulation data. En: *IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series # 2004-013*. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder Colorado (USA).
- Bamber, J., Riva, R. (2010). The sea level fingerprint of recent ice mass fluxes. *Cryosphere*, 4, 621-627.
- Barusseau, J. P., Descamps, C., Giresse, P. Monteillet, J., Pazdur, M. (1989). Nouvelle définition des niveaux marins le long de la côte nord-mauritanienne (Sud du Banc d'Arguin) pendant les cinq derniers millénaires. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 309, 1019-1024.
- Berger, A., Loutre, F.M. (1991) Insolation values for the climate of the last 10 million years. *Quaternary Science Reviews*, 10, 297-317.
- Cuffey, K.M., Clow, G.D. (1997). Temperature, accumulation, and ice sheet elevation in central Greenland through the last deglacial transition. *Geophysical Research*, 102, 26383-26396.
- Dutton, A., Lambeck, K. (2012). Ice volume and sea level during the last interglacial. *Science*, 337, 216-219.
- Masson-Delmotte, V., Stenni, B., Jouzel, J. (2004). Common millennial-scale variability of Antarctic and Southern Ocean temperatures during the past 5000 years reconstructed from the EPICA Dome C ice core. *The Holocene*, 14, 145-151.
- Meco, J. (1986). Evolución faunística cuaternaria en la puerta del Mediterráneo. En: *Quaternary Climate in western Mediterranean* (F. López Vera, Ed.). UAM, Madrid (España), 157-170.
- Meco, J. (1993). Le mouton et la chèvre du site archéologique de Villaverde (Fuerteventura, Îles Canaries) et leur origine saharienne. *Sahara*, 5, 87- 90.
- Meco, J., Muhs, D.R., Fontugne, M., Ramos, A.J.G., Lomoschitz, A., Patterson, D. (2011). Late Pliocene and Quaternary Eurasian locust infestations in the Canary Archipelago. *Lethaia*, 44, 440-454.
- 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 ome notable palaeontological evidence. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 435, 53-69.
- Meco, J., Lomoschitz, A., Rodríguez, A., Ramos A.J.G., Betancort, J.F., Coca, J. (2018). Mid and Late Holocene sea level variations in the Canary Islands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 507, 214-225.
- Onrubia-Pintado, J., Meco, J., Fontugne, M. (1997). Paleoclimatología y presencia humana holocena en Fuerteventura, una aproximación gearqueológica. En: Homenaje a Celso Martín de Guzmán (Millares Cantero, A., Atoche Peña, P., Lobo Cabrera, M., Eds.), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria - Excmo. Ayuntamiento de la Ciudad de Gáldar – Dirección General de Patrimonio Histórico (España), 363-372.
- Rimbu, N., Lohmann, G., Lorenz, S.J., Kim, J.H., Schneider, R. (2004). Holocene climate variability as derived from alkenone sea surface temperature and coupled ocean-atmosphere model experiments. *Climate Dynamics*, 23, 215-227.
- Tietz, G., Müller, G. (1971). High-magnesian calcite and aragonite cementation in recent beachrocks, Fuerteventura, Canary Islands, Spain. En: *Carbonate Cements* (O.P. Bricker, Ed.). The John Hopkins Press, Baltimore and London, 4-8.
- Uehara, K., Scourse, J.D., Horsburgh, K.J., Lambeck, K., Purcell, A.P. (2006). Tidal evolution of the northwest European shelf seas from the Last Glacial Maximum to the present. *J. Geophysical Research*, 3, C09025.
- Vousdoukas, M.I., Velegrakis, A.F., Plomaritis, T.A. (2007). Beachrocks occurrence, characteristics, formation mechanisms and impacts. *Earth Science Reviews*, 85, 23-46.
- Walker, M.J.C., Berkelhammer, M., Björck, S., Cwynar, I.C., Fischer, D.A., Long, A.J., Lowe, J.J., Newnham, R.M., Rasmussen, S.O., Weiss, H. (2012). Formal subdivision of the Holocene series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). *Journal of Quaternary Science*, 27, 649-659.
- Zhao, M., Beveridge, N.A.S., Shackleton, N.J., Sarnthein, M., Eglinton, G. (1995). Molecular stratigraphy of cores off northwest Africa: sea surface temperature history over the last 80 ka. *Paleoceanography*, 10,661-675.