

Petrología estructural y mineralogía mantélica de la Peridotita de Loma Caribe, Cordillera Central, República Dominicana

Structural petrology and mantle mineralogy of the Loma Caribe Peridotite, Cordillera Central, Dominican Republic

Javier Escuder-Viruete^{1*}, Mercedes Castillo Carrión¹, Álvaro Rubio Ordóñez², Francisco José Fernández², Fernando Pérez Valera³, Javier Escuder-Magallón¹ y Pablo Valverde Vaquero¹

¹ Instituto Geológico y Minero España - CSIC, C. La Calera 1, 28760 Tres Cantos, Madrid.

j.escuder@igme.es, m.castillo@igme.es, p.valverde@igme.es, javier.escuder@estudiante.uam.es

² Departamento de Geología, Universidad de Oviedo. C. Jesús Arias de Velasco, 33005 Oviedo.

rubioalvaro@uniovi.es, fjfernandez@uniovi.es

³ Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante. 03080 Sant Vicent de Raspeig, Alicante.

fperez@ua.es

*Corresponding author

ABSTRACT

The Loma Caribe Peridotite (LCP) consists of granular and porphyroclastic peridotites, (GP and PCP, respectively). GP developed high-T ductile foliations during the mantle upwelling beneath the spreading ridge and the subsequent crust-mantle shear as the lithosphere migrated away from the ridge. However, the porphyroclastic to mylonitic foliations present in the PCP, as well as those present in the overlying foliated serpentinites, are related to tectonic exhumation and denudation of the mantle. The LCP mantle is composed mainly of depleted harzburgites grading to Cpx-rich harzburgites and lherzolites, with mineral compositions similar to those of fore-arc peridotites. By comparison with experimental data, variations in modal proportions and mineral chemistry are consistent with 26-38% and 12-44% partial melting for PG and PPC, respectively.

Key-words: Loma Caribe Peridotite, mantle fabrics, mantle melting, mantle metasomatism, Dominican Republic.

RESUMEN

Las diferencias texturales, químico-mineralógicas y en la orientación de la fábrica en la peridotita de Loma Caribe (PLC) permiten distinguir peridotitas granulares (PG) y porfiroclásticas (PPC). Las PG presentan foliaciones dúctiles de alta-T desarrolladas durante el ascenso de manto bajo una zona de dorsal y el posterior cizallamiento corteza-manto producido al alejarse la litosfera de la dorsal. Sin embargo, las foliaciones porfiroclásticas a miloníticas presentes en las PPC, así como la presente en las serpentinitas foliadas suprayacentes, se relacionan con la exhumación tectónica y denudación del manto. El manto de la PLC está compuesto principalmente por harzburgitas empobrecidas que gradualmente pasan a harzburgitas ricas en Cpx y lherzolitas, con composiciones minerales similares a peridotitas de ante-arco. En comparación con datos experimentales, las variaciones en las proporciones modales y la química mineral son consistentes con 26-38% de fusión parcial para las PG y 12-44% para las PPC.

Palabras-clave: Peridotita Loma Caribe, fábricas del manto, fusión de manto, metasomatismo de manto, República Dominicana.

Geogaceta, 74 (2023), 35-38

<https://doi.org/10.55407/geogaceta98187>

ISSN (versión impresa): 0213-683X

ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 31/01/2023

Fecha de revisión: 20/04/2023

Fecha de aceptación: 26/05/2023

Introducción

En el margen septentrional de la placa de Caribe, diversos macizos ofiolíticos representan vestigios de litosfera oceánica obducida y acrecionada al margen meridional de la placa de América del Norte durante la colisión final arco-continente en el Eoceno medio-superior (Lewis et al., 2006). Localizado en el Dominio de la Cordillera Central de la República Dominicana (Fig. 1), el macizo peridotítico de Loma Caribe se extiende unos 100 km en la dirección NO-SE desde el área de La Vega hasta el norte de Santo Domingo. La Peridotita de Loma Caribe (PLC) ha sido interpretada como: (a) un fragmento de litosfera oceánica

de una cuenca de tras-arco relacionada con la subducción al NE de la placa Pacífica, o hacia el SO de la proto-Caribeña; (b) litosfera de ante-arco de la placa Caribeña; o (c) una mélangé ofiolítica formada durante la inversión en la polaridad de subducción (Mercier de Lepinay, 1987; Lewis y Draper, 1990; Draper et al., 1996; Lewis et al., 2006; Marchesi et al., 2016; Farré-de-Pablo et al., 2020). En este trabajo se describen y analizan las fábricas estructurales y la mineralogía primaria de la PLC a escala regional con el fin de establecer las relaciones entre la evolución estructural, petrológica y mineralógica para así reconstruir su historia tectónica, magmática y metasomática.

Litologías, fábricas y estructuras

En el sector de La Vega, la PLC está constituida por una sección mantélica de ~2,0 km de espesor, sobre la que se superpone una delgada corteza pluto-volcánica (~0,1-0,8 km; Escuder-Viruete, 2010). El contacto entre el manto y la corteza aflora muy raramente y el Moho original no está preservado. Localmente, las rocas volcánicas están en contacto deposicional o tectónico con las rocas del manto. La base de la sección mantélica no aflora, por lo que se desconoce si se superpone a una base anfibolítica dinamo-térmica. La PLC está principalmente compuesta por harzburgitas que contienen pequeños cuerpos, diques

y venas de dunitas, cromititas, orto y clinopiroxenitas.

Las diferentes fábricas, junto con las texturas y composiciones minerales permiten subdividir el manto en peridotitas porfiroclásticas (PPC) y peridotitas granulares (PG). Aunque su distribución no está claramente establecida.

La foliación mantélica en las harzburgitas está definida por el estiramiento y fragmentación del ortopiroxeno, y por el alineamiento de los granos de cromita, así como por un bandeo modal difuso. En las PG es posible reconocer a escala de afloramiento dos foliaciones de desarrollo débil. La foliación dominante presenta una dirección NE a ENE y un alto ángulo de buzamiento al NO o SE, sub-perpendicular a la elongación y al bandeo magmático acumulado en lentes de dunitas y cromititas y sub-paralela a diques piroxeníticos. Esta foliación se interpreta

como resultado del flujo astenosférico ascendente bajo la zona de dorsal.

La foliación secundaria presenta una dirección N130°E±25 y ángulos de buzamiento medios y bajos al NE y SO. Esta foliación es sub-paralela al cumulado magmático y localmente corta al ortopiroxeno elongado de la primera foliación. Esta fábrica está sobrepuesta por fábricas dúctiles sub-paralelas de menor T y se interpreta como resultado del cizallamiento corteza-manto a medida que la litosfera se aleja de la zona de dorsal.

En contraste, las PPC presentan una foliación bien desarrollada y más penetrativa. La foliación tiene una dirección NO a ONO y un ángulo de buzamiento de medio a alto generalmente hacia el SO. La foliación es localmente milonítica y se caracteriza por una lineación de estiramiento NO-SE a O-E. Su desarrollo

está acompañado por una reducción del tamaño de grano y la transposición extrema de las intrusiones duniticas y piroxeníticas.

Hacia los niveles estructurales más altos las peridotitas están extensamente serpentinizadas y cizalladas, dando lugar a un tramo de serpentinitas foliadas de espesor entre 50 y 350 m. Estas serpentinitas foliadas están intruidas por diques y sills sub-concordantes de gabros y doleritas, que muestran contactos enfriados. Estas fábricas y texturas implican una deformación litosférica progresivamente más fría, relacionada con la exhumación y denudación tectónica. Esta deformación retrógrada puede explicar el súbito enfriamiento de los magmas máficos, los contactos entre basaltos y manto, favorecer la infiltración de fluidos superficiales, la serpentización y las condiciones de fO₂ reducidas.

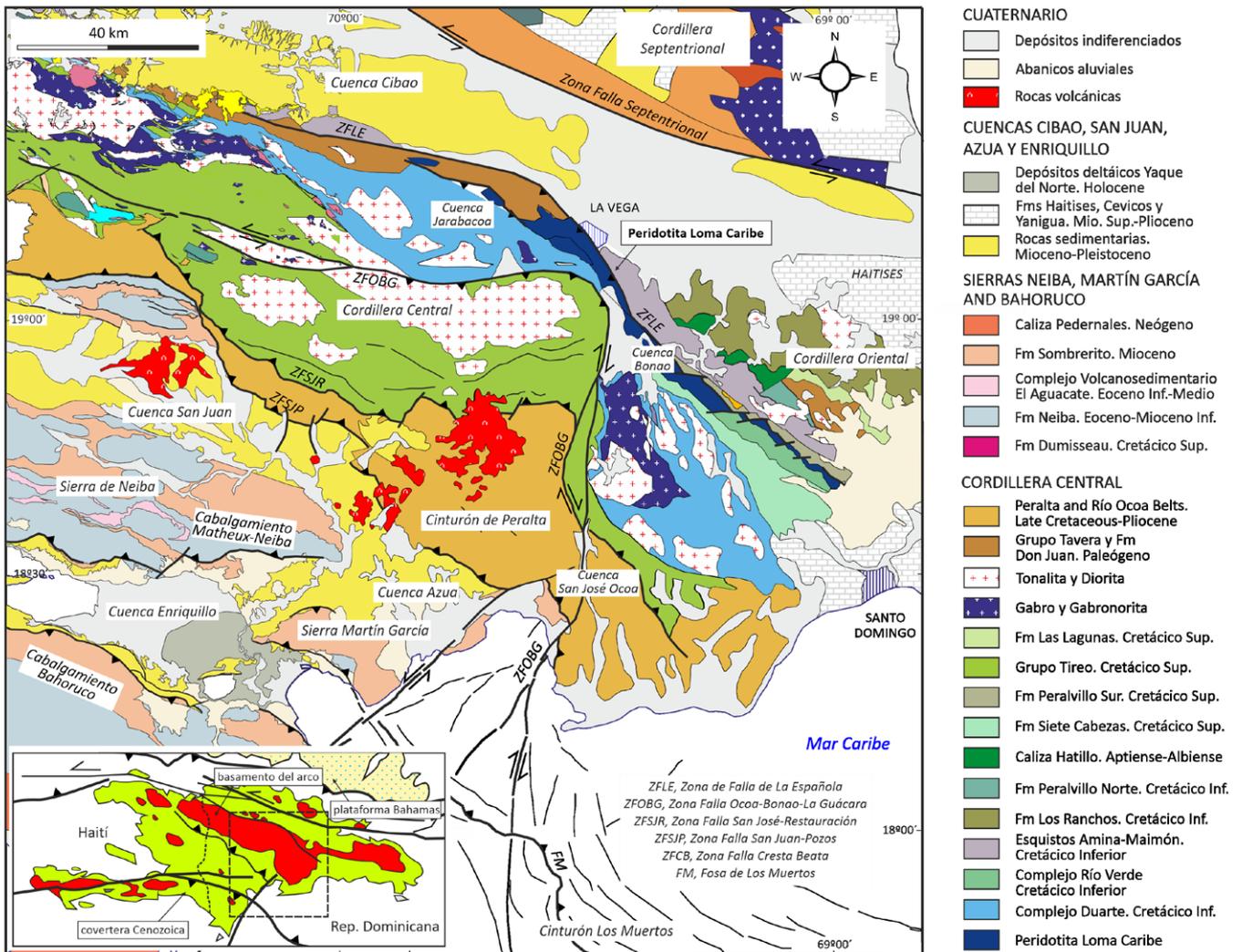


Fig. 1. Mapa geológico esquemático mostrando la situación de la Peridotita Loma Caribe en la Cordillera Central de la República Dominicana y en la isla de La Española (recuadro). Ver figura en color en versión web.

Fig. 1. Schematic geological map showing the location of the Loma Caribe Peridotite in the Cordillera Central of the Dominican Republic and in the Hispaniola Island (inlet). See color figure on web.

Además de las fábricas pre-emplazamiento descritas, la PLC está afectada por fábricas dúctil-frágiles y frágiles relacionadas con episodios deformativos sin- y post-emplazamiento. La compresión durante el Eoceno medio-superior se manifiesta con un plegamiento a escala regional de vergencia NE, relacionado con cabalgamientos dirigidos al NE, así como retro-cabalgamientos dirigidos al SO y pliegues asociados, que son responsables del basculamiento, plegamiento e incluso inversión local de la PLC. Estas estructuras deforman también a unidades clásticas olistostrómicas y turbidíticas del Grupo Tavera (Eoceno superior-Oligoceno). El acortamiento en el Mioceno superior-Pleistoceno re-aplasta todas las estructuras anteriores y genera un grupo de fallas inversas de dirección ONO a NO, con ángulos de buzamiento medio y alto al NE y SO, así como desgarres NE-SO a O-E.

Texturas y mineralogía

La litología dominante en la PLC es harzburgita, que gradúa localmente a harzburgita rica en clinopiroxeno (<6%

modal) y lherzolita. El contenido modal de olivino varía entre 58 y 88%; el ortopiroxeno entre 12 y 34%; y la Cr-espinela entre 0,4 to 1,5%. El anfíbol está presente como accesorio. Las PG presentan una textura granuda secundaria de tamaño de grano uniforme (4-8 mm, máx. 12 mm), en la que el olivino y el ortopiroxeno no muestran deformación interna. Los contactos curvados olivino-olivino y olivino-piroxeno sugieren su modificación por procesos de fusión parcial. Las PPC presentan porfiroclastos milimétricos elongados de olivino y ortopiroxeno (y raro clinopiroxeno) rodeados por una matriz neoblástica de grano fino (<0,3 mm) compuesta por olivino, orto y clinopiroxeno, espinela y en ocasiones anfíbol (Mg-hornblenda a tremolita). Los neoblastos presentan generalmente extinción recta y contornos poligonales con puntos triples a 120°, indicativos de una recristalización pervasiva.

La composición mineral fue obtenida mediante microsonda electrónica en el CNME de Madrid. Los minerales de las harzburgitas no muestran zonación, exhiben una pequeña variación composicional, y se asemejan principalmente a

las peridotitas de zona de supra-subducción (ZSS). El olivino presenta un estrecho rango composicional (Mg# 89-93; Fig. 2a) para una limitada variación en NiO (0,28-0,50 wt.%). La Cr-espinela muestra un amplio rango composicional de Cr# (Cr/(Cr+Al)) entre 0,14 y 0,91, para Mg# (Mg/(Mg+Fe²⁺)) entre 0,22 y 0,75 (Fig. 2b). Los contenidos en TiO₂ (<0,02 wt.%; Fig. 2c) y NiO (0,01-0,09 wt.%) son muy bajos. Por tanto, las Cr-espinelas comparten composiciones características tanto de las peridotitas abisales como de las de ZSS. El ortopiroxeno exhibe un alto Mg# (Mg/(Mg+Fe^{tot})) entre 0,90 y 0,93, para contenidos bajos en Al₂O₃ (0,7-4,2 wt.%), Cr₂O₃ (0,40-0,62 wt.%) y TiO₂ (<0,02%); similares a los de peridotitas de ZSS (Fig. 2d). Análogamente, el clinopiroxeno presenta un alto Mg# (0,90-0,96); pero bajo Al₂O₃ (1,0-5,2 wt.%), Cr₂O₃ (0,7-1,1 wt.%), Na₂O (<0,03 wt.%) y TiO₂ (0,01-0,12 wt.%) (Figs. 2e, f).

En las PG, sin embargo, el clinopiroxeno de textura intersticial puede presentar un mayor contenido en TiO₂ (<0,5 wt.%) y Na₂O (<0,3 wt.%), así como la espinela intersticial ser más rica en TiO₂ (<0,2 wt.%), sugiriendo la interacción con, o la

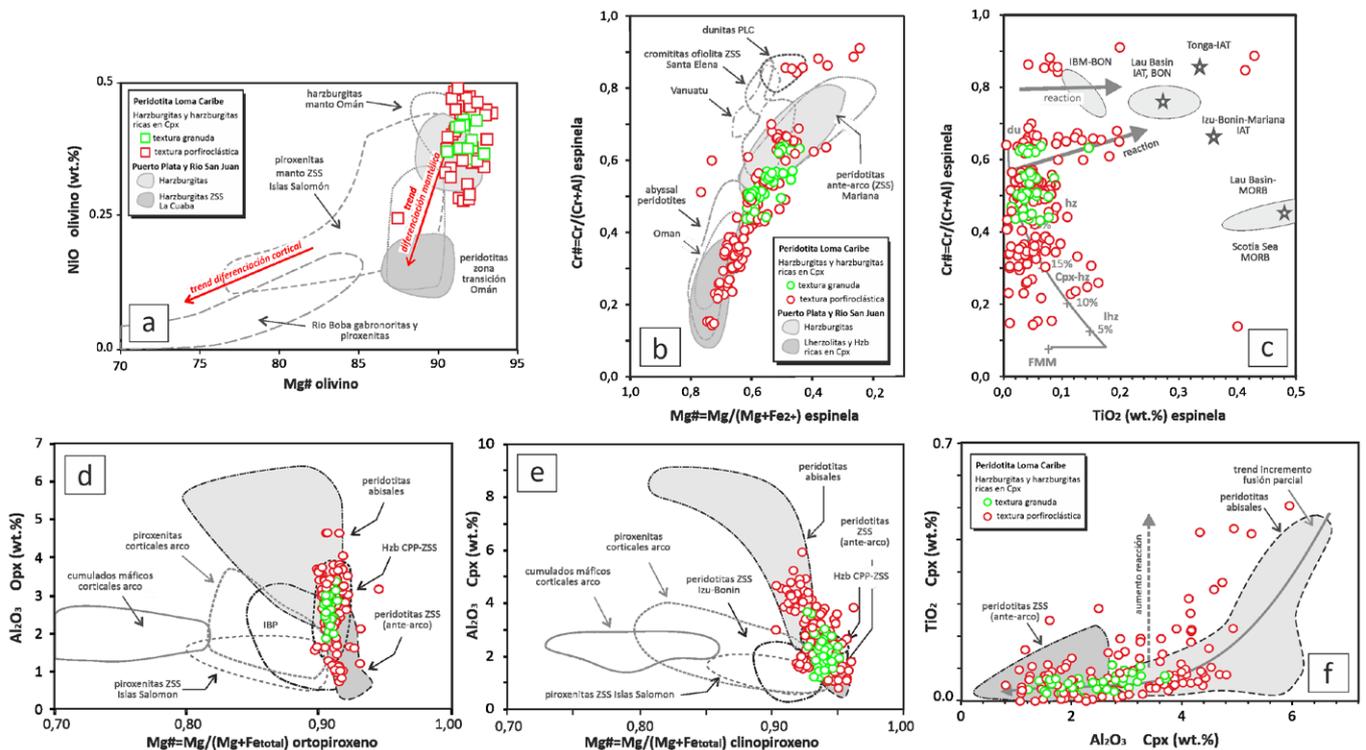


Fig. 2. Diagramas de (a) Mg# versus NiO₂ en el olivino, (b) Mg# versus Cr# en la espinela, (c) TiO₂ versus Cr# en la espinela, (d) Mg# versus Al₂O₃ en el ortopiroxeno, (e) Mg# versus Al₂O₃ en el clinopiroxeno, y (f) Al₂O₃ versus TiO₂ en el clinopiroxeno para las harzburgitas de la PLC. Las referencias de los campos composicionales están incluidas en Escuder-Viruete et al. (2014, 2015). ZSS, zona de supra-subducción; Hzb ZSS-CPP, harzburgitas del Complejo Ophiolítico de Puerto Plata. Ver figura en color en versión web.

Fig. 2. Plots of (a) Mg# vs. NiO₂ in Ol, (b) Mg# vs. Cr# in Spl, (c) TiO₂ vs. Cr# in Spl, (d) Mg# vs. Al₂O₃ in Opx, (e) Mg# vs. Al₂O₃ in Cpx, and (f) Al₂O₃ versus TiO₂ in Cpx for the LCP harzburgites. References to compositional fields are included in Escuder-Viruete et al. (2014, 2015). ZSS, supra-subduction zone; Hzb ZSS-CPP, Harzburgites from the Puerto Plata Ophiolitic Complex. See color figure on web.

cristalización desde, un fundido que impregna la peridotita. El anfíbol intersticial también indica el paso de fluidos hidratados tardíos. Estas características composicionales están también presentes en las PPC y se atribuyen a la circulación de un fundido hidratado evolucionado durante la deformación de la peridotita. En general, las PPC muestran un mayor rango de composición mineral que las PG, lo que implica un mayor grado de fusión en equilibrio de un manto fértil fuente de MORB. Por comparación con los datos experimentales de Hirose y Kawamoto, estas tasas gradúan entre 12 y 44% para las PPC frente a 26 y 38% para las PG, las cuales son más altas a las propuestas por Marchesi et al. (2006) mediante modelización geoquímica e incluyendo lherzolitas.

Conclusiones

El análisis estructural, petrológico y mineralógico regional de la PLC revela importantes diferencias en la textura, química-mineral y orientación de las fábricas, que nos permite distinguir dos tipos de peridotitas. Las PG presentan dos foliaciones dúctiles de alta-T. La primera es sub-perpendicular al bandeo acumulado en dunitas-cromititas y sub-paralela a diques piroxeníticos. Se interpreta como una fábrica astenosférica relacionada con el flujo ascendente de manto bajo una zona de dorsal. La segunda fábrica traspone a la primera y es subparalela a los lentes de dunitas-cromititas, y su desarrollo se relaciona con el cizallamiento corteza-manto producido al alejarse la litosfera de la dorsal. Las PPC muestran fábricas subparalelas al techo estructural del macizo peridotí-

tico, que se caracteriza por la formación de serpentinitas foliadas, interpretándose como relacionadas con la exhumación tectónica del manto.

El manto de la PLC está compuesto principalmente por harzburgitas empobrecidas que gradúan a harzburgitas ricas en clinopiroxeno y lherzolitas, con composiciones minerales similares a las de peridotitas de ante-arco. Variaciones en la composición modal y la química mineral son consistentes con un mayor rango de fusión parcial en las PPC que en las PG. La presencia de venas y sills de dunitas, cromititas y piroxenitas implica un flujo magmático canalizado, que interacciona de manera limitada con las harzburgitas caja. Por tanto, un proceso mixto acumulado y de reacción para estas intrusiones explica mejor la presencia de espinela rica en Ti y de anfíbol y clinopiroxeno intersticial. Las harzburgitas porfiroclásticas registran condiciones redox más reducidas, posiblemente como resultado de la interacción con fluidos tardíos relacionados con la serpentinización durante la deformación.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado por el proyecto PID2019-105625RB-C22 del MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033. Los autores agradecen los comentarios realizados por dos revisores anónimos que han contribuido a mejorar el manuscrito.

Referencias

Draper, G. Gutiérrez, G. y Lewis, J.F. (1996). *Geology*, 24, 1143–1146. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1996\)024<1143:-](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1996)024<1143:-)

TEOTHP>2.3.CO;2

Escuder-Virueite, J. (2010). *Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6073-I (La Vega)*. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 249 pp.

<https://www.sgn.gob.do>

Escuder-Virueite, J. Castillo-Carrión, M. Gabites, J. Suárez, A. y Pérez-Estaún, A. (2014). *Lithos* 196–197, 261–280.

<https://doi.org/10.1016/j.lithos.2014.03.013>

Escuder-Virueite, J. Baumgartner, P.O. y Castillo-Carrión, M. (2015). *Lithos* 231, 16–34.

<https://doi.org/10.1016/j.lithos.2015.05.019>

Farré-de-Pablo, J. Proenza, J.A. González-Jiménez, J.M. Aiglsperger, T. García-Casco, A. Escuder-Virueite, J. Colás, V. y Longo, F. (2020). *Geoscience Frontiers*, 11, 2083–2102.

<https://doi.org/10.1016/j.gsf.2020.05.005>

Hirose, K. y Kawamoto, T. (1995). *Earth and Planetary Science Letters* 133, 463–473.

Lewis, J.F. y Draper, G. (1990). En: *The Caribbean Region* (G. Dengo y J.E. Case, Eds.), Geological Society of America, The Geology of North America, H, 77–140.

Lewis, J.F. Draper, G. Proenza, J.A. Espaillet, J. y Jiménez, J. (2006). *Geologica Acta*, 4, 237–263.

<https://doi.org/10.1344/105.000000368>

Marchesi, C. Garrido, C.J. Proenza, J.A. Hidas, K. Varas-Reus, M.I. Butjosa, L. y Lewis, J.F. (2016). *Lithos*, 252–253, 1–15.

<https://doi.org/10.1016/j.lithos.2016.02.009>

Mercier de Lépinay, B. (1987). *L'évolution géologique de la bordure nord-caribbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Hispaniola (Grandes Antilles)*. Thèse d'Etat, Université Pierre et Marie Curie, 366 p.