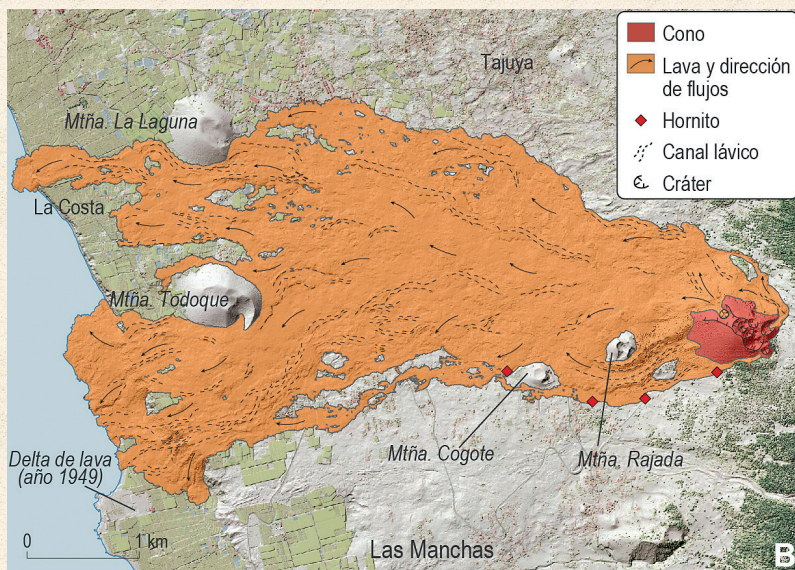


# LA GEOLOGÍA ES NOTICIA

## La erupción de 2021 en La Palma (Islas Canarias) bajo el microscopio



*Meritxell Aulinas,  
Alejandro Rodriguez-Gonzalez,  
Helena Albert Minguez,  
María del Carmen Cabrera,  
Juan Carlos Carracedo,  
James M. D. Day,  
Jose-Luis Fernandez-Turiel,  
Esteban Gazel,  
Harri Geiger,  
Guillem Gisbert Pinto,  
Claudia Prieto-Torrell,  
Valentin R. Troll y  
Francisco José Perez-Torrado*

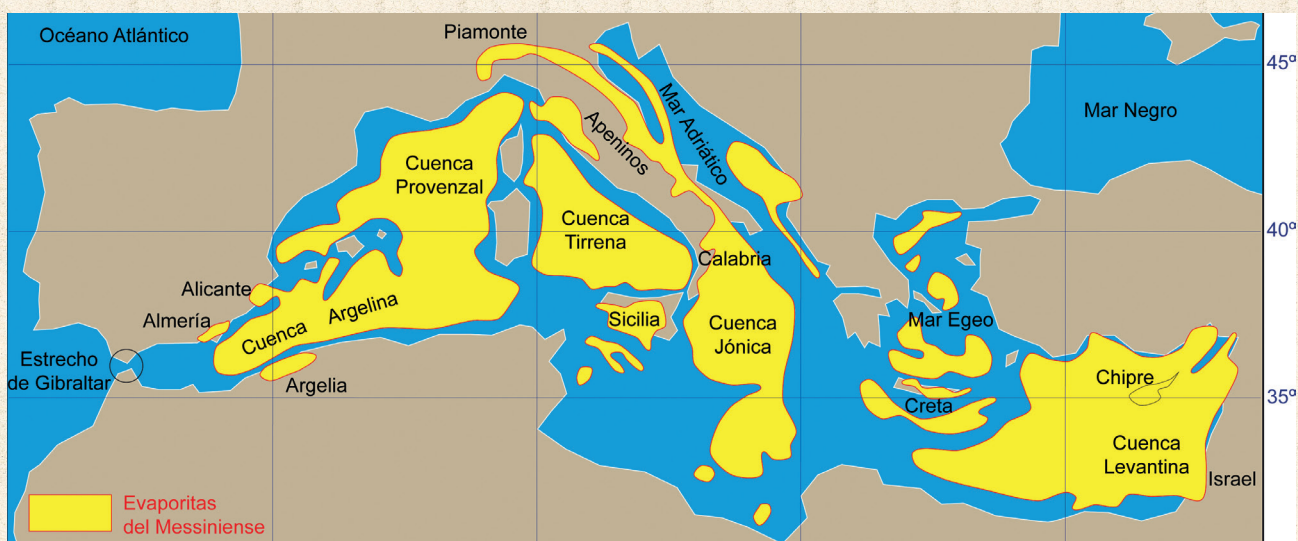
p. (250)

## LA CRISIS DE SALINIDAD DEL MESSINIENSE:

## El papel de los microfósiles durante 60 años de estudio

*Jesús M. Soria,  
Hugo Corbí,  
Francisco Javier Ruiz Sánchez,  
María Lería y  
Luis Gibert*

p. (253)





# La erupción de 2021 en La Palma (Islas Canarias) bajo el microscopio

MERITXELL AULINAS<sup>1</sup>, ALEJANDRO RODRIGUEZ-GONZALEZ<sup>2</sup>, HELENA ALBERT MINGUEZ<sup>1</sup>, MARÍA DEL CARMEN CABRERA<sup>2</sup>, JUAN CARLOS CARRACEDO<sup>2</sup>, JAMES M. D. DAY<sup>3</sup>, JOSE-LUIS FERNANDEZ-TURIEL<sup>4</sup>, ESTEBAN GAZEL<sup>5</sup>, HARRI GEIGER<sup>6</sup>, GUILLEM GISBERT<sup>7</sup>, CLAUDIA PRIETO-TORRELL<sup>1</sup>, VALENTIN R. TROLL<sup>8,2</sup> Y FRANCISCO JOSÉ PEREZ-TORRADO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departament de Mineralogia, Petrologia i Geologia Aplicada, Universitat de Barcelona (UB), Martí Franquès s/n, 08028 Barcelona. [meritxellaulinas@ub.edu](mailto:meritxellaulinas@ub.edu), [halbert@ub.edu](mailto:halbert@ub.edu), [c.prieto-torrell@ub.edu](mailto:c.prieto-torrell@ub.edu)

<sup>2</sup> Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), 35017 Las Palmas de Gran Canaria. [alejandro.rodriguezgonzalez@ulpgc.es](mailto:alejandro.rodriguezgonzalez@ulpgc.es), [mcarmen.cabrera@ulpgc.es](mailto:mcarmen.cabrera@ulpgc.es), [jcarracedo@proyinv.es](mailto:jcarracedo@proyinv.es), [franciscojose.perez@ulpgc.es](mailto:franciscojose.perez@ulpgc.es)

<sup>3</sup> Scripps Institution of Oceanography, Universidad de California San Diego, La Jolla, CA 92037 (Estados Unidos). [jmdday@ucsd.edu](mailto:jmdday@ucsd.edu)

<sup>4</sup> Geociencias Barcelona, GEO3BCN, CSIC, Solé i Sabaris s/n, 08028 Barcelona. [jlfernandez@geo3bcn.csic.es](mailto:jlfernandez@geo3bcn.csic.es)

<sup>5</sup> Earth and Atmospheric Sciences, Universidad de Cornell, Snee Hall, Ithaca, NY 14853 (Estados Unidos). [egazel@cornell.edu](mailto:egazel@cornell.edu)

<sup>6</sup> Institute of Earth and Environmental Sciences, Universidad de Freiburg, 79104 Freiburg im Breisgau (Alemania).

[harri.geiger@minpet.uni-freiburg.de](mailto:harri.geiger@minpet.uni-freiburg.de)

<sup>7</sup> Instituto de Geociencias, CSIC-UCM, Severo Ochoa 7, 28040 Madrid. [ggisbertp@hotmail.com](mailto:ggisbertp@hotmail.com)

<sup>8</sup> Department of Earth Sciences, Natural Resources & Sustainable Development (NRHU), Universidad de Uppsala, 75236 Uppsala (Suecia). [valentin.troll@geo.uu.se](mailto:valentin.troll@geo.uu.se)

La erupción ocurrida entre el 19 de septiembre y el 13 de diciembre de 2021 en la isla de La Palma (Islas Canarias) ha sido la de mayor duración (85 días), la que mayor superficie ha cubierto y la que mayor volumen de material volcánico ha emitido de todas las erupciones históricas documentadas en La Palma.

La erupción tuvo lugar en el flanco oeste de la Dorsal de Cumbre Vieja, una estructura volcánica de tipo *rift* que concentra toda la actividad volcánica de la isla en sus últimos 125 mil años. La erupción ocurrió donde había más probabilidad desde el punto de vista geológico: en una isla en estadio juvenil de evolución, como es la isla de La Palma y en su sector meridional, donde se ha desarrollado la Dorsal o rift de Cumbre Vieja (Fig. 1).

Los precursores sísmicos, que se remontan al año 2017, se hicieron muy patentes entre el 11 y el 18 de

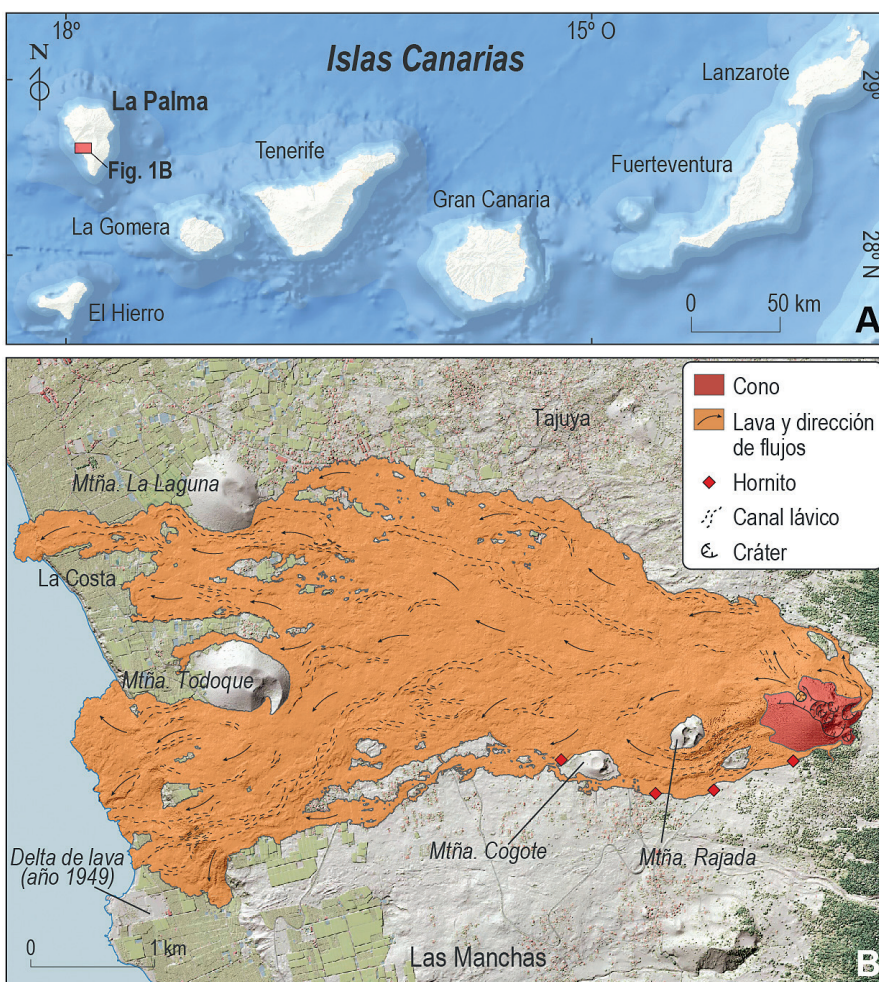


Fig. 1. Mapa de localización de las Islas Canarias (A) y mapa geológico simplificado de la erupción de 2021 en el flanco oeste de la Dorsal de Cumbre Vieja en La Palma (B).



septiembre de 2021, con hipocentros cada vez más superficiales. Además, se observó una deformación del terreno de más de 30 cm el mismo día del inicio de la erupción y una alta concentración de gases de origen magmático (como el helio). Todas ellas fueron las principales señales de una erupción inminente. Ello permitió activar la evacuación de la población, prevista en el Plan de Emergencias Volcánicas de Canarias (PEVOLCA), por lo que no hubo víctimas humanas directas y solamente una víctima durante la erupción por causas indirectas. Sin embargo, las pérdidas materiales han sido muy cuantiosas: destrucción de más de 1600 construcciones, más de 370 hectáreas de cultivo y unos 74 km de carreteras, según datos extraídos de los boletines emitidos por el PEVOLCA.

Más allá de la correcta gestión de la crisis volcánica y de su impacto social y económico, la erupción de Cumbre Vieja ofreció a los científicos y a la sociedad en general una oportunidad única de conocer una erupción volcánica. Este fenómeno natural fue retransmitido prácticamente en directo por los medios de comunicación y suscitó gran interés tanto a nivel nacional como internacional.

### Características de las lavas

Las lavas emitidas en la erupción de Cumbre Vieja han sido mayoritariamente de tipo *a'a'* (malpaís en Canarias), y menos frecuentemente de tipo *pahoehoe* (cordadas en Canarias). Ambas tipologías son características de magmas máficos, es decir, magmas de composiciones relativamente pobres en SiO<sub>2</sub>.

Al microscopio petrográfico muestran texturas, porfídicas e inequigranulares, con fenocristales de tamaños generalmente milimétricos inmersos en una matriz oscura y de grano muy fino (afanítica), cuyos componentes no se diferencian a simple vista (Fig. 2). En los primeros días de erupción, las lavas emitidas contenían fenocristales de piroxeno, anfíbol y, de forma minoritaria, olivino. A partir de finales de septiembre, las fases minerales principales pasaron a ser piroxeno y olivino, desa-

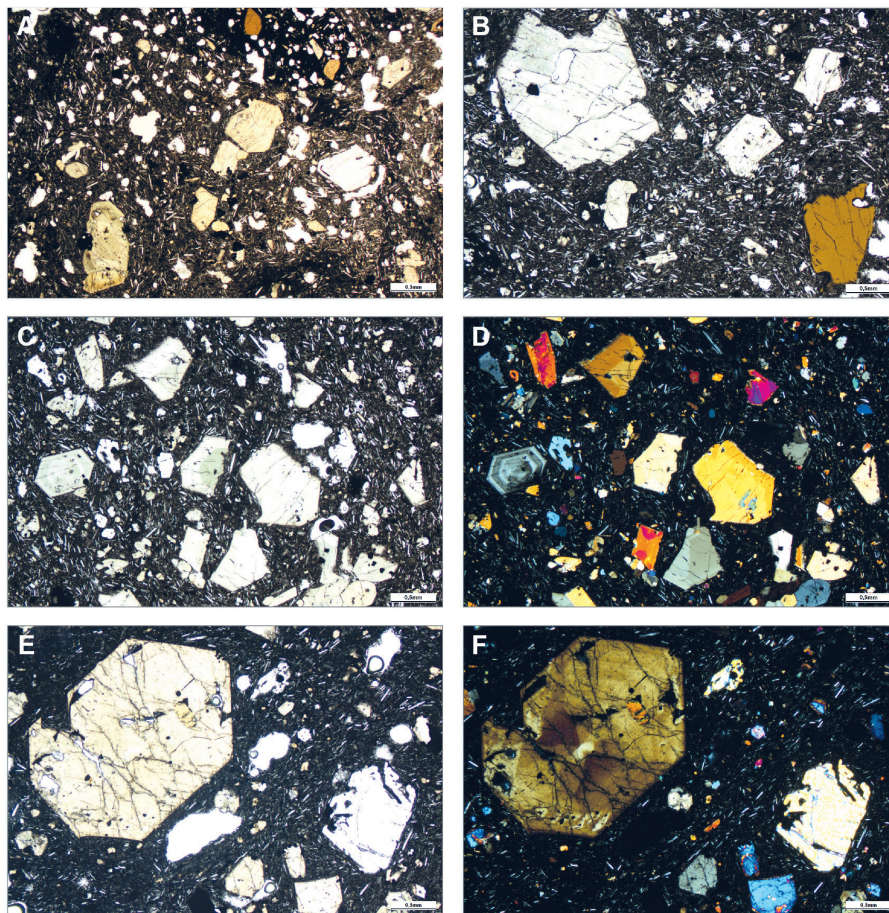


Fig. 2. Microfotografías obtenidas con un microscopio petrográfico con luz polarizada plana (LPP) y luz polarizada cruzada (LPC) de las lavas de La Palma. A) Textura porfídica con fenocristales de piroxeno (color beige), olivino (blanco) y anfíbol (marrón). Se observan vesículas con formas irregulares (blancas) y, en la matriz, destacan microlitos de plagioclasa (blancos rectangulares) y de óxidos de Fe-Ti (negros por su comportamiento opaco). Esta lámina delgada se corresponde con una de las lavas tefríticas que surgieron al inicio de la erupción (imagen en LPP). B) Fenocristales de piroxeno (beige) y un fenocristal de anfíbol (marrón) en una lava tefrítica. Obsérvese que el fenocristal de anfíbol presenta bordes de desequilibrio, especialmente en su parte superior (imagen en LPP). C y D) Lava basáltica presentando textura porfídica en la que destacan los fenocristales de piroxeno (color beige-verde, en LPP) y olivino (color blanco, en LPP) sobre una matriz similar a la de las fotografías A y B. Destaca la zonación en algunos piroxenos, observable tanto en LPP (foto C, con el zonado marcado por la alternancia de colores beige y verdes, estos últimos comúnmente hacia el centro del fenocristal) como en LPC (foto D). E y F) Fenocristal de olivino (derecha) con crecimiento esquelético y fenocristal de piroxeno (izquierda) zonado. Foto E en LPP y foto F en LPC.

pareciendo por completo el anfíbol. Este cambio mineralógico coincidió con un cambio progresivo de la composición química de los magmas, siendo cada vez más ricos en MgO (pasando de tefritas a basanitas). En todas las lavas se observa la presencia de vesículas, que representan los huecos dejados por los volátiles (gases) que contenía el magma. La matriz está formada por microlitos aciculares de plagioclasa, piroxeno y óxidos de Fe-Ti de tamaño inferior a 0,01 mm.

¿Cómo son los fenocristales? La forma de los fenocristales es variada de modo que encontramos cris-

tales en los que se les reconocen todas sus caras cristalinas (euédrales o idiomórficas) y en cambio otros que no presentan ninguna (anhedrales o alotriomórficas). Algunos de los fenocristales se presentan zonados ópticamente, con cambios de colores entre el núcleo del cristal y el borde, sugiriendo una historia compleja durante su formación. Esto sucede especialmente en el caso de los piroxenos. Por otro lado, y principalmente en aquellas lavas de los inicios de la erupción, se observan texturas esqueléticas en los olivinos que sugieren un crecimiento rápido de



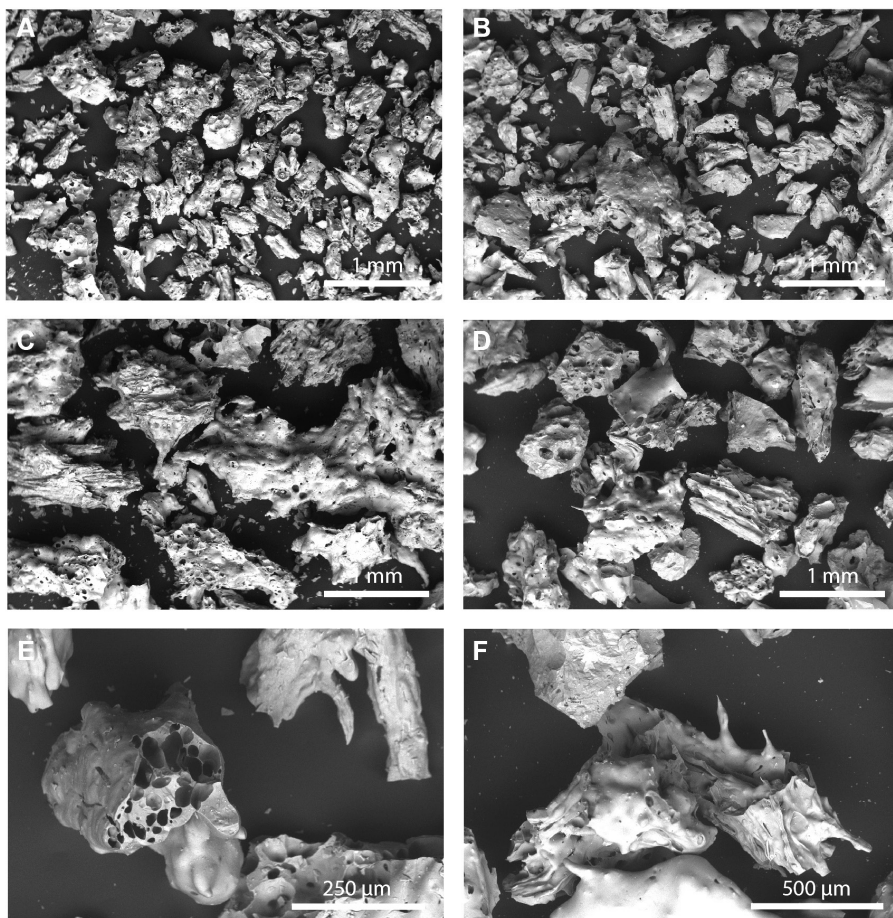


Fig 3. Microfotografías obtenidas con un microscopio electrónico de barrido (MEB o SEM, por Scanning Electron Microscope), empleando un detector BSED (Back Scattering Electron Detector), de cenizas volcánicas de la erupción de La Palma. Están constituidas por partículas con textura fluidal masiva (A) y en bloque (B), formadas por la fragmentación y enfriamiento rápido del magma. El tamaño de las partículas puede superar los 2 mm de diámetro formando lapilli (C). Se observan vesículas en los piroclastos con formas esferoidales, elongadas e irregulares (D y E). El estiramiento del magma durante su enfriamiento y vuelo a gran velocidad puede dar lugar a espículas vítreas (E y F). Los piroclastos son mayoritariamente vítreos, aunque también incluyen cristales previamente formados de plagioclasa, piroxeno, olivino, anfíbol y espinelas de hierro. Secciones de estas últimas pueden apreciarse en color gris claro en la parte superior de la imagen F.

estos cristales. Los anfíboles, presentes únicamente en las primeras lavas, se caracterizan por presentar bordes redondeados en la mayoría de los casos y por mostrar texturas en corona indicativas de un desequilibrio entre estos cristales y el magma (ver Fig. 2).

### Características de los piroclastos de dispersión

Los piroclastos de dispersión son aquellos que, dirigidos por los vientos dominantes, van cayendo a modo de lluvia sobre la superficie cubriéndola homogéneamente como si fuera un manto. En los puntos más cercanos al cono principal se llegaron a medir espesores de más de 2 m en los que la fracción granulométrica

dominante era lapilli (entre 64 y 2 mm). En el resto de las áreas afecta-

das, la fracción granulométrica predominante ha sido la ceniza (<2 mm). Estas cenizas se suelen estudiar con el microscopio electrónico de barrido (MEB o SEM, por *Scanning Electron Microscope*), que permite observar sus características morfológicas, que son reflejo del mecanismo eruptivo que las ha formado (Fig. 3).

En el caso de esta erupción de La Palma, las características morfológicas más relevantes son las típicas de las erupciones estrombolianas: vesiculación no muy elevada, vesículas normalmente coalescentes, generalmente esféricas y de gran tamaño (hasta > 200 μm), bordes de fragmentación muy afilados, pocos fenocristales sueltos, en general incluidos en el vidrio, y paredes entre vesículas no muy delgadas ( $\leq 5 \mu\text{m}$ ).

De forma más ocasional, se observan morfologías en bloque (angulosas con escasa vesiculación) y doble vesiculación (pequeñas vesículas en el interior de vesículas de mayor tamaño), propias de mecanismos hidromagmáticos que se manifestaron a lo largo de la erupción como pulsos de escasa duración (normalmente, pocos minutos) y de mayor explosividad.

### Agradecimientos

Este trabajo se enmarca en los proyectos de investigación LAJIAL (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, ref. PGC2018-101027-B-I00, MCIU/AEI/FEDER, EU) y MESVOL (ULPGC, ref. SD RD 1078/2021 LA PALMA) ●

### REFERENCIAS

Para conocer más datos sobre la erupción, pueden consultarse las siguientes páginas web:

Instituto Geográfico Nacional (<https://www.ign.es/web/vlc-serie-palma>)

Instituto Geológico y Minero de España (<https://info.igme.es/eventos/Erupcion-volcanica-la-palma>)

Copernicus Emergency Management Service de la Unión Europea (<https://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR546>)

Cabildo de La Palma (<https://volcan.lapalma.es/>)

Para saber más sobre el estudio de las lavas al microscopio petrográfico, puede consultarse el artículo de Aulinas, M.; Rodríguez-González, A., Alías, G.; Pérez-Torrado, F.J.; Albert, H.; Cabrera, M.C.; Aguilar, C.: Las rocas ígneas en el microscopio petrográfico. Estrategias y recursos para su aprendizaje, en este mismo volumen de la revista.