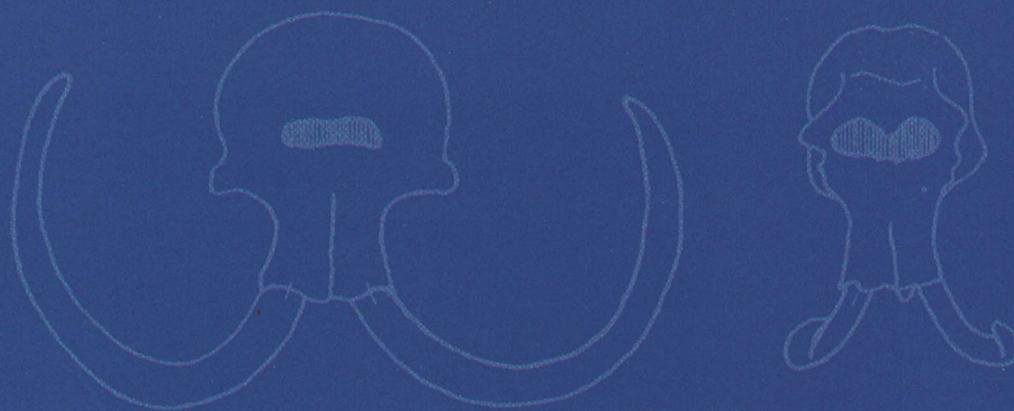
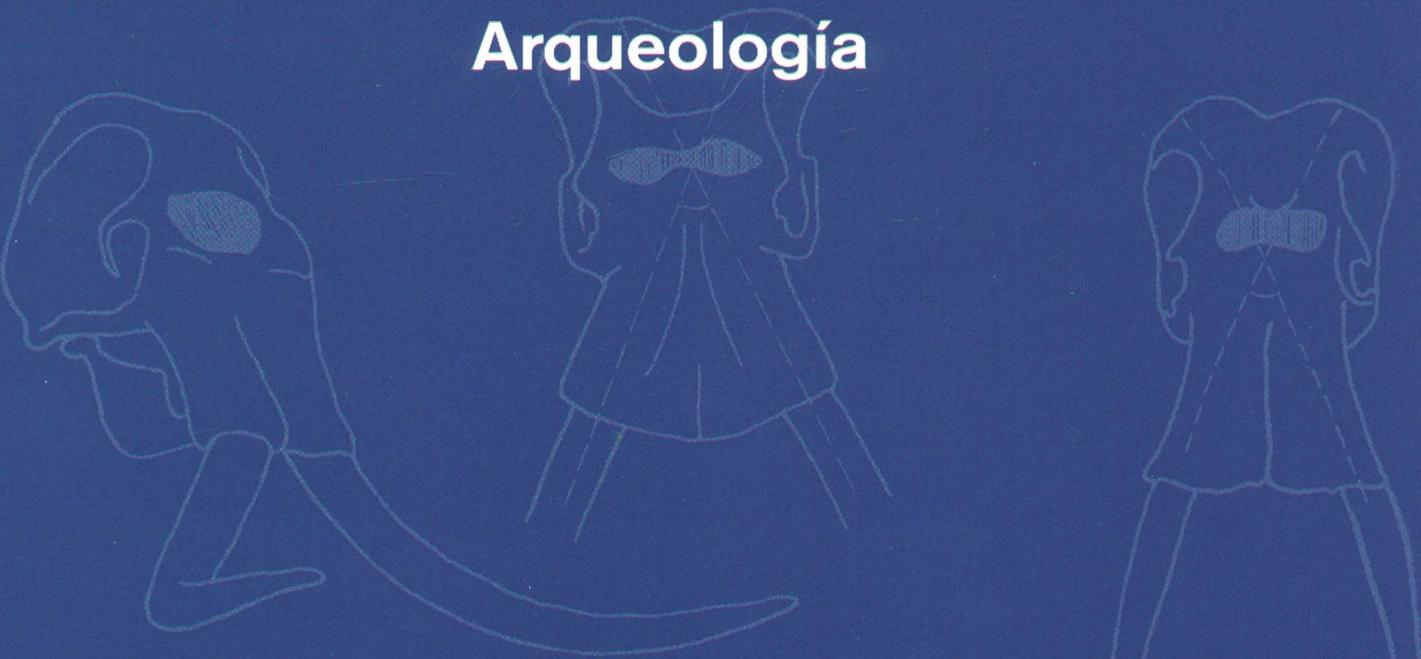


ZONA ARQUEOLÓGICA

Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre

Volumen IV

**Arqueología**



MUSEO ARQUEOLÓGICO REGIONAL

## Resumen

La necrópolis de La Cucaracha es uno de los enterramientos con restos arqueológicos y humanos más representativos de la población aborigen prehispánica de La Palma (benahoaritas), situada en el flanco del cono estromboliano de la Montaña La Cucaracha, localizada en la vertiente meridional de la dorsal de Cumbre Vieja. La gran profusión de restos arqueológicos –fragmentos de cerámica, industria lítica y restos humanos procedentes de enterramientos y otros ritos funerarios– justifican por sí mismos la importancia del yacimiento, pero es la presencia excepcional de restos óseos humanos englobados en escorias volcánicas lo que le confiere mayor interés. La datación radiométrica por  $^{14}\text{C}$  de los huesos en  $1090 \pm 50$  años junto al estudio petrográfico y geoquímico comparativo de las escorias que engloban los huesos con los materiales volcánicos procedentes de las erupciones prehistóricas de Cumbre Vieja, señalan al volcán Montaña Goteras –centro eruptivo basáltico inicialmente hidroexplosivo que evolucionó posteriormente a estromboliano– como la erupción que probablemente originó víctimas humanas en relación con las explosiones freatomagmáticas. La incidencia de la actividad volcánica histórica y prehistórica de la dorsal de Cumbre Vieja es bien conocida por sus relaciones con otros importantes yacimientos arqueológicos de la isla de La Palma.

**Palabras clave:** Volcanismo, Erupciones prehistóricas, Microestructura de huesos humanos, Geoquímica, Necrópolis, Aborígenes benahoaritas, La Palma, Islas Canarias.

## Abstract

*An important burial ground of archaeological and human remains of the aboriginal pre-Hispanic population of La Palma –the benahoaritas– has been found in a cavity excavated in the flank of a strombolian cone (Mña. La Cucaracha), located on the eastern slope of the Cumbre Vieja rift. Abundant pieces of pottery and stone hand tools have been unearthed, although the most significant finding is the presence of human bone fragments embedded in volcanic scoria. Carbon-14 analysis of the bones dated the eruption in  $1090 \pm 50$  years and cross-comparison of the petrographic and geochemical data from the volcanic scoria containing human bones with the prehistoric eruptions of Cumbre Vieja pointed to a nearby recent vent (Mña. Goteras) –an initially hydroexplosive basaltic eruptive vent that later evolved to strombolian– as the eruption probably causing the victims. The pre-Hispanic and historic eruptions of the Cumbre Vieja rift can often be related to important archaeological sites in La Palma.*

**Key words:** Volcanism, Prehistoric eruptions, Human bone microstructure, Geochemistry, Necropolis, Pre-hispanic aborigines, La Palma, Canary Islands.

# Yacimiento arqueológico de la necrópolis de La Cucaracha, Mazo, La Palma (Islas Canarias)

Patricia Rodríguez Ruiz<sup>1</sup>, Eduardo Rodríguez Badiola<sup>2</sup>, Juan Carlos Carracedo Gómez<sup>3</sup>, Hervé Guillou<sup>4</sup> y Francisco José Pérez Torrado<sup>5</sup>

## Introducción

La dorsal sur de Cumbre Vieja, en la isla de La Palma, se ha configurado en los últimos 123000 años en relación con una importante actividad volcánica de forma casi continua hasta la actualidad (última erupción en 1971). En la vertiente oriental y sur de la misma se sitúan numerosos asentamientos aborígenes que directa o indirectamente han sido afectados por las diversas erupciones prehistóricas de los últimos 4000 años, así como erupciones históricas de las que se conservan relatos escritos a partir de la ocupación y colonización de la isla en 1492. La conexión entre ambas circunstancias ha permitido obtener una información única sobre la presencia de la población prehispánica en esta parte de la isla de La Palma. En este contexto destaca la necrópolis funeraria de La Cucaracha, situada en un hueco existente en el flanco meridional del cono volcánico de la Montaña La Cucaracha, centro eruptivo relativamente antiguo (más de 20000 años). Este yacimiento contiene numerosos huesos humanos, algunos calcinados y otros parcialmente carbonizados así como frag-

mentos de escorias basálticas que engloban restos de huesos humanos, todo ello junto a numerosos restos arqueológicos consistentes en fragmentos de cerámica e industria lítica, lo que ratifica la gran importancia de esta necrópolis como centro funerario. La existencia excepcional de las escorias basálticas englobando restos humanos (varios adultos), así como la disposición de los mismos en el enterramiento, sugieren su relación con alguna erupción prehistórica de la dorsal de Cumbre Vieja, que hace unos pocos miles de años afectó a un asentamiento aborígen causando la destrucción del poblado y posibles víctimas, cuyos restos englobados por los materiales volcánicos fueron posteriormente transportados e inhumados en esta necrópolis funeraria.

## Entorno geológico

El edificio volcánico de Cumbre Vieja presenta una dorsal alargada en dirección N-S de casi 20 km de longitud y una cresta que alcanza los 1950 m de altura, lo que genera flancos de pendientes muy acusadas. La cumbre del edificio volcánico está formada por una alineación de centros eruptivos que concentra la mayor parte de la actividad eruptiva, en forma de fisuras y conos volcánicos que forman un característico *rift* (Carracedo *et alii*, 2001 b).

La actividad volcánica prehistórica (Fig. 1) se manifiesta en una serie de centros eruptivos cuyas coladas alcanzan la costa la mayoría de las veces, y por el extremo sur la dorsal se prolonga con una alineación de volcanes submarinos. Los mecanismos eruptivos prehistóricos son típicamente estrombolianos, con la emisión de lavas basálticas a tefríticas (Montaña

1. Sociedad de Amigos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid España. mcnpr627@mcncn.csic.es

2. Departamento de Geología del Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid. España.

3. Estación Volcanológica de Canarias. IPNA-CSIC. Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, 3. 38206 La Laguna. Tenerife. España.

4. Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement Domaine du CNRS. Bât. 12, Avenue de la Terrasse. 91198 Gif-Sur-Yvette. France.

5. Departamento de Física-Geología. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017 Las Palmas de Gran Canaria. España.

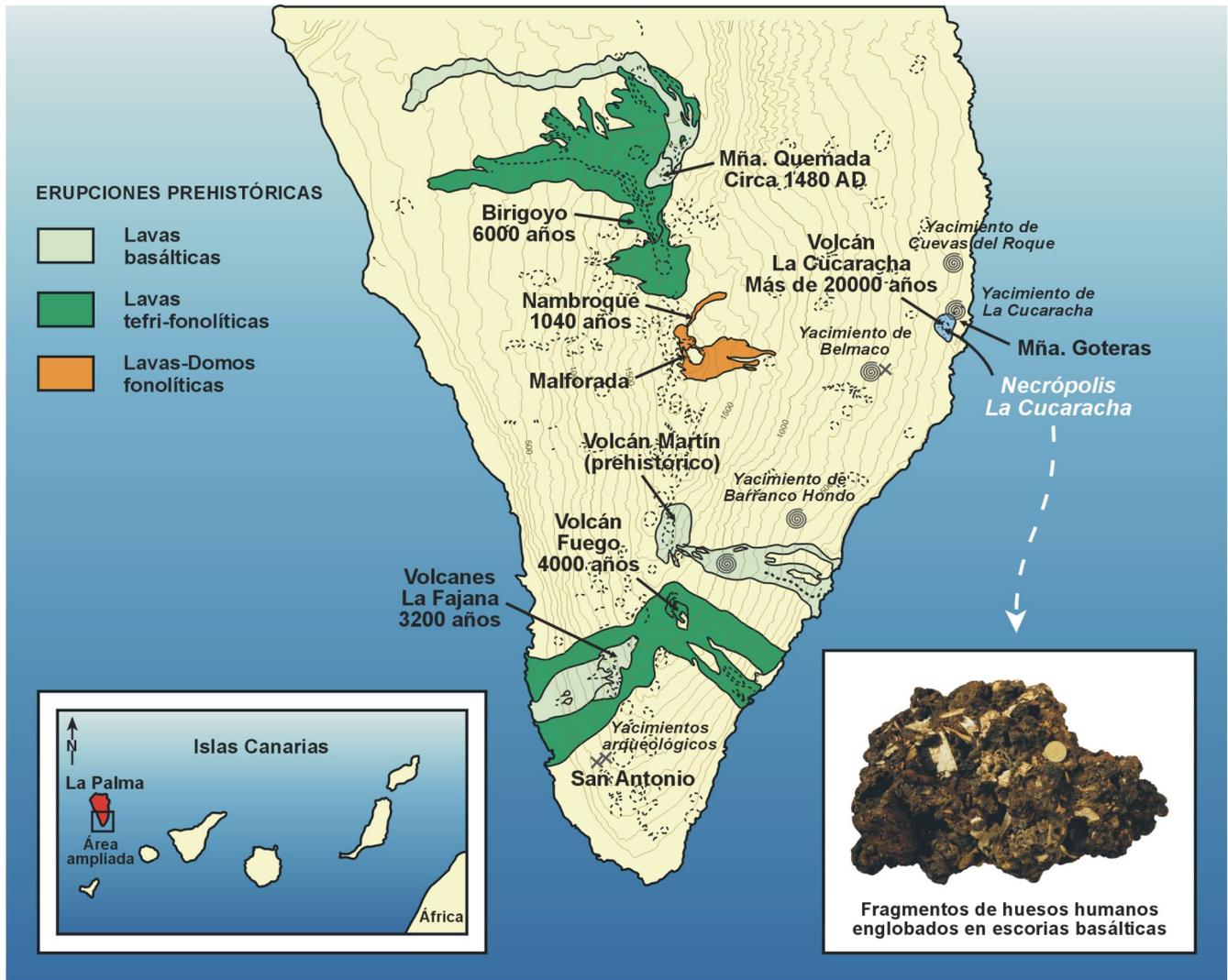


Fig. 1. Esquema geológico de las erupciones prehistóricas de la dorsal de Cumbre Vieja (sur de la isla de La Palma), con datos de Carracedo *et alii* (2001 a, b). Bloque de escoria volcánica que engloba los fragmentos de huesos humanos (Museo Arqueológico de Santa Cruz de la Palma).

Quemada, Martín prehistórico, La Fajana) y tefri-fonolíticos (el grupo de volcanes Fuego), pero también son relativamente frecuentes los centros freato-estrombolianos en el litoral (como Montaña Goteras) y en la cumbre de la dorsal (volcán de San Antonio, Hoyo Negro). Además de los centros eruptivos de tipo estromboliano son asimismo numerosos los domos y domo-coladas fonolíticas (Malforada y Nambroque), distribuidos en la cresta de la dorsal y flancos del edificio volcánico.

Numerosos asentamientos y restos arqueológicos aparecen ubicados en la vertiente oriental de esta dorsal volcánica, como los de las Cuevas del Roque y Belmaco, considerados como los más importantes yacimientos arqueológicos de La Palma. En esta parte de la isla, los yacimientos se sitúan mayoritariamente sobre formaciones volcánicas que forman acantilados y plataformas costeras, formaciones volcánicas de interés estratigráfico, como fueron definidas por Carracedo *et alii* (2001 a, b).

El yacimiento arqueológico de La Cucaracha (Fig. 1) presenta características de asentamiento semejantes ya que el lugar del enterramiento, donde se hallaron los huesos humanos englobados en las escorias basálticas, está situado en el flanco SE de la Montaña La Cucaracha, centro eruptivo estromboliano con más de 20000 años de antigüedad y rodeado por piroclastos hidromagmáticos que proceden de diversos centros eruptivos más recientes entre los que destaca el gran edificio explosivo de Montaña Goteras, caracterizado por la gran profusión y diversidad de tobas y materiales piroclásticos (De la Nuez y Quesada, 1999).

Otros yacimientos arqueológicos se asientan sobre formaciones volcánicas más recientes, como los ubicados en las coladas del volcán Martín prehistórico y los restos recuperados en el flanco occidental del volcán de San Antonio, centro eruptivo freatomagmático rodeado de lavas prehistóricas de menos de 3200 años de antigüedad (Carracedo *et alii*, 2001 b), donde

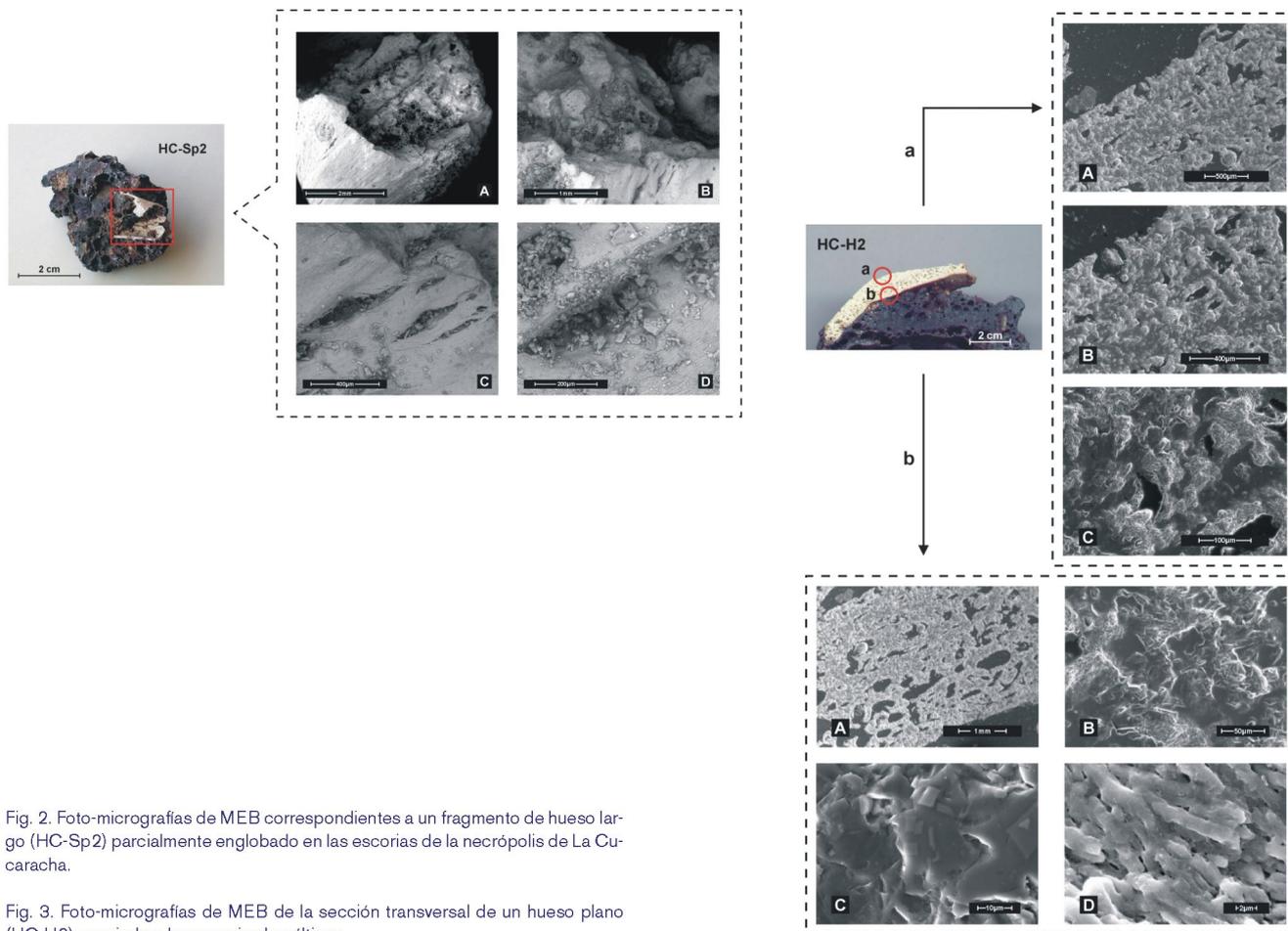


Fig. 2. Foto-micrografías de MEB correspondientes a un fragmento de hueso largo (HC-Sp2) parcialmente englobado en las escorias de la necrópolis de La Cucaracha.

Fig. 3. Foto-micrografías de MEB de la sección transversal de un hueso plano (HC-H2) asociado a las escorias basálticas.

una zona de hábitat aborigen fue recubierta por los materiales volcánicos de la erupción histórica (1677) del volcán de Fuencaiente (Day *et alii*, 2000, Fig. 5; Carracedo *et alii*, 2001 b).

La confrontación de las relaciones temporales entre los restos arqueológicos y las diversas erupciones volcánicas ha permitido establecer límites en el período de ocupación aborigen de esta parte de la isla.

En el caso particular que nos ocupa se requiere un análisis detallado de las escorias que engloban los restos óseos, con la finalidad de identificar la erupción prehistórica de la cual proceden. Esta identificación permitirá situar la necrópolis de La Cucaracha dentro del amplio marco temporal que se ha establecido para las erupciones prehistóricas de la isla de La Palma.

### Materiales seleccionados

El estudio se ha realizado sobre muestras óseas representativas del enterramiento y de las escorias que las engloban, junto con los materiales lávicos del volcán La Cucaracha y de los centros volcánicos circundantes. La datación, descripción, estudio petrográfico y geoquímico detallado de los materiales óseos y ba-

sálticos se presentan en Rodríguez Ruiz *et alii* (2002), donde se han establecido las relaciones y transformaciones inducidas por los materiales basálticos en los restos óseos englobados. Una extensa información sobre la volcanología, edad, petrografía y geoquímica de los edificios volcánicos prehistóricos puede encontrarse en Carracedo *et alii* (2001 a, b).

### Materiales óseos

Son fragmentos de diversos huesos humanos incluidos en los bloques de escoria basáltica, que presentan diversos grados de afección. Los más externos (Fig. 2 [HC-Sp2]) se corresponden con huesos huecos asociados a las escorias basálticas pero que no han sido totalmente aglutinados por ellas, lo que permite inferir los diferentes estados de incidencia de las lavas sobre los huesos sin que se hayan llegado a alcanzar transformaciones elevadas. En las zonas en contacto más directo con la escoria basáltica (Fig. 3 [HC-H2]) es donde mejor pueden observarse macroscópicamente las transformaciones que han sufrido los fragmentos óseos por su relación prolongada con el material basáltico, quedando pequeños fragmentos óseos aislados dentro del material volcánico.

### Materiales basálticos

La roca volcánica escoriácea (*spatters* basálticos) que aglutina los fragmentos óseos (HC-Sp1), corresponde a un típico basalto piroxénico vesicular de matriz vítrea fragmentaria que presenta importantes procesos de desvitrificación, con fenocristales de clinopiroxenos, olivinos microfracturados y anfíbolos corroidos y reabsorbidos, transformaciones asociadas a los procesos de descompresión que dan lugar a la reducción de los contenidos de la fase acuosa por desgasificación del magma durante su ascenso.

Estas características petrográficas son comunes a los diferentes materiales basálticos, algo evolucionados, de las erupciones de la dorsal de Cumbre Vieja.

### Metodología analítica aplicada

Los cambios estructurales y texturales de los materiales óseos se han analizado por microscopía electrónica de barrido (MEB), y la caracterización de los componentes orgánicos e inorgánicos en superficie mediante un analizador de energía dispersiva de rayos X (EDS) equipado con un detector de electrones retrodispersados (BSE).

El estudio mineralógico y geoquímico realizado a los fragmentos óseos, descrito por Rodríguez Ruiz *et alii* (2002), se efectuó mediante técnicas de difracción de rayos X (DRX), para la identificación de las fases minerales constituyentes del hueso, y por técnicas de espectroscopía de absorción atómica (AA) e inducción de plasma (ICP), para la determinación de componentes mayoritarios, trazas y tierras raras. Los análisis complementarios de contenidos en carbonato, agua y constituyentes aniónicos, se efectuaron mediante análisis volumétricos, gravimétricos y electroforesis capilar iónica.

Para establecer una correlación temporal de los fragmentos óseos, englobados en las escorias volcánicas, se ha llevado a cabo su datación por  $^{14}\text{C}$  (Carracedo *et alii*, 2001 b; Rodríguez Ruiz *et alii*, 2002), sobre restos de carbón ocluidos en los mismos, lo que ha reportado una edad de  $1.09 \pm 0.05$  ka (860 AD referenciada al año AD 1950) que se correspondería con la edad de la erupción prehistórica.

### Estudio microestructural de los materiales óseos

Las características y transformaciones estructurales que han sufrido los restos óseos humanos englobados en los materiales lávicos de la necrópolis de La Cucaracha han sido analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), técnica que se ha aplicado a diferentes fragmentos seleccionados en función de su grado de inclusión en las escorias basálticas.

El estudio comparativo ha permitido establecer la evolución microestructural progresiva que sufren los componentes óseos, desde los fragmentos en contacto externo con los materiales volcánicos (Fig. 2) hasta los restos que han

permanecido en contacto más directo con las escorias basálticas, llegando incluso a ser englobados y disgregados por ellas (Fig. 3).

En su conjunto, el análisis de estas variaciones microestructurales puede conducir a establecer la incidencia que el proceso eruptivo ha tenido en los diversos restos óseos afectados por las lavas basálticas.

### Análisis foto-micrográfico

El punto de partida para la reconstrucción de este proceso son las imágenes MEB correspondientes a materiales óseos situados en zonas externas (Fig. 2). El análisis se efectúa sobre la parte extrema del hueso largo (HC-Sp2) que sólo ha sido parcialmente englobado por la lava. La zona ósea (A) presenta a baja amplificación (50 x) una superficie externa relativamente limpia y homogénea, recorrida por un fino bandeo en el que destacan pequeñas hendiduras, mientras que hacia la parte interna de la cavidad ósea se observa la importante incidencia que los materiales volcánicos han tenido sobre los huesos, en los que llegan a producir numerosas corrosiones. A mayor amplificación (80 x) se revela en la zona más interna (B) la presencia de fragmentos óseos sobre una matriz microfragmentaria, mientras que en las zonas del borde externo destaca la formación de grietas y fisuras abiertas originadas por el impacto térmico que han sufrido los huesos. Es en estas zonas de agrietamientos (C) donde se evidencian, con mayores amplificaciones (200 x), los procesos de astillamiento óseo y apertura de las hendiduras, con la deposición de numerosos microfragmentos heterogéneos. Su observación en detalle (D), (400 x), nos permite su identificación mediante el análisis por el detector de composición elemental. Los resultados obtenidos revelan el carácter predominantemente óseo de los microfragmentos, junto a restos alotriomorfos adheridos a las zonas más internas de las cavidades óseas, que presentan contenidos significativos en carbono, procedentes de la destrucción de contenidos orgánicos. Otros componentes elementales como hierro, titanio y magnesio indican su origen volcánico.

Estas apreciaciones difieren en parte de las que se derivan de las imágenes MEB correspondientes a un hueso plano (HC-H2) que ha permanecido en contacto directo con el material volcánico (Fig. 3). El análisis microestructural se ha dirigido a dos zonas, una más externa (Fig. 3a) probablemente algo mejor preservada y otra (Fig. 3b) en contacto más directo con los materiales basálticos con los que se ha originado una típica zona de oxidación.

La vista de la sección transversal (Fig. 3a) presenta una masa ósea desprovista de materia orgánica, con numerosas cavidades óseas (A) que responderían al efecto del choque térmico, cuya acción inmediata sería la destrucción de los contenidos orgánicos por calcinación. El agrietamiento de la estructura ósea (B) daría lugar a la presencia de pequeños fragmentos óseos (C) dispersos en las zonas internas.

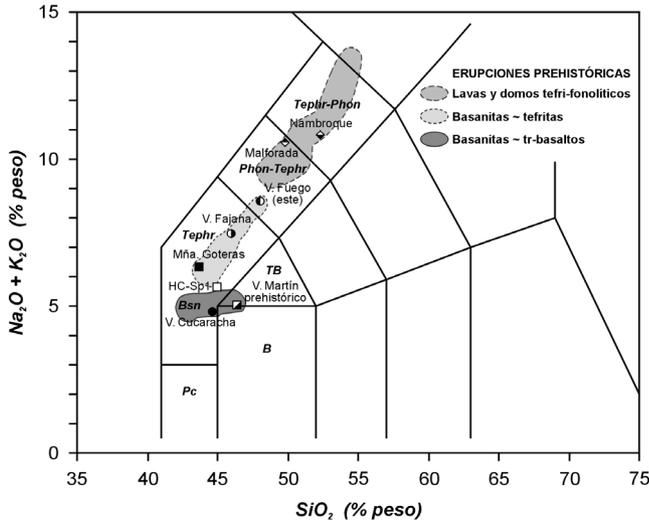


Fig. 4. Diagrama clasificatorio TAS (Le Bas et alii, 1986) de los materiales basálticos de la escoria que contiene los huesos de la necrópolis y del volcán La Cucaracha (Rodríguez Ruiz et alii, 2002), así como de los materiales lávicos de Montaña Goteras y de las erupciones prehistóricas (Carracedo et alii, 2001 a, b).

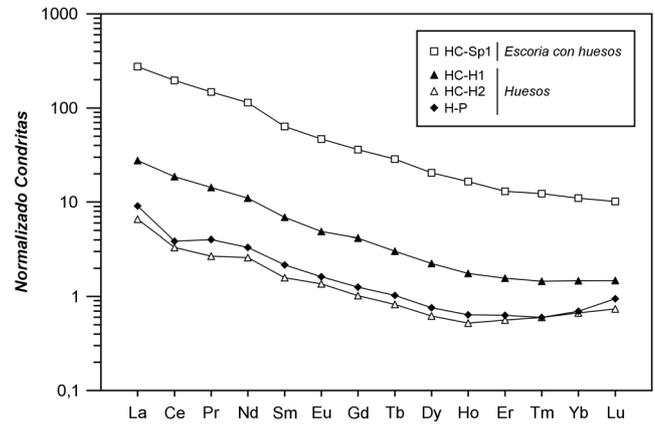


Fig. 5. Concentraciones de tierras raras (REE) normalizadas respecto a condritas (Sun y McDonough, 1989) de los materiales óseos y de las escorias basálticas que los engloban. Datos geoquímicos tomados de Rodríguez Ruiz et alii (2002).

Las zonas en mayor proximidad a los materiales basálticos (Fig. 3b) presentan características semejantes a las anteriormente señaladas (A), pero una observación más detallada (500 x) señala la presencia de una estructura microcristalina (B), con el desarrollo de cristales de apatito que forman una masa de placas laminares irregulares. En las zonas más internas (C) se observa, a mayor ampliación (2000 x), el desarrollo de cristales idio-subidiomorfos como respuesta al proceso térmico, lo que indica el inicio de la recristalización de los bioapatitos en el rango de 700-900 °C (Danilchenko et alii, 2001). Estos procesos conllevan asimismo el desarrollo de cristales de mayor tamaño (< 10 μm) que tienden a formar aglomeraciones (D) con orientación gruesa de los cristales.

Estos procesos de recristalización, como resultado de las transformaciones del hidroxilapatito de los apatitos biológicos, se desarrollan lógicamente de forma extendida en los restos óseos totalmente embebidos en los materiales volcánicos que han estado sometidos a elevadas temperaturas.

## Resultados

El análisis de los diversos datos anteriormente aportados por los estudios de microscopía electrónica junto a los de petrografía y geoquímica han permitido el establecimiento de diferentes planteamientos en orden a obtener una información concisa respecto a los materiales volcánicos que constituyen el entorno geológico del yacimiento, así como de los huesos de la necrópolis en sus diferentes estados de interacción con los materiales volcánicos.

En principio las características texturales y mineralógicas observadas en las escorias que engloban los fragmentos de

huesos humanos de la necrópolis de La Cucaracha son poco definitorias, y su mineralogía es prácticamente equivalente a la mayoría de los materiales basálticos emitidos por las diferentes erupciones prehistóricas de la dorsal de Cumbre Vieja. Por ello, para delimitar las posibles relaciones entre los diferentes materiales volcánicos se ha efectuado la proyección clasificatoria de los parámetros geoquímicos correspondientes a las escorias con huesos y de los materiales basálticos del yacimiento junto a los de los edificios prehistóricos circundantes, como se presentan en el diagrama TAS de la Fig. 4. Como se observa en este diagrama proyectivo, los materiales más básicos corresponden a las basanitas del volcán La Cucaracha, mientras que las escorias que engloban los huesos presentan un carácter más alcalino, tendencia que se acentúa en los materiales volcánicos emitidos por algunas de las erupciones prehistóricas. Esta tendencia es especialmente acusada hacia los términos extremos representados por las lavas y domos de la Malforada y el Nambroque, mientras que los basaltos-traquibasaltos del volcán Martín presentan tendencias divergentes de las anteriormente señaladas. Sin embargo en su conjunto, aunque el diagrama delimita sus rangos composicionales, no se evidencian relaciones precisas entre los diferentes materiales prehistóricos de Cumbre Vieja y la composición química que presentan las escorias que engloban los huesos.

En lo que respecta al análisis mineralógico de los materiales óseos, mediante difracción de rayos X (Rodríguez Ruiz et alii, 2002), se ha establecido que todas las muestras corresponden a hidroxilapatitos, como fase mineral constituyente, con buena preservación de su desarrollo cristalográfico. Ello se evidencia en el desarrollo de las principales caras cristali-

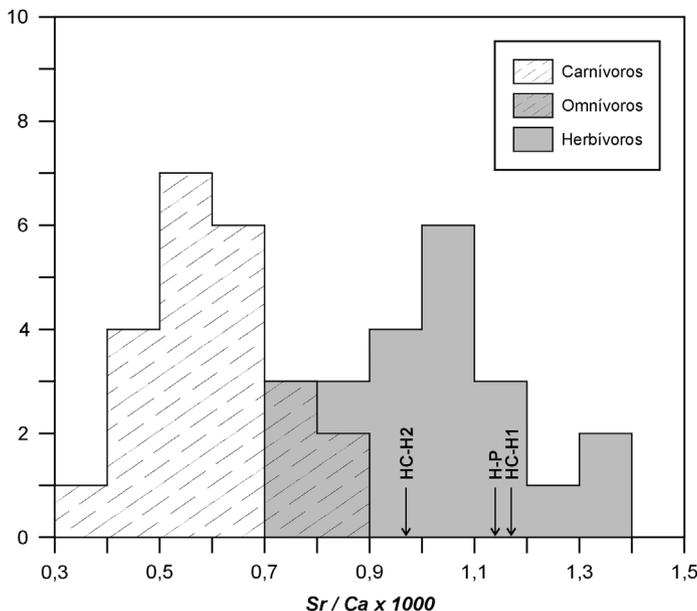


Fig. 6. Histograma de las frecuencias de relación Sr/Ca según Sillen (1984), en Subirá (1993). Las flechas indican los valores de relación elemental correspondientes a los huesos englobados en las escorias basálticas y otros más recientes del enterramiento.

nas así como de los parámetros de celdilla, indicativo de la poca incidencia que los factores externos, como el enterramiento y el impacto térmico de la erupción volcánica, han tenido sobre la estructura cristalina de los huesos. En realidad sólo se originan algunas variaciones de su estructura como se refleja por un pequeño incremento del grado de cristalinidad en los huesos embebidos en la escoria basáltica, en relación con otros huesos más recientes que no han sido afectados por la erupción volcánica.

Los datos químicos (Rodríguez Ruiz *et alii*, 2002), aportan una importante información sobre los cambios composicionales que han experimentado las muestras óseas en relación con los materiales basálticos que los engloban. Es significativa la variación en el contenido de tierras raras (REE), debido a la afinidad geoquímica que presentan estos elementos traza para ser retenidos y originar sustituciones en las estructuras de los cristales de apatito (Fleet y Pan, 1995, 1997). Estas tendencias se reflejan en los diagramas normalizados (Sun y McDonough, 1989), en los que se observa un incremento de los valores normalizados desde los huesos no afectados y los correspondientes a las zonas externas de la escoria basáltica hasta los embebidos por los materiales volcánicos, que presentan un sensible paralelismo con la escoria basáltica envolvente (Fig. 5).

Por lo indicado anteriormente, parece lógico pensar que los componentes elementales de los huesos experimenten cierta movilidad, pero ésta no es siempre tan acentuada. Por ejemplo, algunos oligoelementos como el cobre y el cinc, presentan decrementos en los huesos embebidos en las esco-

rias basálticas, Cu (17 ~ 19 ppm) y Zn (32 ~ 39 ppm), valores inferiores a los que se observan en los huesos de enterramientos más recientes, Cu (20 ppm) y Zn (57 ppm), que contrastan claramente con las concentraciones determinadas en las escorias basálticas englobantes con relaciones más elevadas de Cu (71 ppm) y Zn (103 ppm).

Esta tendencia de los materiales óseos a preservar algunas concentraciones elementales, próxima a la composición primaria, puede ser utilizada para inferir información sobre la dieta alimentaria de la población aborigen. Así, por ejemplo, las relaciones elementales más elevadas de estroncio sobre calcio en la Fig. 6 sugieren una alimentación predominantemente vegetariana, observación concordante con lo propuesto por Sillen (1981, 1984) y Subirá (1993).

## Discusión

Para obtener información cruzada entre los datos geoquímicos referentes a los restos de huesos humanos incluidos en las escorias basálticas de la necrópolis de La Cucaracha (Rodríguez Ruiz *et alii*, 2002) y los concernientes a las erupciones prehistóricas de la dorsal de Cumbre Vieja (Carracedo *et alii*, 2001 a, b), se presenta un análisis discriminante basado en el cálculo de los componentes principales (PCA), calculados con el programa NTSYS, en el que se han tomado en consideración todos los constituyentes elementales de las muestras analizadas ( $n=53$ ), que sin duda representan un amplio espectro de variables en correspondencia con las tipologías anteriormente establecidas.

Los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico (Fig. 7) permiten una mejor visión de la problemática planteada. En el diagrama proyectivo resultante de los dos factores discriminantes principales, se observa una lógica agrupación de los materiales óseos respecto de los volcánicos, pero con matizaciones dentro de cada conjunto. En el primer caso, los materiales óseos embebidos por las escorias basálticas presentan tendencias a un mayor enriquecimiento en componentes elementales originado por la incidencia de los materiales volcánicos, en coincidencia con la observada en la Fig. 5. Más evidente es la proyección de las escorias basálticas que engloban los huesos humanos respecto a los materiales volcánicos de la dorsal de Cumbre Vieja. En su conjunto presentan una distribución progresiva desde los materiales basálticos del volcán La Cucaracha hasta los términos tefri-fonolíticos de la Malforada y el Nambroque, quedando en posiciones intermedias los del volcán Fuego y La Fajana. Es llamativa la agrupación de las escorias con huesos de la necrópolis de La Cucaracha, respecto a los materiales lávicos de Montaña Goteras y del volcán Martín prehistórico. Sin embargo la proyección en perspectiva, de los tres factores discriminantes principales, establece una distribución discriminante en la que el centro eruptivo freatomagmático de Montaña Goteras y las escorias que engloban los huesos quedan claramente asociados.

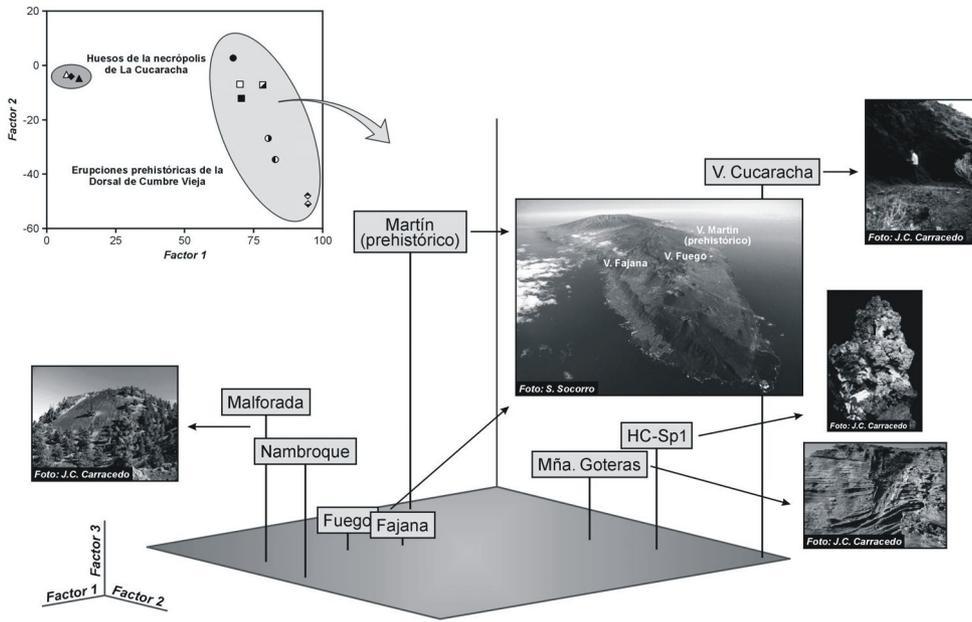


Fig. 7. Representación gráfica de las muestras estudiadas: fragmentos óseos, escorias basálticas y centros eruptivos prehistóricos de la dorsal de Cumbre Vieja, agrupados en función de los factores discriminantes resultantes del análisis estadístico de sus componentes elementales principales (PCA). Símbolos como la Fig. 4 y Fig. 5.



Fig. 8. Distribución temporal de las erupciones prehistóricas e históricas de la dorsal de Cumbre Vieja de la isla de La Palma. Con datos de Hernández-Pacheco y Valls (1982), Hernández-Pacheco (1990) y Carracedo *et alii* (2001 a, b).

Los restantes centros eruptivos prehistóricos quedan segregados por no presentar relaciones proyectivas ni composicionales próximas a las establecidas para el volcán Montaña Goteras y las escorias con restos humanos de la necrópolis de La Cucaracha.

### Resumen y conclusiones

La dorsal de Cumbre Vieja de la isla de La Palma ha experimentado una intensa actividad volcánica que en buena parte abarca desde épocas prehistóricas hasta la actualidad (última erupción en 1971). Los conocimientos actuales sobre la evolución temporal de esta dorsal activa han sido sintetizados en Carracedo *et alii* (2001 a, b), datos con los que se ha configurado la reconstrucción de la historia eruptiva reciente de este edificio volcánico (Fig. 8), cuyo desarrollo ha afectado en gran parte a la población humana.

Puede en principio argumentarse que las erupciones del volcán Fuego y la Fajana-Las Indias, con edades comprendidas entre 4 y 3 ka, que extendieron sus coladas hasta el mar por las dos vertientes de Cumbre Vieja, y la erupción freatomagmática del San Antonio, rodeado por lavas prehistóricas de menos de 3.2 ka (Carracedo *et alii*, 2001 b), han establecido un posible límite para la ocupación aborígen prehistórica en esta zona de la vertiente sur-oriental de Cumbre Vieja, en la que se conservan numerosos restos arqueológicos. Como se ha indicado anteriormente, en esta parte de la isla se ubican importantes asentamientos aborígenes sobre las antiguas formaciones volcánicas que forman los acantilados y plataformas costeras, aunque también se conservan restos arqueológicos sobre lavas correspondientes a erupciones más recientes como las del volcán Martín prehistórico.

Las diversas dataciones radiométricas de  $^{14}\text{C}$  efectuadas sobre muestras de carbón vegetal (Carracedo *et alii*, 2001 a, b), indican edades de  $2.31 \pm 0.05$  ka para el cono volcánico del Fraile (próximo a La Malforada) y de  $1.04 \pm 0.09$  ka para la colada sureste del Nambroque, lo que define un hito temporal muy importante en la actividad volcánica prehistórica de la dorsal sur de Cumbre Vieja, en posible coexistencia con la presencia aborígen en esta parte de la isla de La Palma.

Por los datos obtenidos en este estudio se tiene constancia que durante el período casi final de este intervalo se produjo, en la costa oriental de la dorsal de Cumbre Vieja, la violenta erupción del volcán Montaña Goteras, que afectó a un cercano asentamiento de población aborígen. Acontecimiento que se ha datado en  $1.09 \pm 0.05$  ka en correspondencia con la edad radiométrica reportada por el  $^{14}\text{C}$  sobre los restos de carbón residual extraído de los fragmentos óseos incluidos en las escorias volcánicas de la necrópolis de La Cucaracha.

La evolución de la dorsal durante el período histórico, después de la ocupación de la isla de La Palma por los conquistadores españoles en el año 1492, constituye un relato casi

continuo de erupciones volcánicas que con diversas características en su desarrollo y magnitud, y con excepción del siglo XIX, han afectado sistemáticamente la dorsal sur de Cumbre Vieja. En todos los relatos históricos, como los referenciados en el volumen Teneguía (1974), Hernández-Pacheco y Valls (1982) y Hernández-Pacheco (1990), las erupciones históricas se han caracterizado por la emisión de numerosas coladas de lavas fluidas, junto con la proyección de lluvia de cenizas y piroclastos, que en muchos casos sepultaron y destruyeron casas originando la muerte de ganado, e incluso víctimas humanas como la acontecida por intoxicación y asfixia en la erupción del volcán Teneguía en octubre-noviembre de 1971.

La reconstrucción de la erupción prehistórica de Montaña Goteras parece indicar que afectó a un poblado de aborígenes "benahoaritas" que practicaban la agricultura y tenían una economía fundamentalmente pastoril (Pais Pais, 1996), cuyo asentamiento ocupaba una extensión relativamente importante situada en la vertiente oriental de Cumbre Vieja, próxima a la costa y bastante alejada de la cresta de la dorsal, zona donde se concentra la mayor parte de la actividad volcánica. Esta zona poblada fue súbitamente afectada por una violenta erupción volcánica próxima a la costa, que se ha identificado como la de Montaña Goteras, con gran profusión de gases y materiales efusivos como tobas, escorias y piroclastos que recubrieron la mayor parte de la zona donde se asentaba el poblado. Este volcán de tipo hidromagmático ha sido estudiado en detalle por De la Nuez y Quesada (1999), que lo han descrito como una erupción de alta explosividad y peligrosidad cuya actividad se inicia bajo el mar, con la emisión de materiales tobáceos-cinéricos de tonos grises-amarillentos. El evento eruptivo estuvo caracterizado por la emisión de gases tóxicos y fragmentos de grano muy fino, lo que debió producir asfixia y oclusión de las vías respiratorias. La actividad submarina inicial con explosiones freáticas se prolongó con el desarrollo de una erupción típicamente estromboliana, que conlleva un aumento en el tamaño de los fragmentos líticos y marcadas estructuras de impacto. La actividad explosiva de la erupción de Montaña Goteras continuó con sucesiones de oleadas de piroclastos y escorias que alcanzaron más de 40 m de espesor.

Estas observaciones están en consonancia con las observadas macroscópicamente en las escorias basálticas que engloban los restos óseos, que señalan la presencia de fragmentos escoriáceos de tamaños medios comprendidos entre los 4-5 cm, valores más acordes con el episodio estromboliano de la erupción, caracterizado por la emisión de materiales efusivos-escoriáceos de mayor tamaño y con temperaturas de consolidación próximas a los 950 °C, muy inferiores sin embargo a las que presentan los flujos de lava (1040-1020 °C).

Observaciones actuales indican que los restos óseos estudiados han sido englobados por escorias basálticas con tem-

peraturas elevadas ( $> 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), que han provocado la recristalización parcial del hidroxilapatito (bioapatito), constituyente normal de los huesos, con la formación de típicos cristales poligonales para lo que se requieren rangos de temperaturas entre  $700\text{-}900\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Danilchenko *et alii*, 2001). Por el contrario, la fracturación y astillamiento de algunos huesos son consecuencia de las explosiones originadas por la rápida evaporación de líquidos orgánicos ocluidos en los huesos, lo que ocurre a temperaturas de  $350\text{ a }400\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Capasso, 2000), proceso que se limitaría a las partes óseas más externas que no han sido recristalizadas.

En la reconstrucción de este episodio eruptivo se debe considerar que el peligro más inmediato, asociado a esta clase de erupciones volcánicas, es que se originen víctimas humanas por asfixia e intoxicación por gases y oclusiones respiratorias causadas por el polvo emitido en los primeros flujos de piroclastos. Si los restos óseos entran en contacto con materiales volcánicos se incineran rápidamente por efecto de las elevadas temperaturas, con la destrucción de los contenidos orgánicos quedando los huesos completamente quemados y carbonizados. La exposición a temperaturas más elevadas produciría roturas termales "*thermal cracking patterns*" que se hacen visibles mediante microscopía electrónica, como ha sido puesto de manifiesto por Capasso (2000) en las víctimas originadas por la erupción del Vesubio en el año 79 AD.

Aunque los resultados obtenidos aportan evidencias significativas de que los restos óseos englobados por las escorias basálticas correspondan a víctimas humanas originadas por la erupción prehistórica de Montaña Goteras, queda la posibilidad de que pudieran corresponder a huesos de un enterramiento anterior y que luego fueran englobados por las escorias volcánicas. Sin embargo, las estructuras presentes en algunos fragmentos óseos parecen apuntar hacia huesos recubiertos de tejidos blandos que fueron carbonizados en el proceso eruptivo.

En todo caso, los restos humanos incluidos en las escorias fueron posteriormente enterrados en una oquedad natural del cráter volcánico de La Cucaracha, como era tradición de los aborígenes (Pais Pais, 2001), al ser un lugar más seguro que se utilizó únicamente como enterramiento.

#### Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Ayuntamiento de la Villa de Mazo, que ha financiado los trabajos de campo y los análisis de las muestras, incluyendo las dataciones por Carbono 14 de los huesos de la necrópolis de La Cucaracha.

Las determinaciones analíticas de las muestras correspondientes a los materiales basálticos y fragmentos óseos, (Tabla 1, en RODRÍGUEZ RUIZ *et alii*, 2002), fueron realizadas por M<sup>a</sup> Isabel Ruiz Pineda, M<sup>a</sup> Asunción Vallejo Haya, Roberto García, Rafael González Martín, de los Laboratorios del MNCN (CSIC), y por Olga Cazalla Vázquez del Laboratorio de ICP-MS del Centro de Instrumentación Científica de Granada.

El análisis foto-micrográfico ha sido realizado por Laura Tormo del Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido del MNCN (CSIC).

La preparación de muestras la realizaron Manuel Castillejo y José Manuel Hontoria del Laboratorio del MNCN (CSIC).

#### Bibliografía

- CAPASSO, L. (2000): "Herculaneum victims of the volcanic eruptions of Vesuvius in 79 AD". *Lancet*, 356: 1344-1346.
- CARRACEDO, J.C.; BADIOLA, E.R.; GUILLOU, H.; DE LA NUEZ, J.; HERNÁNDEZ PACHECO, A.; PÉREZ TORRADO, F.J.; CABRERA, M.C.; LA MONEDA, E.; HANSEN, A. Y CUETO, L. (2001a): *Mapa Geológico de España a escala 1:25000 (MAGNA) del Sur de La Palma, Memoria y Hojas 1085-IV a 1087-II*. Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE), Madrid.
- ; BADIOLA, E.R.; GUILLOU, H.; DE LA NUEZ, J. AND PÉREZ TORRADO, F.J. (2001b): "Geology and Volcanology of La Palma and El Hierro, Western Canaries". *Estudios Geológicos*, 57 (5-6): 175-273.
- DANILCHENKO, S.N.; KUKHARENKO, O.G.; MOSEKE, C.; PROTSENKO, I. YU.; SUKHODUB L. F. AND SULKIO-CLEFF, B. (2002): "Determination of the bone mineral crystallite size and lattice strain from diffraction line broadening". *Crystal Research Technology*, 37: 1234-1240.
- DAY, S.J.; CARRACEDO, J.C.; GUILLOU, H.; PAIS PAIS, F.J.; RODRÍGUEZ BADIOLA, E.; FONSECA, J.F.B.D. AND HELENO S.I.N. (2000): "Comparison and cross-checking of historical, archaeological and geological evidence for the location and type of historical and sub-historical eruptions of multiple-vent oceanic island volcanoes". In W. J. MCGUIRE, D.R. GRIFFITHS, P.L. HANCOCK AND I. S. STEWART (Eds.): *The Archaeology of Geological Catastrophes*, 171: 281-306. Geological Society, London, Special Publications.
- DE LA NUEZ, J. Y QUESADA, M.L. (1999): "El edificio hidromagmático de Montaña Goteras en La Palma (Islas Canarias)". *Boletín Geológico y Minero*, 110-1: 19-24.
- FLEET, M.E. AND PAN, Y. (1995): "Site preference of rare earth elements in fluorapatite". *American Mineralogist*, 80: 329-335.
- AND — (1997): "Site preference of rare earth elements in fluorapatite: Binary (LREE+HREE)-substituted crystals". *American Mineralogist*, 82: 870-877.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, A. (1990): "La erupción del Tahuya, en 1585 y el origen de los Roques de Jedey, La Palma, Canarias". En *Homenaje al Profesor Telesforo Bravo*, I: 425-446. Universidad de La Laguna.
- AND VALLS, M.C. (1982): "The historic eruptions of La Palma Islands (Canaries)". *Archipelago*, Revista da Universidade dos Açores, III: 83-94.
- LE BAS, M.J.; LE MAITRE, R.W.; STRECKEISEN, A. AND ZANETTIN, B. (1986): "A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram". *Journal of Petrology*, 27: 745-750.
- NTSYS-PC (1996): *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*. Versión 1.80.
- PAIS PAIS, F.J. (1996): "La economía de producción en la Prehistoria de la isla de La Palma: La Ganadería". *Estudios Prehistóricos*, 3. 537 págs. Dirección General de Patrimonio Histórico (Santa Cruz de Tenerife).
- (2001): "La necrópolis de La Cucaracha". *El Municipio*, Publicación de información municipal de la Villa de Mazo, La Palma, 5 (abril): 19.
- RODRÍGUEZ RUIZ, P.; BADIOLA E.R.; CARRACEDO, J.C.; PAIS PAIS, F.J.; GUILLOU, H. Y PÉREZ TORRADO, F.J. (2002): "Necrópolis de La Cucaracha: Único enterramiento con restos humanos asociados a una erupción prehistórica de La Palma (Islas Canarias)". *Estudios Geológicos*, 58: 55-69.
- SILLEN, A. (1981): "Strontium and diet at Hayonim Cave (Israel)". *American Journal of Physical Anthropology*, 56 (2): 131-137.
- (1984): "Dietary change in the Epi-Paleolithic and Neolithic of the Levant: the Sr/Ca evidence". *Paléorient*, 10 (1): 149-155.
- SUBIRÁ, M.E. (1993): "Estudio de la dieta humana a través del análisis de elementos químicos". *Revista de Arqueología*, 144 (abril): 7-13.
- SUN, S.S. AND MCDONOUGH, W.F. (1989): "Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes". In A.D. SAUNDERS AND M.J. NORRY (Eds.): *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society Special Publication, 42: 313-345.
- VOLUMEN TENEGUÍA (1974): "La erupción del volcán Teneguía". *Estudios Geológicos*, 85 págs.



**Comunidad de Madrid**  
CONSEJERÍA DE CULTURA Y DEPORTES

