

CAMBIO DE COMPÁS EN EL CLIMA PLEISTOCENO: ANTÁRTIDA-CANARIAS

Joaquín Meco Cabrera
Javier Ballester Santos
Juan Francisco Betancort Lozano
Departamento de Biología de la U.P.G.C.

PRÓLOGO

Gaia –personificación de la Tierra en la cosmogonía de Hesíodo y concepción moderna del Planeta y su biodiversidad como un organismo único, incluso pensante – baila al son estelar, inaudible pero no imperceptible.

Se percibe en una columna de hielo, tres kilómetros larga, afanosamente extraída del centro de la Antártida pero también en amasijos rocosos dejados por el mar en suelo canario. Una y otros revelan un cambio de compás.

La radiación solar recibida cualquier día en cualquier punto de la Tierra jamás es la misma. De ella depende la temperatura y de ésta la construcción y destrucción de todas las rocas sedimentarias, la vegetación y la vida animal. El clima gobierna y cambia escenarios y actores. Canarias está bien expuesta a los cambios: alisios, calimas, e hitos volcánicos.

Hay actualmente un empeño muy grande en conocer el clima del pasado. De este conocimiento se espera inferir cómo discurrirá en el futuro inmediato y hasta qué punto la humanidad sufrirá sus consecuencias y, sobre todo, si ella es culpable de variaciones climáticas no deseables y si a éstas podría ponerles freno. La trascendencia política, social y económica del clima es tan enorme que afectaría incluso a la supervivencia de la humanidad. Ésta se encuentra en la máxima expansión numérica jamás vista, favorecida por la

bonanza energética, y por lo tanto se halla ahora más ubícua, expuesta y sensible que en toda su historia.

1. INFORMACIÓN PALEOCLIMÁTICA EN LA ANTÁRTIDA

1.1. Conocimientos previos a EDC¹

Un notable avance en este conocimiento ha sido obtenido muy recientemente (EPICA² community members, 2004) a partir de los datos proporcionados por los hielos centrales de la Antártida. Allí la perforación de EDC ha permitido una reconstrucción del clima de los últimos 740 000 años (figura 1).

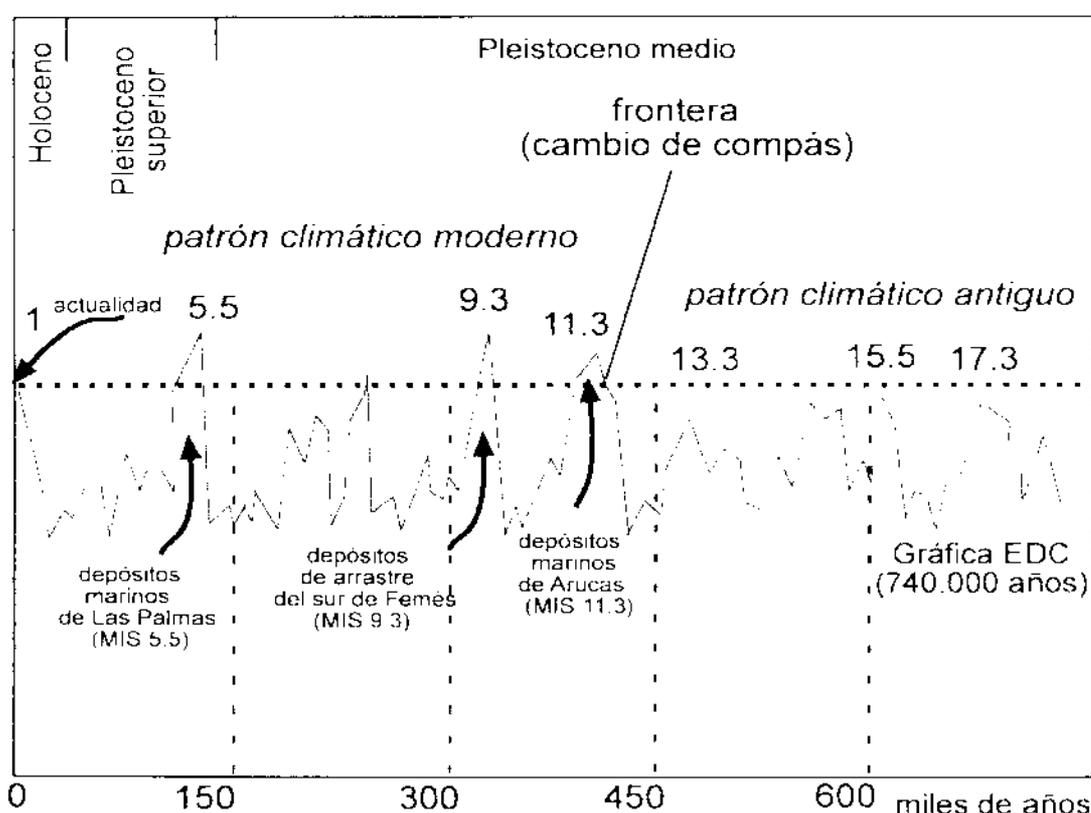


Figura 1

1 EDC, EPICA DOMO CONCORDIA (75°06'S, 123°21'E).

2 EPICA, The European Project for Ice Coring in Antarctica.

Ya se sabía, por medio de los testigos obtenidos en los sedimentos marinos (Bassino et ál., 1994, Berger & Loutre, 1991) y en los hielos de Vostok (Petit et ál., 1999), que la radiación solar - responsable del clima - se distribuye estacionalmente y latitudinalmente bajo el control de la órbita terrestre. Ciclos con duración de 100 000 años se deben a la excentricidad y otros de 41 000 años a la oblicuidad. Los primeros dominan en el último medio millón de años mientras que los segundos regían el Pleistoceno inferior. Faltaba precisar en qué momento del Pleistoceno medio se había producido el relevo.

1.2. El cambio de patrón climático

En EDC, antes de hace unos 430 000 años los periodos glaciales (Estadios isotópicos pares) eran ligeramente menos fríos que desde hace 430 000 años hasta nuestros días, mientras que los interglaciales (MISs³ impares) fueron significativamente menos cálidos que después, hasta el punto que podría llamarseles periodos menos fríos mejor que periodos cálidos. Hay un fuerte contraste entre el clima anterior y el posterior a hace 430 000 años. Esta edad corresponde al inicio del interglacial MIS 11 y constituye una frontera entre dos diferentes modos de comportamiento del clima (figura 1). Es ése un interglacial único y excepcionalmente largo, con parámetros orbitales de baja excentricidad y débil fuerza de precesión, similar al presente y a los sucesivos diez mil años que nos aguardan. Esto lo convierte en el mejor punto de referencia del clima del pasado, sin intervención humana, para valorar el clima del interglacial actual en el que vivimos (EPICA, 2004).

2. EVIDENCIAS PALEOCLIMÁTICAS EN CANARIAS

2.1. Del patrón climático moderno

Dejemos los lejanos y penosos hielos del centro de la Antártida y pasemos a la agradable y cercana costa de Árucas. Aquí unos depósitos marinos,

3. MIS, Marine Isotope Stage. En la gráfica de paleotemperaturas (o temperaturas isotópicas) a los picos (temperaturas isotópicas más altas) se les reserva los números impares a partir de la actualidad que es el MIS 1. Por el contrario, los valles se numeran con números pares a partir del último máximo glacial que es el MIS 2. Las paleotemperaturas se obtienen de la proporción de isótopos del Oxígeno contenidos en los caparzones de los Foraminíferos (Protozoos del plancton) que aparecen en los sedimentos oceánicos.

situados a 35 m de altura sobre el actual nivel del mar, han podido datarse radiométricamente en 421 000 años (Meco et ál. 2002, 2003) gracias a una colada coetánea procedente del inmediato volcán Montaña Cardones. Es decir, en el norte de Gran Canaria hay restos marinos del máximo cálido (MIS 11.3) del interglacial frontera. Pero, además, son los únicos conocidos en toda la Tierra que así han podido datarse y, por lo tanto, gozan de una asignación muy segura. El estudio de la fauna que contienen muestra que la temperatura del agua del mar era en estas latitudes, frente a la costa de África, similar a la de ahora y de aquí. Por lo tanto, la fauna confirma que, efectivamente, ese interglacial era muy parecido al actual. Y, además, era el más parecido al actual porque el siguiente interglacial que ha dejado sus huellas, también en forma de depósitos marinos, fue bastante más cálido. Ocurrió hace 135 000 años y entre sus fósiles hay una rica fauna procedente del Golfo de Guinea. La ciudad de Las Palmas los entierra sin piedad bajo sus calles y edificios. El siguiente interglacial es el inquietante actual.

Estos restos marinos post-MIS 11, son visibles por dos motivos. El primero porque en esos interglaciales el grado de fusión de los hielos polares correspondía a un mar alto semejante o algo superior al actual. El segundo porque la costa está en un proceso de emersión. Efectivamente, los 35 m de altura de los depósitos marinos de la costa de Arucas se deben a un levantamiento, los 12 m de los depósitos de las Palmas se deben, mitad por mitad, a una fusión mayor que la actual de los hielos polares –testimoniada por la migración de la fauna senegalesa– y a una elevación de esta parte de la isla de Gran Canaria. Los mismos depósitos con fauna senegalesa en Fuerteventura alcanzan su máximo a unos 6 m en La Guirra y en Lanzarote llegan a los 9 m en Punta de Penedo. En el máximo holoceno de nuestro presente interglacial, hace unos 5 000 años, alcanzó un par de metros por encima del actual como puede verse en el Barranco de La Monja en Fuerteventura.

Estos son los testimonios dejados en Canarias por el patrón moderno orbital de comportamiento climático. Sólo son visibles aquellos que igualan o superan al nivel actual del mar, es decir los picos MIS 1, MIS, 5.5, MIS, 11.3. Y, también, muy posiblemente el MIS 9.3 gracias a una circunstancia excepcional coincidente con él que nos ha dejado alguna información de cómo era. Pero de éste trataremos más adelante (figura 1, figura 2).

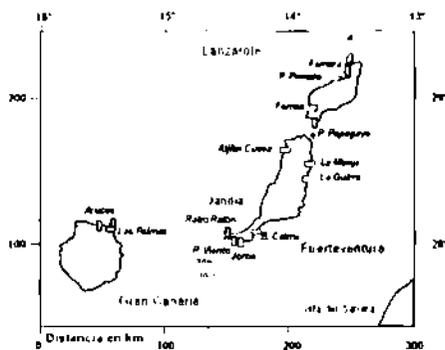


Figura 2

2.2. Del patrón climático anterior

Antes del MIS 11, el patrón antiguo orbital de comportamiento climático no pudo dejar ningún testimonio porque no hubo ningún interglacial cálido. Los máximos picos correspondientes a los MIS 13.3, MIS 15.5 y MIS 17.3 (figura 1) no merecen llamarse interglaciales sino mejor interestadales de una prolongadísima glaciación. De modo que no hubo elevación del nivel del mar que se aproximara al nivel actual ni, por consiguiente, ninguna fauna de tipo cálido en nuestras latitudes. Se acentuó una larga denudación.

2.3. Modelos erróneos

Sin embargo, la literatura reciente (Zazo et al., 2002) ha descrito la existencia en Fuerteventura y en Lanzarote de doce Episodios marinos cuaternarios cuyos restos han quedado escalonados a alturas entre los 70 m y 0 m y con teniendo fauna cálida de estrombos - caracola de aguas ecuatoriales- y ostras.

En Fuerteventura, el sitio representativo descrito es el Tablero de Joros en Jandía. Allí, los Episodios I (el más antiguo) al VII constituyen no siete Episodios como afirman Zazo y colaboradores (2002) sino uno único con teniendo corales propios del tránsito del Mioceno al Plioceno, cierto que con un escalón que corresponde a una falla. Porque estos depósitos son tan antiguos - unos cinco millones de años- que están afectados por una larga historia geológica erosiva y tectónica. Todos los barrancos de la isla, con los inmensos aluviones del vaciado de valles, y todas las dunas les son posteriores

así como la erosión o desplome del norte de Jandía. También los Episodios VII de Rabo de Ratón, VIII de las casas de Jorós y IX de Punta del Viento y de Bahía Calma (Zazo et ál., 2002) son depósitos de inicios del Plioceno mientras que el Episodio X es exclusivo de Lanzarote. Los Episodios XI y XII son ya post MIS 11 y se corresponden respectivamente con los ya mencionados MIS 5.5 y MIS 1.

En Lanzarote, de un modo semejante aunque algo más complicado, los Episodios I al IV de la costa situada al este de Punta Papagayo corresponden a los mismo depósitos de Jorós con corales mio-pliocenos, mientras que los Episodios VII, VIII, IX y X de la costa oeste de la isla corresponden a un único episodio de tipo excepcional del que ya hablamos a continuación.

2.4. Depósitos de energía inusitada

Unos depósitos de origen repentino y violento se encuentran en la costa suroeste de Lanzarote (Meco et ál., submitted) entre lavas datadas del Pleistoceno medio. Su origen se relaciona con el desplome del Macizo de Famara y los depósitos que originan tienen mezcla de elementos marinos y terrestres. Entre los marinos aparecen algunos moluscos senegaleses pero de cierta profundidad - infralitorales - en contraste con los elementos senegaleses del MIS 5.5 que son de la zona intermareal - mesolitorales. Las lavas de Femés que los cubren indican que son anteriores al MIS 5.5 y el carácter cálido de la fauna muestra que no pueden ser anteriores al MIS 11,3 tal como lo revela la gráfica de EDC (EPICA, 2004). Ahora bien, después del MIS 11.3 se formó una calcreta delgada sobre los depósitos de arenas bioclásticas tanto marinas como eólicas y entre los elementos terrestres de los depósitos en cuestión hay fragmentos de calcreta. Todo ello señala al interglacial el MIS 9.3 (figura 1). Durante éste el nivel del mar debió estar muy próximo a como lo está en la actualidad y sólo un oleaje violento y único logró dejar restos marinos mezclados con elementos terrestres arrastrados a alturas entre 0 y 20 m.

3. LAS OSTRAS FÓSILES

3.1. La fauna de Arucas

¿Era realmente tan parecido al interglacial actual el MIS 11.3 que dejó sus restos en Arucas? Hay un elemento diferenciador en la fauna. Una gruesa ostra - *Saccostrea cucullata* (Born) - habitaba nuestros mares por entonces y aunque se

ha escrito que en la actualidad se encuentra viviente en las costas atlánticas del Golfo de Guinea y en las islas de Santo Tomé, Príncipe y Ascensión (Dautzenberg, 1912) su presencia allí necesitaría confirmación. En todo caso se trata de ostras propias de los mares más cálidos.

3.2. El criterio de diferenciación específica

El aspecto de estas ostras, mutable en cierto grado, y su modo de vida litoral y sésil han posibilitado que especies diferentes tengan cierta convergencia de formas. Ello ha propiciado grandes dificultades en la asignación de un nombre específico, el entrelazamiento de sinonimias y cierta confusión en su historia geológica. Para abordar estas dificultades distinguiremos entre la información proporcionada por el material canario y la publicada sobre la historia geológica de estas especies.

Estas ostras pertenecen a dos especies diferentes del mismo género: *Saccostrea perrostrata* (Sacco, 1897) —su diagnosis: *Regio umbono-cardinalis elongatissima, perrostrata*, es decir, con un talón o rostro largo y sinuoso formando un pico (figura 3)— y *Saccostrea cucullata* (Born, 1780) —con la “*regione umbono-cardinale quasi sempre arcuata verso il basso*” — (Sacco 1897, 17), es decir, con el talón formando un ángulo recto con el resto de la valva (figura 3). La primera se encuentra en Canarias exclusivamente en los depósitos marinos mio-pliocenos y la segunda en los del Pleistoceno medio.

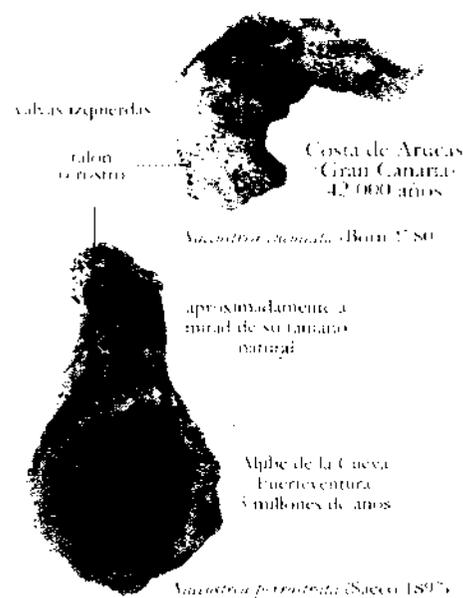


Figura 3

Ello aplicando el criterio de diferenciación de las formas extremas: si *S. perrostrata* es un extremo de variabilidad de *S. virleti* y, a su vez, *S. cucullata* lo es de *S. forskali* y *S. forskali* y *S. virleti* son difícilmente distinguibles entre sí y, además, *S. perrostrata* y *S. cucullata* son de tiempos geológicos alejados, antes de establecer una única especie extremadamente polimorfa y durable, es más proficuo y útil estratigráficamente establecer dos especies diferentes basadas en los rasgos diferenciadores más acusados y en, cierta medida, prescindir de los ejemplares anodinos. Ello reforzado por una extraordinaria abundancia de estas ostras fósiles en los depósitos.

Descendientes de la primera de las especies mencionadas proseguirían vivientes en el Mar Rojo y en el Océano Índico mientras que los de la segunda lo estarían en el Atlántico africano tropical –Lecointre et ál. (1952) proporcionan datos sobre la biodistribución geográfica de estas especies. De ello se deduce un significado paleoclimático cálido que explicaría su ausencia en el Pleistoceno inferior de las latitudes mediterráneas–.

3.3. La descendencia africana

Sin embargo, su existencia actual en el Atlántico no está muy clara. M. de Cessac colecta en 1874 en la isla de San Vicente (Cabo Verde) para el Museo de París unas ostras que Rochebrune (1881) consideró *Ostrea lacerans* (Hanley, 1845); mientras que esos mismos ejemplares para Ranson (en Lecointre, 1952) son *Gryphaea cucullata* (Born, 1780) –y las fotografía en la Lám. X, fig. 2 y 3 de dicha obra. Una compleja red de nombres específicos con sinonimias comunes enturbia todas las citas de localidades africanas–.

3.4. Racemización inaplicable

A las ostras mio-pliocenas de Jandía se les ha aplicado un método de datación basado en la proporción del aminoácido de configuración dextrógira (alloisoleucina) y levógira (isoleucina) contenido en la concha. Después de morir, la ostra empieza un proceso llamado de racemización en el que la levógira se convierte en la dextrógira. Es decir, la proporción allo/isoleucina más alta corresponde a una edad mayor (Muhs, 1991). En la práctica diversas complicaciones se han manifestado de modo que el método sólo tendría cierta aplicación para edades recientes que coinciden con las comprendidas en la gráfica obtenida a partir de la perforación de EDC. Zazo et ál. (2002) obtienen proporciones A/I en las ostras –que creen cuaternarias pero que

son mio-pliocenas— de Tablero de Jorós, Rabo de Ratón y Bahía Calma (Jandía, Fuerteventura) de 0.20, 0.21, 0.56, 0.77, 0.86, 0.96, 1.01, 1.10 y 1.21 (Zazo et ál. 2002, Table 3) que, teniendo en cuenta que son todas de la misma edad, muestran claramente que el método es totalmente inaplicable para obtener una referencia cronológica, al menos, en estos materiales canarios.

EPÍLOGO

Hielos en la Antártida, ostras fósiles en Canarias, una conexión en una causa común, un clima cambiante con una danza orbital, una música sideral inaudible en la penuria de nuestras luces y con Horatius (*Od.* 4, 7, 16) *pulvis et umbra sumus*, tierra y oscuridad – o misterio—: Gaia.

RECONOCIMIENTO

Investigaciones realizadas en el marco del Convenio entre el Ministerio de Medio Ambiente y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (MMA-ULPGC: CN-62/03-021239) “Indicadores Paleoclimáticos Canarios”.

BIBLIOGRAFÍA

- BASSINOT, F. C.; LABEYRIE, L. D.; VINCENT, E.; QUIDELLEUR, X.; SHACKLETON, N. J. y Lancelot, Y. (1994). The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal. *Earth and Planetary Science Letters*, 126, 91-108.
- BERGER, A. y LOUTRE, M. F. (1991). Insolation values for the climate of the last 10 millio years. *Quaternary Science Reviews*, 10, 297-317.
- DAUTZENBERG, PH. (1912). Mission Gruvel sur la Côte Occidentale d’Afrique (1909-1910). Mollusques marins. *Annales de l’Institut Océanographique*, 5(3), 1-131.
- EPICA community members (2004). Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. *Nature*, 429, 623-628.
- LECOINTRE, G. et COLLABORATEURS (1952). *Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la côte atlantique du Maroc*. Tomo II. *Paléontologie*. Paris. Notes et Mémoires n° 99. Service Géologique du Maroc.

- MECO, J.; CARRACEDO, J. C.; BALLESTER, J.; BETANCORT, J. F.; SCAILLET, S. y GUILLOU, H. (submitted). A Mid Pleistocene Tsunami in Lanzarote (Canary Islands). *Episodes*.
- MECO, J.; GUILLOU, H.; CARRACEDO, J. C.; LOMOSCHITZ, A.; RAMOS, A. J. G. y RODRIGUEZ-YANEZ, J. J. (2002). The maximum warmings of the Pleistocene world climate recorded in the Canary Islands. *Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 185, 197-210.
- MECO, J.; PETIT-MAIRE, N.; GUILLOU, H.; CARRACEDO, J. C.; LOMOSCHITZ, A.; RAMOS, A. J. G. y BALLESTER, J. (2003). Climatic changes over the last 5 000 000 years as recorded in the Canary Islands. *Episodes* 26, 133-134.
- MUHS, D. R. (1991). Amino Acid Geochronology of Fossil Mollusks. En R. B. Morrison. *The Geology of North America*. Vol. K-2. *Quaternary nonglacial geology: Conterminous U.S.* (65-68). Boulder, Colorado: Geological Society of America.
- ROCHERBRUNE, A. T. DE (1881). Matériaux pour la faune de l'Archipel du Cap Vert. *Nouvelles Archives du Muséum*, IV: 2e série, 215-338.
- PETIT, J. R.; JOUZEL, J.; RAYNAUD, D.; BARROW, N. I.; BARNOLA, J. M.; BASSIL, I.; BENDER, M.; CHAPPELLAZ, J.; DAVIS, M.; DELAYGUE, G.; DELMOTTE, M.; KOTLYAKOV, V. M.; LEGRAND, M.; LIPENKOV, V. Y.; LORIUS, C.; PÉPIN, L.; RITZ, C.; SALZMAN, E. y STEVENARD, M. (1999). Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature*, 399, 429-436.
- SACCO, F. (1897). *I Molluschi dei Terroni Terziarii del Piemonte e della Liguria*, Parte XXIII. *Poliopoda (Ostroidae, Anomidae e Dimyidae)*. Torino: Carlo Clausen.
- ZAZO, C.; GOY, J. L.; HILLAIRE-MARCEL, C.; GILLIOT, P. Y.; SOLER, V.; GONZALEZ, J. A.; DABRIO, C. J.; GHALER, B. (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.