

Caracterización petrográfica y geoquímica de la Unidad Quebrada El Volcán

Diego Ortiz¹

*1 Dpto. Geología, Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico. (Quito-Ecuador).
diego.ortiz@geoinvestigacion.gob.ec*

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo analizar las características petrográficas y geoquímicas de la Unidad Quebrada El Volcán, reportada por INIGEMM (2016), que permitirá establecer una hipótesis sobre la génesis de la misma. El área de estudio está ubicada en la provincia de Loja, al sur de Ecuador. Geológicamente constituye un cinturón de rocas metamórficas que se enmarcan dentro de la Cordillera Real. La Unidad Quebrada El Volcán consiste en una secuencia de rocas meta-volcánicas y meta-volcanoclásticas, en las que se evidencian facies de bajo grado metamórfico. La geoquímica de las secuencias volcánicas muestra características de basaltos subalcalinos formados en un arco de islas con una importante contribución de sedimentos durante el proceso de subducción.

Palabras clave: Geoquímica, Petrografía, Cartografía, Loja

ABSTRACT

This research aims to analyze the petrographic and geochemical characteristics of the Quebrada El Volcán Unit, reported by INIGEMM (2016), which will allow to establish a hypothesis about the genesis of the same. The study area is located in the province of Loja, south of Ecuador. Geologically it constitutes a belt of metamorphic rocks that are framed within the Cordillera Real. The Quebrada El Volcán Unit consists of a sequence of meta-volcanic and meta-volcanoclastic rocks, in which facies with low metamorphic grade are evidenced. The geochemistry of the volcanic sequences shows characteristics of sub-alkaline basalts formed in an arch of islands with an important contribution of sediments during the subduction process.

Key words: Geochemistry, Petrography, Mapping, Loja

1. Introducción

Esta investigación tiene por objetivo analizar las características petrográficas y geoquímicas de la Unidad Quebrada El Volcán reportada por el Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (2016), lo cual permitirá establecer una hipótesis sobre la génesis de la misma.

La zona de estudio se localiza en la provincia de Loja, al sur de Ecuador. Geológicamente constituye un cinturón de rocas metamórficas que se enmarcan dentro de la Cordillera Real.

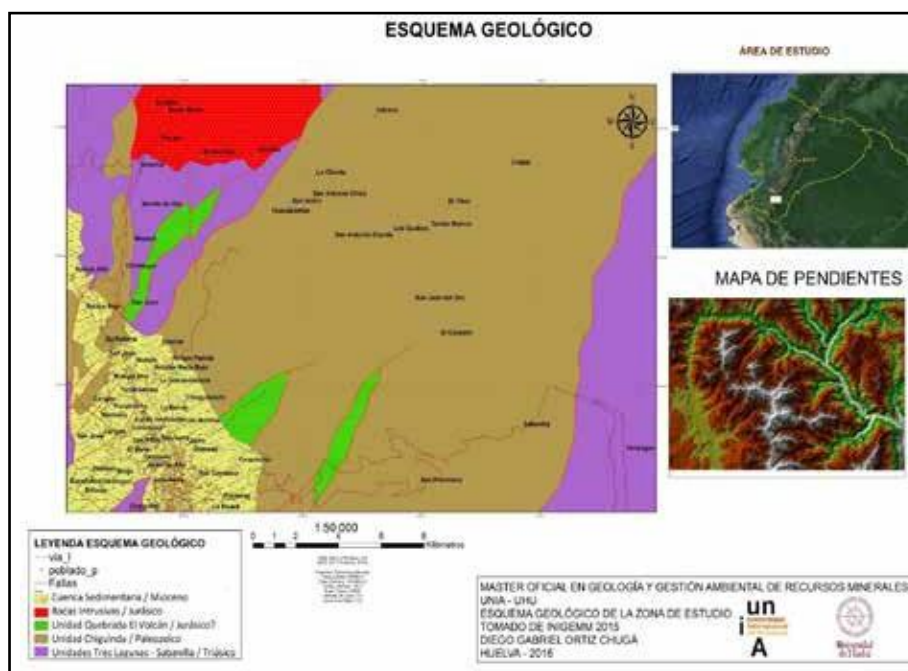
La Unidad Quebrada El Volcán (INIGEMM, 2016) consiste de una secuencia de rocas meta-volcánicas y

meta-volcanoclásticas, en las cuales se evidencia facies con bajo grado metamórfico. La geoquímica realizada a las secuencias volcánicas muestra características de basaltos subalcalinos formadas en un arco de islas con un importante aporte de sedimentos durante el proceso de subducción.

2. Metodología

El proyecto fue planteado con base en la observación de campo realizada durante el levantamiento geológico de la Hoja Geológica Loja Norte (1:50 000) durante el año 2015 (Mapa No. 1).

Mapa No. 1
Esquema geológico de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia

Estas observaciones permitieron identificar y recolectar información en campo, relacionadas a secuencias litológicas que no habían sido reportadas en proyectos anteriores.

En el marco del proyecto Investigación Geológica y Disponibilidad de Ocurrencias de Recursos Minerales en el Territorio Ecuatoriano, ejecutado por INIGEMM, se iniciaron los trabajos de campo en

el año 2015, durante los cuales se realizó el levantamiento y cartografía geológica; incluyendo los análisis de láminas delgadas y geoquímica de roca total.

Para los análisis de laboratorio se recolectaron 17 muestras de roca, de las cuales 7 presentan análisis de geoquímica de roca total y 17 presentan análisis de láminas delgadas.

Geología

En Ecuador se han desarrollado varias investigaciones geológicas de carácter regional en las que se describe de manera general las estructuras y la litología de la Cordillera Real. Varias de estas investigaciones han contribuido con nuevos datos para un mayor entendimiento de las características geológicas y evolutivas de la Cordillera Real.

El estudio que ha caracterizado a la Cordillera Real fue el realizado por Litherland, Aspden y Jemielita (1994), en el que se describe el basamento de la Cordillera Real como un conjunto de rocas metamórficas enmarcadas dentro de cinco terrenos metamórficos que difieren de edad y origen entre sí.

En la zona de estudio, el basamento de la Cordillera Real está formado por el Terreno Loja (Litherland et al., 1994) que incluye las unidades litotectónicas de Chigüinda, Agoyán, Monte Olivo, Tres Lagunas y Sabanilla. Sin embargo, durante el levantamiento geológico fueron identificadas varias secuencias litológicas que discrepan con la conceptualización del Terreno Loja, las cuales fueron caracterizadas en la Unidad Quebrada El Volcán (INIGEMM, 2016).

La Unidad Quebrada El Volcán consiste de una secuencia de rocas que varían desde facies volcánicas a facies detríticas y volcanoclásticas, en las cuales se evidencia un bajo grado de metamorfismo. Los principales afloramientos se observan en las quebradas Mamanuma (UTM: 698 200 E; 9 569 000N), El Volcán (UTM: 702 500E; 9 562 500N) y un tramo de la vía Loja – Zamora (UTM: 706 000E; 9 559 000N).

Litológicamente se observan alternancias métricas de filitas negras localmente grafitosas (Gráfico No. 2A), meta-tobas de color verde ligeramente foliadas (Gráfico No. 2D) y meta-aglomerados de color gris oscuro, con matriz filítica negra localmente grafitosa, cuyos líticos varían en tamaño desde guijarros a cantos (Gráfico No. 2C) y puntualmente bloques principalmente de cuarzo y cuarcitas, cuya morfología va de subredondeada a angular. En estas rocas se evidencia un clivaje de foliación no penetrativo. Además, ocurren meta-basaltos de color verde grisáceo (Gráfico No. 2B), textura subporfirítica con clivaje de foliación ligeramente desarrollado y no penetrativo, macroscópicamente presentan cristales de plagioclasa, anfíbol y minerales de alteración como epidota, clorita y sericita.

Gráfico No. 2

A) Filitas negras localmente grafitosas. B) Meta-basaltos con textura subporfirítica con segregación de clorita, epidota ± carbonatos. C) Meta aglomerados con guijarros y cantos subredondeados de cuarcita en una matriz filítica negra. D) Alternancias de meta-tobas de grano fino a muy fino de color gris verdoso.



Fuente: Elaboración propia

Hacia la vía Loja – Zamora afloran facies volcanoclásticas caracterizadas por meta-brechas de composición andesítica, textura clástica con clivaje de foliación sub-penetrativo, con guijarros de cuarcitas y filitas, cuya morfología varía desde subangulares hasta angulares, englobados en una matriz microcristalina de plagioclasa. Se intercalan facies volcánicas de color gris verdoso con textura subporfirítica, cristales subhedrales de plagioclasa, clorita y epidota; además, afloran meta-tobas de color café grisáceo que presenta clivaje de foliación penetrativo.

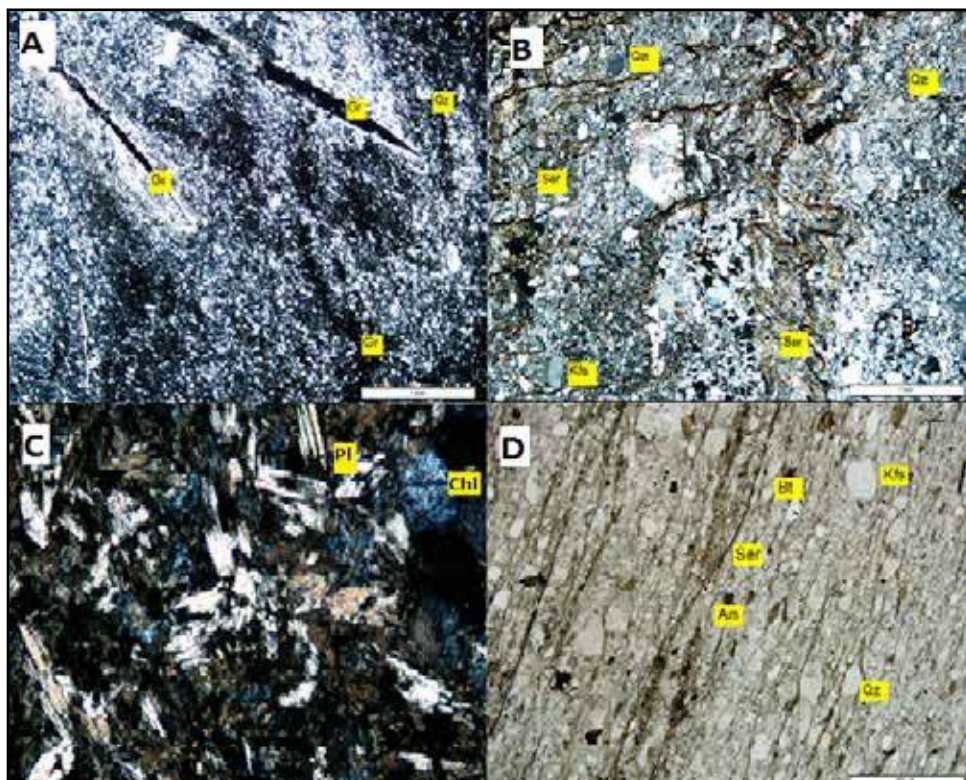
El análisis microscópico sugiere que las filitas negras (Gráfico No. 3A) presentan textura lepidoporfidoblástica, matriz de cuarzo y cristales de grafito tabulares, incluyéndose en las facies de subesquistos verdes con un protolito pelítico, con el desarrollo de un clivaje de foliación. Los meta-aglomerados (Gráfico No. 3B) tienen matriz con segregación cuarzo moscovítica, textura lepidogranoblástica con moscovita, cuarzo, plagioclasa y feldespato alcalino; los líticos son predominantemente cuarcitas

con textura granoblástica con cuarzo y moscovita; estas rocas estarían asociadas a facies de subesquistos verdes con protolito psamítico; además, se observa el desarrollo del clivaje de foliación que es afectado por un clivaje de crenulación.

Las meta-tobas (Gráfico No. 3D) microscópicamente exhiben tamaño desde pelítico a psamítico, textura granoblástica con cristales de cuarzo, feldespato, plagioclasa y anfíbol englobados en una matriz clastosoportada de cuarzo \pm sericita. Los meta-basaltos (Gráfico No. 3C) exhiben textura subporfirítica y localmente lepidoblástica con matriz microcristalina de plagioclasa y piroxeno, cristales pseudomorfos de piroxeno y olivino cuyas coronas de alteración presentan clorita, epidota y tremolita-actinolita. Esta paragénesis mineral se asocia a un protolito volcánico básico en facies de subesquisto verde. La deformación en estas rocas es incipiente ya que no se observa el desarrollo de clivaje; sin embargo, se evidencia cristales de plagioclasa ligeramente rotados.

Gráfico No. 3

A) Filita grafitosa con cristales de grafito englobados en una matriz de cuarzo. B) Meta-aglomerado con matriz cuarzo micácea gránulos de cuarcitas, en el cual se desarrolla clivaje de crenulación. C) Matriz microcristalina del metabasalto con entrecrecimiento radial de plagioclasa. D) Facies detríticas con líticos subredondeados con sorteo moderado, con clivaje de esquistosidad no penetrativo.



Fuente: Elaboración propia

En la Unidad Quebrada El Volcán la deformación está caracterizada por el comportamiento reológico de las diferentes facies que se exhiben; por ejemplo, en las facies volcánicas se observó una fase de deformación que genera un clivaje S1 caracterizado por una esquistosidad subpenetrativa en dirección NE – SO y buzamientos subverticales; en tanto que las facies volcanoclásticas presentan hasta 2 fases de deformación, la S1 representa un clivaje de foliación subpenetrativa y la deformación S2 desarrolla un clivaje de microcrenulación subpenetrativo; microscópicamente se observan estructuras sigma y delta con una componente de cizalla dextral.

Geoquímicamente la Unidad Quebrada El Volcán exhibe características de basaltos subalcalinos (Gráfico No. 4A) formadas en un arco de islas (Gráfico No. 4B), presentan un enriquecimiento de elementos incompatibles LILE (Rb, Ba y Th) con una anomalía positiva bien marcada en Pb lo que sugiere un importante aporte de sedimentos en el proceso de subducción (Gráfico No. 4C). En relación a los elementos incompatibles HFSE se observa una marcada anomalía negativa de Nb y una ligera anomalía de Ti, lo que es una característica típica de rocas resultantes de magmatismo en zonas de subducción y, una ligera anomalía de Eu que indicaría el fraccionamiento de plagioclasa durante su génesis.

En el diagrama de incompatibilidad de Tierras Raras normalizado a condrita de Nakamura (1974) (Gráfico No. 4D), el patrón no es plano, se observa que las concentraciones de LREE (Tierras Raras Ligeras) son enriquecidas en La, Ce, Pr y Nd, entre el orden de 8x a 80x condrita y la anomalía de Ce presenta una ligera tendencia negativa, lo cual sugiere la incorporación de sedimentos durante el proceso de subducción. En relación a las HREE (Tierras Raras Pesadas) son empobrecidas respecto a las Tierras Raras Ligeras (LREE) como se observa en los elementos Ho, Dy, Yb y Lu; los restantes elementos HREE presentan espectros semiplanos en valores en torno a 8x y 20x condrita, este patrón que indica el diagrama de Nakamura (1974) muestra un fraccionamiento de LREE a HREE que es propio de procesos de diferenciación magmática.

3. Discusión

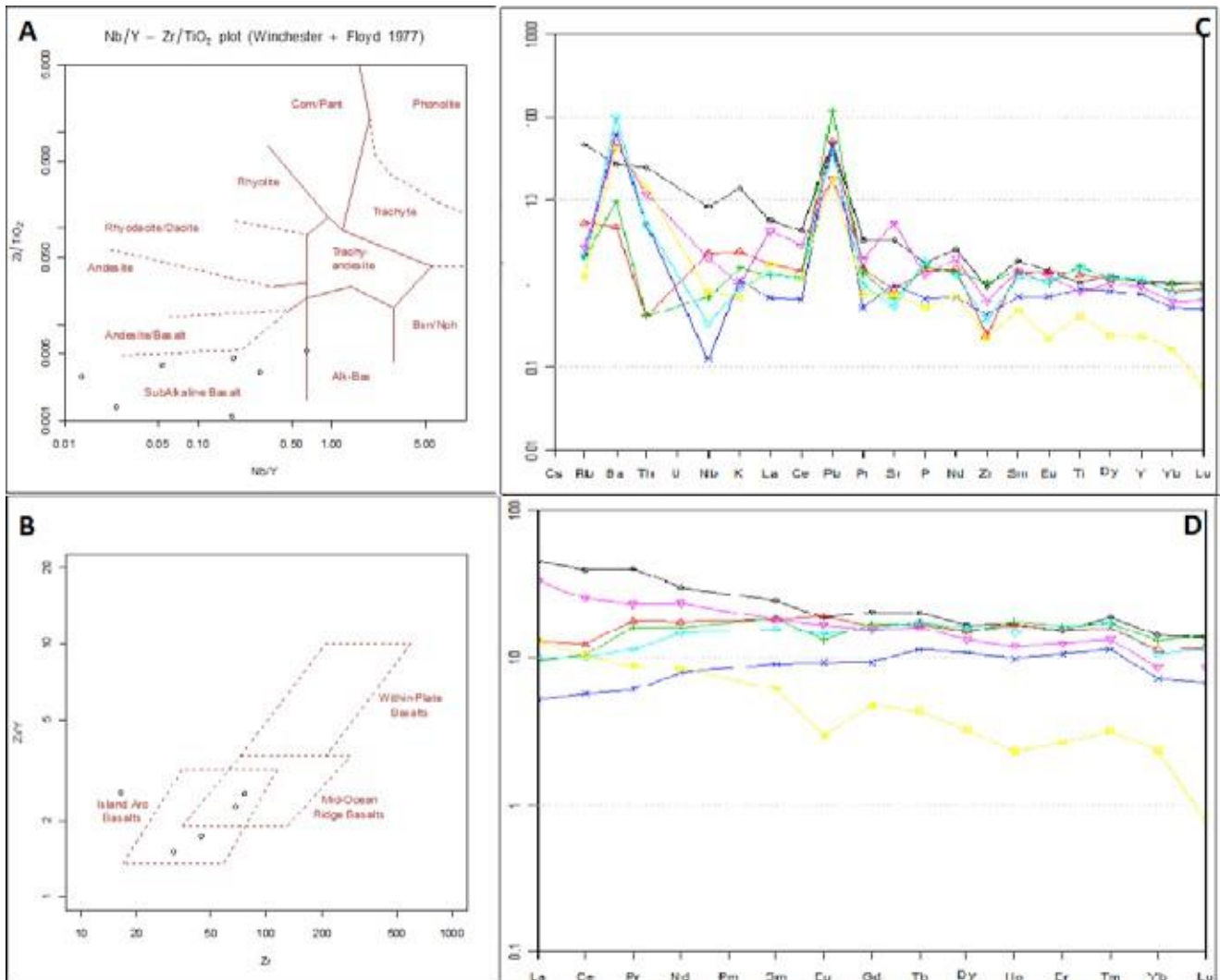
Durante el desarrollo del proyecto Cordillera Real, Litherland et al., (1994) identificaron secuencias litológicas constituidas por basaltos y, en menor cantidad andesitas basálticas y andesitas. Geoquímicamente presentan características de basaltos de piso oceánico con una mínima contaminación de elementos LILE y fraccionamiento de las fases minerales máficas, mismas que fueron definidas dentro de la Unidad Alao-Paute, la cual fue considerada como un arco de islas oceánico alóctono desarrollado en el Jurásico medio que posteriormente se acrecionó al continente.

Por otra parte, los estudios geoquímicos y geocronológicos dentro de la Unidad Alao-Paute, realizados por Cochrane (2013) y, Spikings, Cochrane, Villagomez, Van der lelij, Vallejo, Winkler y Beate, (2015), señalan la existencia de un arco autóctono formado sobre una zona de subducción que buza al este, a lo largo de un margen continental adelgazado, ya que las secuencias de esta unidad presentan características de enriquecimiento en Tierras Raras Ligeras, lo que es más característico de las rocas de subducción.

Durante esta investigación se observa que la Unidad Quebrada El Volcán exhibe secuencias volcánicas y volcanoclásticas, correlacionables a los datos reportados por Litherland et al., (1994); las mismas que geoquímicamente exhiben características similares a la Unidad Alao-Paute. Por lo tanto, la problemática evidenciada, se basa en la ocurrencia de un volcanismo de arco de islas dentro del Terreno Loja, lo cual indicaría que posiblemente el límite entre los terrenos Loja y Alao, planteado por Litherland et al., (1994) se genera hacia el este de donde actualmente es cartografiado; o la ocurrencia de esta unidad en la zona de estudio, justificaría el desarrollo de un arco de islas en una corteza continental adelgazada, que en este caso sería el Terreno Loja, hipótesis planteada por Cochrane (2013) y Spikings et al., (2015).

Gráfico No. 4:

A) Diagrama de clasificación de rocas volcánicas (Winchester y Floyd, 1977). B) Ambiente geotectónico (Pearce y Norry, 1979). C) Diagrama de Sun y McDonough (1989) normalizado a N-MORB. D) Diagrama de incompatibilidad de tierras raras normalizado a condrita (Nakamura, 1974).



Fuente: Elaboración propia

*Este artículo fue publicado en las Memorias VIII Jornadas en Ciencias de la Tierra editada y organizada por la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador.
Agradecemos su participación en este número como artículo invitado

4. Conclusiones

La litoestratigrafía de la Unidad Quebrada El Volcán exhibe secuencias volcánicas y volcanoclásticas, caracterizadas por meta-basaltos, meta-tobas y filitas negras asociadas a facies de subesquistos verdes, que podrían ser correlacionables con las litologías reportadas en el Terreno Alao.

Mediante el análisis e interpretación de los datos geoquímicos proporcionados por el Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico, se plantea como resultados que las rocas de la Unidad Quebrada El Volcán, exhiben características de basaltos subalcalinos formadas en un arco de islas, que presentan un enriquecimiento de elementos incompatibles LILE (Rb, Ba y Th) con una anomalía positiva bien marcada en Pb lo que sugiere un importante aporte de sedimentos en el proceso de subducción. En relación a los elementos incompatibles HFSE se observa una marcada anomalía negativa de Nb y una ligera anomalía de Ti, lo que es una característica típica de rocas resultantes de magmatismo en zonas de subducción. Además, la ocurrencia de una ligera anomalía de Eu, indicaría el fraccionamiento de plagioclasa durante su génesis.

Agradecimientos: Este proyecto de investigación fue parte de la consecución del Trabajo de Fin de Máster, el cual fue posible gracias a la Fundación Carolina quien expidió la beca para la realización de los estudios de cuarto nivel. Al Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico el que a través de sus autoridades, permitió el uso de los datos obtenidos durante el levantamiento geológico; así como a mis familiares y amigos que siempre han estado presentes en cada etapa de mi vida. Por otra parte al Dr. Arturo Egüez, quien ha sabido transmitir sus conocimientos teóricos y prácticos de una manera cordial y genuina.

5. Referencias

Cochrane, R. (2013). U-Pb thermochronology, geochronology and geochemistry of NW South America: Rift to drift transition, active margin dynamics and implications for the volume balance of continents. Tesis Doctoral, UNIVERSITÉ DE GENÉVE, Faculté des sciences de l'Université de Genève, Cap (Sudáfrica), 184pp.

INIGEMM. (2016). Memoria Técnica Mapa Geológico-co Loja 1:100 000. Proyecto Investigación Geológica y disponibilidad de ocurrencias de recursos minerales en el Territorio Ecuatoriano. Memoria no publicada. Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico. Quito.

Litherland, M., Aspden, J., y Jemielita, R. (1994). The metamorphic belts of Ecuador. Nottingham, Inglaterra: British Geological Survey. 147p.

Nakamura N. (1974). Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na, and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 38, 757-775.

Pearce, J.A., y Norry, M.J. (1979). Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, y Nb. Variations in volcanic rocks: Contributions to Mineralogy and Petrology, v. 69, 33-37.

Spikings, R., Cochrane, R., Villagomez, D., Van der Lij, R., Vallejo, C., Winkler, W. y Beate B. (2015). The geological history of northwestern South America: from Pangaea to the early collision of the Caribbean Large Igneous Province (290–75Ma). *Gondwana Research*, 45p.

Sun, S., y McDonough, W. (1989). Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Saunders, Norry (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*. Geol. Soc. London Spec., 313-345.

Winchester, J. y Floyd, P. (1977). Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chem. Geol.*, 20: 325-343.