

# Edades $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ del Complejo Basal de la isla de La Gomera.

$^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  ages of the Basal Complex of La Gomera Island.

R. Herrera <sup>(1)</sup>, M. J. Huertas <sup>(2)</sup> y E. Ancochea <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Área de Geología. Dpto. de Biología y Geología. ESCET. Universidad Rey Juan Carlos. C/ Tulipán s/n, 28933 Madrid. raquel.herrera@urjc.es

<sup>(2)</sup>Departamento de Petrología y Geoquímica. Facultad de Ciencias Geológicas e Instituto de Geología Económica. CSIC – Univ. Complutense de Madrid, 28040 Madrid. huertas@geo.ucm.es; geodec@geo.ucm.es

## ABSTRACT

This essay shows some new dating of the Basal Complex of La Gomera Island and among them, the first ones obtained using the  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  methodology. Two of them are rocks of the Submarine Edifice. In the first one we obtain an age of  $11,49 \pm 0,66$  Ma by the  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  method, and in the second one  $11,4 \pm 1,6$  Ma by the K-Ar method. These ages reveal that the volcanic activity of the NW outcropping Submarine Edifice is approximately 11,5 Ma in age, close to the beginning of the Lower Old Edifice activity. The third sample dated also by the  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  method, is from the only syenitic rocks outcrop of La Gomera (Tamargada syenite); its age,  $7,59 \pm 0,81$  Ma, confirms that these rocks represent the roots of one of the Old Edifice felsic episodes and that they do not belong to a felsic stage contemporary with the submarine growth of the island.

**Key words:** Geochronology, Basal Complex, La Gomera, Canary Islands

Geogaceta, 44 (2008), 7-10

ISSN: 0213683X

## Introducción

La Gomera, una de las islas canarias más pequeñas, se caracteriza, entre otros aspectos, por ser la única del archipiélago que no ha tenido actividad volcánica du-

rante el Cuaternario y por ser una de las tres islas (junto con Fuerteventura y La Palma) en las que aflora el Complejo Basal. Éste está compuesto por rocas plutónicas, filonianas y la denominada «Serie Submarina» (Cendrero, 1970a)

constituida por rocas volcánicas y sedimentos, ambos de carácter submarino.

El Complejo Basal de La Gomera fue descrito inicialmente por Bravo (1964), siendo Cendrero (1970 a y b) quien llevó a cabo el estudio detallado de toda la

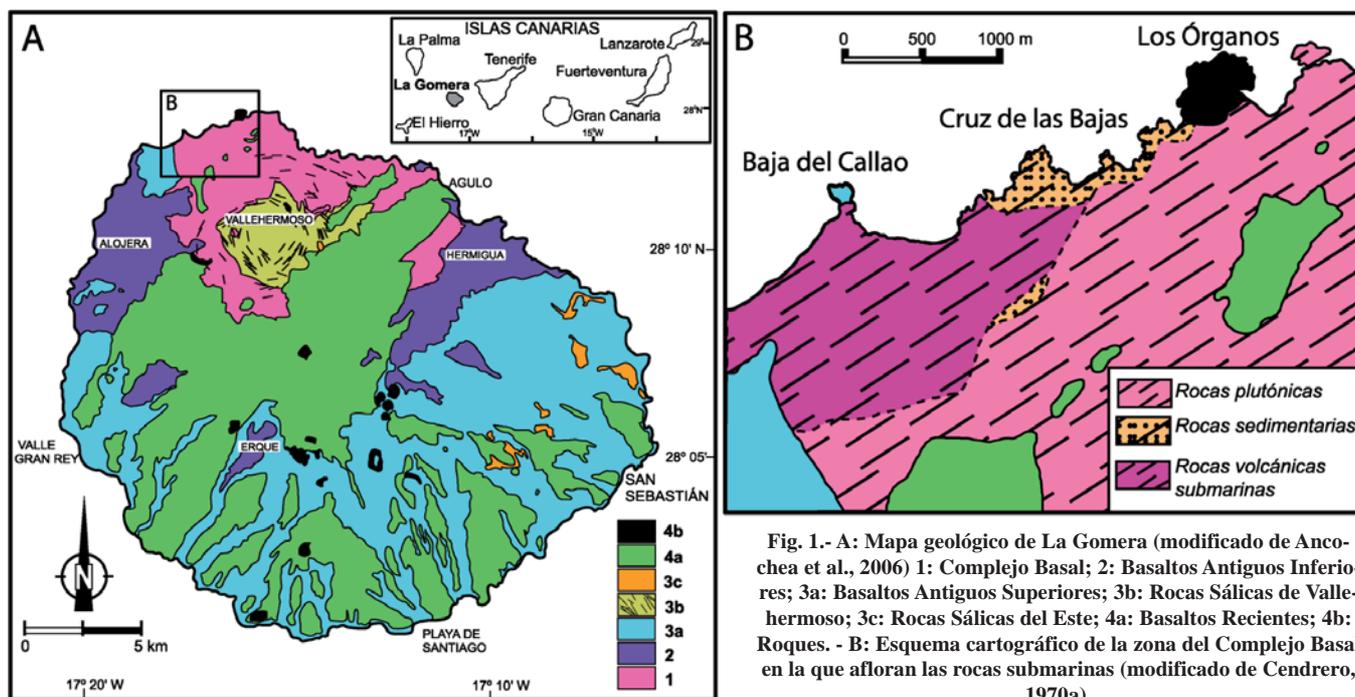


Fig. 1.- A: Mapa geológico de La Gomera (modificado de Ancochea et al., 2006) 1: Complejo Basal; 2: Basaltos Antiguos Inferiores; 3a: Basaltos Antiguos Superiores; 3b: Rocas Sálidas de Vallehermoso; 3c: Rocas Sálidas del Este; 4a: Basaltos Recientes; 4b: Roques. - B: Esquema cartográfico de la zona del Complejo Basal en la que afloran las rocas submarinas (modificado de Cendrero, 1970a).

Fig. 1.- A: Geologic map of La Gomera (modified after Ancochea et al., 2006) 1: Basal Complex; 2: Lower Old Basalts; 3a: Upper Old Basalts; 3b: Vallehermoso Felsic Rocks; 3c: Eastern Felsic Rocks; 4a: Young Basalts; 4b: Roques. - B: Sketch map of the Basal Complex zone where Submarine Rocks outcrop (modified after Cendrero, 1970a)

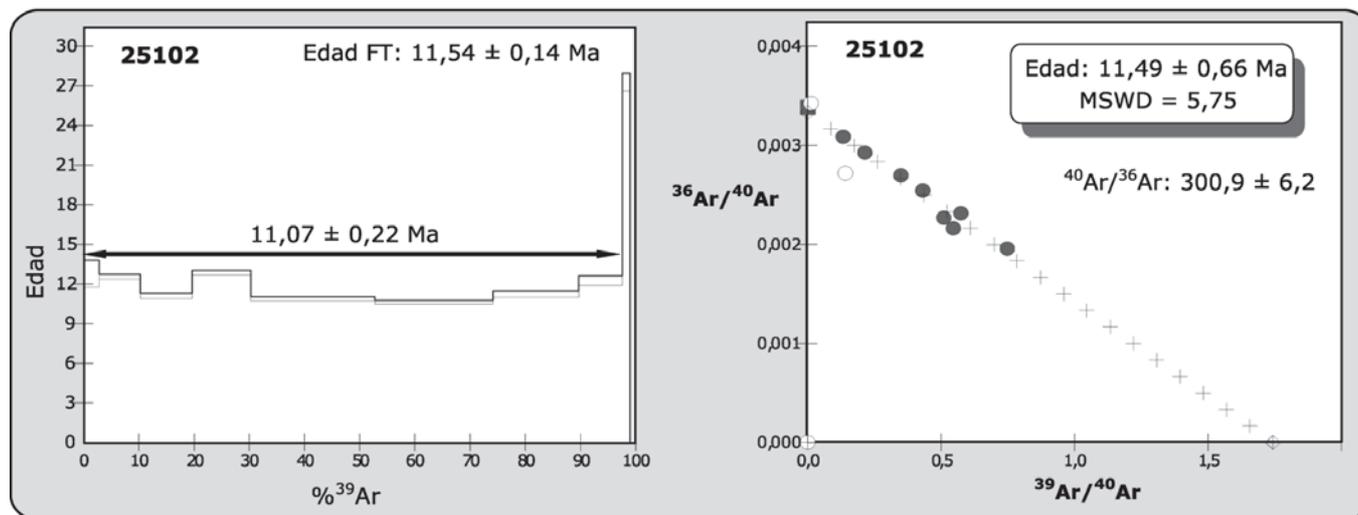


Fig. 2.- Espectro de edad  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  y edad obtenida a partir de la isocrona de la muestra 25102 (roca volcánica del Edificio Submarino).

Fig. 2.-  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  age spectrum and isochron age of the sample 25102 (volcanic rock of the Submarine Edifice).

unidad, desde los aspectos de campo y el análisis petrográfico de todos los materiales que lo componen, hasta la caracterización geoquímica de las rocas plutónicas. Así mismo, fue Cendrero (1970a) el primero en citar en el Complejo Basal materiales volcánicos y sedimentarios.

La datación de los materiales del Complejo Basal (CB) resulta complicada porque habitualmente presentan una elevada transformación, consecuencia de la larga y compleja historia geológica que han experimentado.

Los objetivos de este trabajo son dos: 1) Presentar nuevas edades radiométricas obtenidas en distintos materiales del Complejo Basal de La Gomera: una en la sienita de Tamargada, y dos en rocas volcánicas del Edificio Submarino. 2) A partir de estos nuevos datos, revisar la cronología de los primeros eventos de construcción de la isla.

**El Complejo Basal**

El Complejo Basal aflora en el tercio norte de la isla de La Gomera (Fig. 1 A) y está constituido en su mayor parte por rocas plutónicas de composición básica, originadas durante múltiples episodios intrusivos, y afectadas por diversos eventos de deformación, metamorfismo y metasomatismo (Cendrero, 1970a). Los tipos litológicos son variados, principalmente gabros, gabros olivínicos, piroxenitas y werhilitas (Cendrero 1970a). La deformación está especialmente desarrollada en el sector noroccidental, donde se observan estructuras de deformación dúctil similares a las existentes en Fuerteventura. La «Serie submarina»

aflora en una estrecha banda al noroeste de la isla (Fig. 1 B), al oeste de Los Órganos (Cendrero, 1970a). Todo el conjunto está atravesado por una densa red de diques de composición fundamentalmente basáltica (siendo menos abundantes los de composición sálica) que pertenecen a diversas familias y llegan a constituir en algunos casos más de 80% del volumen total de la roca. La dirección más frecuente de estos diques basálticos es N 70° E.

Los datos existentes sobre las rocas volcánicas submarinas de La Gomera se deben principalmente a Cendrero (1970 a y b) que las sitúa, describe y caracteriza petrográficamente. Los materiales volcánicos son lavas y tobas y, a pesar del elevado grado de alteración y de intrusión filoniana, se reconocen en algunos casos, restos de estructuras almohadilladas. Se trata de rocas de afinidad alcalina, que varían desde basaltos alcalinos a traquiandesitas (Herrera *et al.*, 2006). Las rocas sedimentarias asociadas afloran en la parte más oriental (Fig. 1 B) y, al igual que las rocas volcánicas, se presentan en

pequeños afloramientos entre los diques. Según Cendrero (1970a) se trata básicamente de «restos de rocas sedimentarias detríticas finas, a veces con estratificación cruzada, ligeramente metamorfozadas».

Inicialmente, las rocas volcánicas y sedimentarias de origen submarino fueron consideradas posteriores a las rocas plutónicas y discordantes sobre ellas (Cendrero, 1970a), de forma similar a lo que se suponía que sucedía con otros complejos basales canarios (Fúster y Aguilar, 1965). En posteriores interpretaciones, los sedimentos y las rocas volcánicas pasaron a ser considerados como el encajante de las rocas plutónicas (por ejemplo, Hernández-Pacheco, 1973). Ancochea *et al.* (1996) consideran que en Fuerteventura buena parte de las rocas subvolcánicas del CB son coetáneas no sólo con el edificio submarino, sino también con los edificios subaéreos que forman la isla actual, y que los complejos basales representan tanto la fase de crecimiento submarino de la isla, como las ráf-

	Edad del espectro		Edad de la isocrona	
	% $^{39}\text{Ar}$ total	Edad (Ma)	MSWD	Edad (Ma)
<b>25102</b>	100	11,54 ± 0,14	5,75	11,49 ± 0,66
	97,6	11,07 ± 0,22		
<b>76302</b>	100	8,48 ± 0,14	7,92	7,59 ± 0,81

Tabla I.- Datos de las edades obtenidas en las muestras 25102 (roca volcánica del Edificio Submarino) y 76302 (sienita) mediante el método  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ .

Table I.- Age data obtained in the sample 96130 (volcanic rock of the Submarine Edifice) and sample 76302 (syenite) by the  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  method.

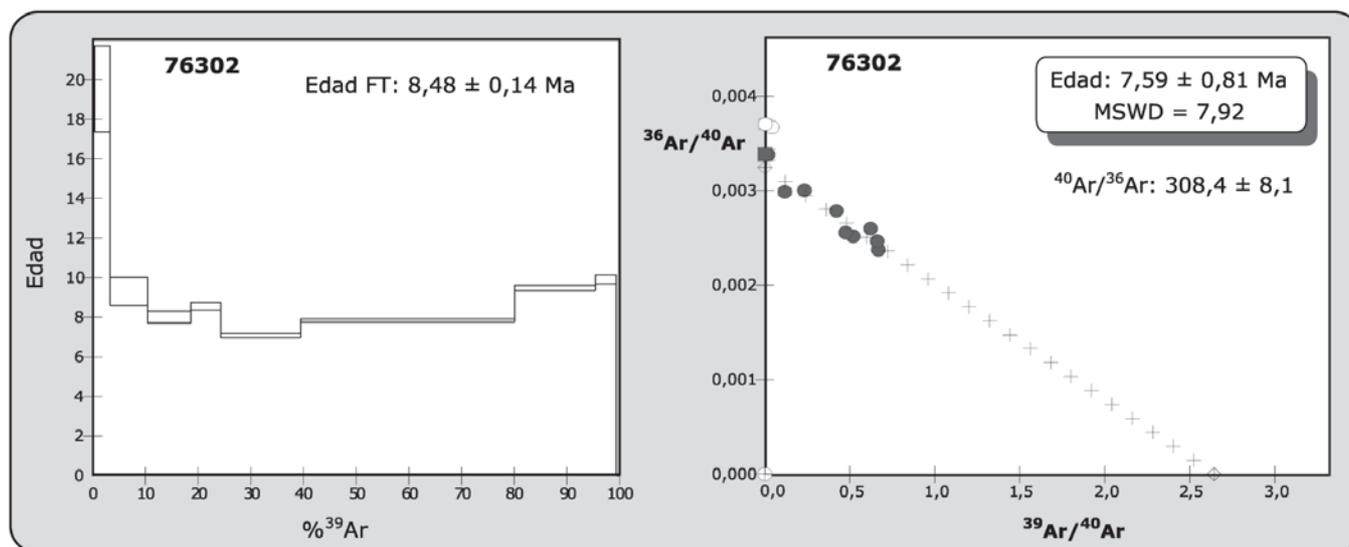


Fig. 3.- Espectro de edad  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  y edad obtenida a partir de la isocrona de la muestra 76302 (sienita).

Fig. 3.-  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  age spectrum and isochron age of the sample 76302 (syenite).

ces subvolcánicas de todas sus fases de crecimiento. Esa misma interpretación dan al Complejo Basal de La Gomera (Ancochea *et al.*, 2006).

#### Edades radiométricas

Para precisar el marco temporal del Complejo Basal se seleccionaron para su datación tres muestras, dos rocas volcánicas del Edificio Submarino y una roca plutónica (Tablas I y II).

La primera datación se realizó mediante el método K/Ar en roca total en el laboratorio comercial *Mass Spec. Services* (USA). Se trata de una de las rocas volcánicas del Edificio Submarino (muestra nº 96.130) que fue muestreada en los alrededores de Tazo (Fig. 1A). Es un basalto olivínico, que aparece entre diques del CB, próximo al contacto con las brechas de Tazo. La edad obtenida es  $11,4 \pm 1,6$  Ma (Tabla II). Aunque el error de la medida es elevado, la edad, como veremos, es plenamente coincidente con la edad  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  obtenida en la otra roca submarina.

Para obtener edades más precisas se dataron otras dos muestras mediante el

método  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  en roca total, en el *Laboratoire de Dynamique de la Lithosphère, Groupe de Géochronologie* (Montpellier, Francia). La primera es un traquibasalto (muestra 25.102) del edificio submarino, muestreado en las proximidades de la localidad de Arguamul, en el camino hacia Los Órganos. La segunda corresponde a una roca de composición sienítica (muestra nº 76.302) que procede del único afloramiento importante de rocas de este tipo citado en La Gomera, próximo a la localidad de Tamargada, en el norte de la isla (Fig. 1A).

Las dos muestras fueron datadas por los autores de este trabajo. Fueron irradiadas en el reactor Siloe del CEN (Grenoble), junto con el estándar utilizado (*Fish Canyon tuff biotite*). El argón se extrajo en 10 escalones de calentamiento, incrementando la temperatura entre 500° y 1400° C. El espectrómetro de masas usado fue un modelo VG 3600. Ambas muestras de roca fueron machacadas y tamizadas, seleccionando la fracción entre 125-177 micras. En el caso de la roca volcánica submarina (25102) se llevó a cabo una preparación específica previamente a

su análisis para evitar que la posible alteración afectara a los resultados. Así, tras triturarla y lavarla, se eliminaron los carbonatos, mediante disolución en ácido nítrico al 5%, y se extrajeron manualmente los posibles carbonatos restantes y las ceolitas. Dentro del método radiométrico  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ , se ha usado la técnica del espectro de edad o calentamiento progresivo. Este procedimiento es el más adecuado para detectar si una muestra ha sufrido diversos eventos de calentamiento o reconocer perturbaciones secundarias del sistema K-Ar.

En el caso de la roca volcánica del Edificio Submarino, la edad calculada mediante el método de la isocrona,  $11,49 \pm 0,66$  Ma (Tabla I y Fig. 2) es muy similar a la de fusión total (FT) de la muestra ( $11,54 \pm 0,14$  Ma) y a la definida por los escalones de calentamiento 1 a 8 ( $11,07 \pm 0,22$  Ma).

La edad obtenida para la sienita no ha resultado tan precisa como la conseguida para la roca volcánica. La edad calculada a partir de la isocrona es de  $7,59 \pm 0,81$  (Tabla I y Fig. 3), ligeramente menor que la obtenida a partir de la fusión total de la muestra,  $8,48 \pm 0,14$ , (Tabla I).

#### Discusión y conclusiones

Las nuevas edades de los materiales volcánicos, ponen de manifiesto que la actividad del Edificio Submarino que aflora en el noroeste de la isla, tiene una edad aproximada de 11,5 Ma, aproximadamente un millón de años menor del comienzo de la actividad del Edificio Antiguo Inferior (alrededor de 10,5 Ma, Ancochea *et al.*, 2006). Esta edad es similar a la obteni-

	$^{40}\text{Ar}^*$ scc/gm x 10-5 ng/g	% $^{40}\text{Ar}^*$	% K	edad (Ma)	error (Ma) ( $2\sigma$ )
96130	0,020	21,3	0,44	11,4	1,6

Tabla II.- Datos de la edad obtenida en la muestra 96130 (roca volcánica del Edificio Submarino) mediante el método K-Ar.

Table II.- Age data obtained in the sample 96130 (volcanic rock of the Submarine Edifice) by the K-Ar method.

da por Cueto *et al.* (2004) en un gabro del CB ( $11,87 \pm 0,12$  Ma), que podría, por lo tanto representar una de las raíces plutónicas de esa fase de crecimiento submarino de La Gomera.

Las rocas sieníticas afloran en la zona central del Complejo Basal, próximas al lugar donde se sitúa el centro de uno de los enjambres de diques sálicos, el enjambre radial oriental (Ancochea *et al.*, 2003). Estas rocas fueron interpretadas por la mayor parte de los autores como pertenecientes a un episodio sálico anterior al edificio subaéreo (Cendrero, 1970a; Rodríguez Losada, 1988; Rodríguez Losada y Martínez Frías, 2004; Cueto *et al.*, 2004), basándose en las edades radiométricas K-Ar que obtuvieron Abdel-Monem *et al.* (1971) en dos hornblendas:  $19,30 \pm 1,58$  y  $14,60 \pm 0,67$  Ma, que eran muy anteriores a las de los edificios subaéreos. Cantagrel *et al.* (1984) obtuvieron una edad de  $9,10 \pm 0,3$  Ma mediante K-Ar en roca total y consideraron que ésta debía interpretarse como una edad mínima y que posiblemente había sido modificada por eventos térmicos o metasomáticos posteriores.

El hecho de que el Enjambre Radial Oriental tenga su centro en las proximidades del afloramiento de la sienita de Tamargada, unido a que las edades obtenidas para los diques de este episodio sálico (entre 8,6 y 7,8 Ma) fueran similares a la obtenida por Cantagrel *et al.* (1984), llevó a proponer a Huertas *et al.* (2000) y

Ancochea *et al.* (2003) que tal vez pudiera existir una relación entre la sienita y el episodio sálico mencionado. Este nuevo dato cronológico ( $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ ) confirma la edad más joven de las sienitas y que por su edad pueden pertenecer al episodio sálico del Edificio Antiguo Superior I (Ancochea *et al.*, 2003 y 2006), el primer episodio sálico conocido de la isla. La sienita de Tamargada, perteneciente al Complejo Basal, representaría pues, una de las raíces del edificio sálico subaéreo.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con el Proyecto BTE2006-03414 y forma parte de las actividades del Grupo de Vulcanismo (Gr. 910469) de la UCM y de la Comunidad de Madrid.

#### Referencias

- Abdel Monem, A., Watkins, N.D. y Gast, P.W. (1971). *American Journal of Science*, 271, 490-521.
- Ancochea, E., Brändle, J.L., Cubas, C.R., Hernán, F. y Huertas, M.J. (1996). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 70, 193-204.
- Ancochea, E., Brändle, J.L., Huertas, M.J., Cubas, C.R. y Hernán, F. (2003). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 120, 197-206.
- Ancochea, E., Hernán, F., Huertas, M.J., Brändle, J.L. y Herrera, R. (2006). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 157, 271-293.
- Bravo, T. (1964). *Estudios Geológicos*, 20, 1-56.
- Cantagrel, J.M., Cendrero, A., Fúster, J.M., Ibarrola, E. y Jamond, C. (1984). *Bulletin of Volcanology*, 47, 597-609.
- Cendrero, A. (1970a). *Estudio geológico y petrológico del complejo basal de la isla de La Gomera (Canarias)*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid, 264 p.
- Cendrero, A. (1970b). *Bulletin of Volcanology*, 34, 537-561.
- Cueto, L.A., Gómez, J.A., Barrera, J.L., Pineda, A., Balcells, R., Cerrato, M., Klein, E., Ruiz, M.T. y Brändle, J.L. (2004). *Mapa Geológico de España, 1:25.000, hoja n° 1.097-IV (Agulo)*. IGME, Madrid.
- Fúster, J.M. y Aguilar, M.J. (1965). *Estudios Geológicos*, 21, 181-197.
- Hernández-Pacheco, A. (1973). *Estudios Geológicos*, 29, 549-557.
- Herrera, R., Ancochea, E. y Huertas, M. J. (2006). *Geogaceta*, 39, 43-46.
- Huertas, M.J., Brändle, J.L., Ancochea, E., Hernán, F. y Cubas, C.R. (2000). *Geogaceta*, 27, 133-137.
- Rodríguez Losada, J.A. (1988). *El Complejo Traquítico-Fonolítico de La Gomera*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid, 414 p.
- Rodríguez Losada, J.A. y Martínez Frías, J. (2004). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 137, 261-284.