

Evolución de los granitoides del arco volcánico paleógeno de Cuba (Sierra Maestra)

M. Pérez, K. Sukar, B. Peña*, R. Rodríguez, G. Capote*, I. Milia, R. Toujague*, J. F. Lewis*

El trabajo presenta los resultados de una investigación realizada en la cordillera de la Sierra Maestra (Cuba oriental), específicamente en las áreas de desarrollo del Arco Volcánico Paleógeno, uno de los conjuntos rocosos más interesantes de la Isla de Cuba. Fueron desarrolladas un conjunto de investigaciones petrológicas, que permitieron por una parte caracterizar, desde el punto de vista de su macrocomposición y su microcomposición, los distintos complejos rocosos y por otra arribar a conclusiones sobre la génesis y desarrollo de la citada área.

De acuerdo al actual nivel de conocimiento geológico para la zona, las conclusiones a las que se arriba resultan de gran novedad.

Introducción

El Arco Volcánico Paleógeno (AVP) se desarrolla fundamentalmente al sureste de la Isla de Cuba, Sierra Maestra, continuación emergida de la Cresta Caimán, cortada al sur por la falla Oriente. Forma una cadena una cadena montañosa de 250 km, desde la Bahía de Guantánamo al este hasta Cabo Cruz al oeste. Su corte stratigráfico comienza con las rocas volcano-sedimentarias del Arco Volcánico Cretácico (unidades Palma Mocha, de edad

Aptiano - Turoniano y Manacal, de edad Campaniano-Maestrichtiano), las cuales constituyen el basamento del arco. Sobre ellas yace con discordancia angular y hiatus stratigráficos la secuencia del grupo "El Cobre" y cortando ésta se desarrollan los granitoides cercanos al flanco sur. Estos forman una larga franja de macizos en dirección sublatitudinal, con formas y tamaños variados; aquellos menores de 10 km² se caracterizan por la homogeneidad en su composición, mientras los de mayores tamaños, hasta 90 km², tienen composición diversa.

Las características geoquímicas de estos granitoides constituyen el elemento fundamental para el conocimiento de su evolución, con este objetivo fue realizado el presente trabajo.

Se estudiaron aproximadamente 140 muestras representativas de los principales macizos de la región, se llevaron a cabo análisis petrográficos detallados, análisis químicos por vía húmeda y Absorción Atómica de los elementos mayoritarios. De 20 muestras tomadas se realizaron análisis de traza de tierras raras por Activación Neutrónica. El procesamiento de los datos geoquímicos se realizó con el programa de computación NewPet [1], para los elementos mayoritarios y el programa

Instituto de Geología y Paleontología (IGP), La Habana, Cuba.

* Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear (CEADEN), La Habana, Cuba.

TRAZAS [2] para los elementos de tierras raras.

Características petrográficas

El estudio petrográfico permitió diferenciar las siguientes variedades de rocas: gabro-norita, gabro, gabro-diorita, diorita, diorita cuarcífera, granodiorita, tonalita, monzonita, monzodiorita, granito y micropegmatita. Ellas en general se caracterizan por granulometrías media-fina, textura holocristalina, frecuentemente porfiróidea y bajos contenidos de feldespato potásico. El mineral máfico representativo es la hornablenda y subordinadamente biotita y piroxeno.

Las rocas básicas de esta región no presentan un gran desarrollo, ellas se encuentran representadas en las zonas de endocontacto de los mayores macizos Daiquirí, Nima-Nima y otros, además forman cuerpos como Alcaraza y Cojímar y grandes bloques o xenolitos. Una característica específica de ellas es su textura taxítica lo cual indica que fueron afectadas por fuertes procesos tectónicos, los cuales no influyeron sobre el resto de las rocas intrusivas de la Sierra Maestra. Relacionadas espacial y temporalmente con estas rocas básicas se encuentran: dioritas, dioritas cuarcíferas y plagiogranitos con carácter porfiróideo.

Las granodioritas, tonalitas, dioritas y sus variedades cuarcíferas representan la mayor parte de las rocas de la Sierra Maestra, aproximadamente el 75 %. Ellas generalmente presentan textura hipidiomórfica-granular, predominando la plagioclasa de composición andesina (An 40-50); los contenidos de feldespato-potásico alcanzan valores de hasta 20 %.

Las rocas que presentan menor desarrollo (hasta ahora las menos estudiadas) son las monzonitas y monzodioritas, que se encuentran limitadas solamente a la región Yamagua-Tártaro; su contenido de feldespato-potásico llega

hasta 30 % y contienen abundantes minerales accesorios.

En trabajos realizados anteriormente, tomando en cuenta los minerales normativos de los granitoides, Eguipko y Pérez (1980) establecieron una asociación gabro-diorítica-plagiogranítica con varias fases. Actualmente se han establecido de acuerdo con las características geólogo-petroológicas tres formaciones: gabro-plagiogranítica, tonalítico-granodiorítica y monzodiorítica [3]. La segunda fue datada por el método K-Ar y arrojó una edad de 45 m.a. (Eoceno medio).

Características geoquímicas

A partir de los resultados de los análisis químicos de los elementos mayores se situaron las muestras en el diagrama de clasificación de LeMaitre y se proyectaron los diagramas binarios de Harker, Maniar y Piccoli, Debon y Le Fort, así como los ternarios AFM y Na_2O , K_2O , CaO .

Elementos mayores

El estudio de elementos mayoritarios corrobora la existencia de tres formaciones. En el diagrama de Harker SiO_2 - K_2O , se muestran claramente las tres tendencias establecidas. Un grupo de muestras con contenidos de K_2O menores de 1 % y una tendencia casi horizontal las cuales representan a la formación gabro-plagiogranítica, otro grupo con contenidos de K_2O mayor de 1 % con tendencia al aumento del contenido de K_2O en la medida que aumenta el SiO_2 representado por la formación tonalítica-granodiorítica y un tercer grupo representado por rocas con contenidos mayores de 2 % de K_2O que representan a la formación monzodiorítica.

En cuanto a los contenidos de TiO_2 , Al_2O_3 , MgO , FeO (total) y CaO , disminuyen en la medida que aumenta el contenido de SiO_2 , esto indica un proceso de

cristalización fraccionada durante la evolución de estas rocas.

En el diagrama $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$, se observa el carácter predominantemente cálcico de la mayoría de las rocas de la Sierra Maestra, observándose sólo un carácter alcalino para los diferenciados finales (granito, granito-aplita) de la formación tonalito-granodiorítica.

Teniendo en cuenta los análisis de los elementos mayoritarios y los datos petrográficos en las rocas intrusivas ácidas-medias de la Sierra Maestra, se observa una variación lateral de oeste a este de la acidez. En Marea del Portillo (extremo oeste) aparecen pequeños cuerpos de gabro-diorita con contenidos de SiO_2 que varían desde 48,7 hasta 54 %, en Daiquirí (extremo este) hay un gran predominio de rocas con altos contenidos de SiO_2 que alcanzan valores de hasta 76 %, mostrando que existe un centro de acidez en el macizo Daiquirí (Hernández, J., comunicación personal).

En cuanto al contenido de K_2O se observa un aumento de sur a norte en un área restringida (Yamagua-Tártaro), coincidiendo con la polaridad de este arco, en el cual la zona de subducción se ubica al sur con inclinación hacia el norte; no obstante es necesario corroborar si esta tendencia continúa hacia el norte, ya que hasta el momento son escasos los datos que se tienen sobre esta zona.

En los diagramas de Maniar y Piccoli, 1989, y Debon y Le Fort, 1983, se puede observar que la mayoría de estos granitoides tiene un marcado carácter metalumínico, esta es una característica propia de los granitoides de arcos de isla [4]. Este hecho coincide con las características mineralógicas observadas: predominio de la hornblenda, seguido por la biotita y la augita.

En el gráfico AFM la distribución de las rocas estudiadas en los campos toleítico y calco-alcalino, demuestra que en el campo

toleítico predomina la formación gabro-plagiogranítica. En el diagrama de Le Maitre 1989 se observan las variaciones de los contenidos de K_2O desde muy bajo, campo en el cual predominan las rocas de la formación gabro-plagiograníticas hasta alto, campo ocupado por las rocas de la formación monzodiorítica y los diferenciados finales de la formación tonalítica-granodiorítica.

Lo anteriormente expuesto confirma la presencia de tres series en la región: toleítica (formación gabro-plagiogranítica), calco-alcalina (formación tonalítica-granodiorítica) y calco-alcalina con alto contenido de K (formación monzodiorítica).

Elementos traza

Los elementos traza analizados fueron las tierras raras ligeras y pesadas, los patrones de tierras raras están normalizados con respecto a los condritos [5]. La forma de los patrones de abundancia va desde plana para la formación gabro-plagiogranítica, hasta con apreciable pendiente para la formación monzodiorítica, lo cual responde al proceso evolutivo desde la tendencia toleítica hasta calco-alcalina con alto contenido de K [6].

En estos patrones la inclinación de la rama de las tierras raras ligeras es mayor que las pesadas, lo cual indica mayor fraccionamiento de las primeras; este hecho y la anomalía negativa de Ce observada en todos los patrones son propios de las rocas de arcos de isla [7].

En los patrones de la serie calco-alcalina con alto contenido de K, formación monzodiorítica, se observa una anomalía negativa de Eu, indicadora de la presencia de abundante feldespato en el residuo [8] lo cual coincide con la composición mineralógica de estas rocas. La anomalía negativa de Tb en la formación gabro-plagiogranítica puede asociarse a la presencia de anfíbol y apatita observada en la composición de estas rocas.

Conclusiones

1. Se establece el carácter metalumínico con altos contenidos de Ca de los granitoides estudiados y el aumento del contenido de K_2O en el transcurso del proceso de evolución.
2. La forma de los patrones de tierras raras corrobora la presencia de las series anteriormente establecidas: toleítica, calco-alcalina y calco-alcalina con alto contenido de K y las diferencias en cuanto al fraccionamiento.
3. Se establece una zonación de la acidez de oeste a este.
4. Se observa una zonación de la alcalinidad de sur a norte relacionada con la posición de la zona de subducción y por tanto con la polaridad del arco.

Bibliografía

- [1] Clarke, D. NewPet for DOS. Edit. Memorial University of Newfoundland, (1992).
- [2] Cebriá Gómez, J. y López Ruiz, J. Trazas. Programa para calcular la composición de los magmas y evaluar los parámetros de los procesos magmáticos. Gráficas Topacio, S.A. Madrid, (1990).
- [3] Rodríguez, R. y Pérez, M.. Características del magmatismo granitóideo de Cuba oriental (región Sierra Maestra). Inédito, (1994).
- [4] Maniar, P. y Piccoli, P. Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin*. v.101, p 635, (1989).
- [5] Cameron, A.G.W. Elementary and nuclidic abundances in the Solar System: in Barnes, C.A., Scharmm, D.N. & Clayton, D.D. (ed). *Essays in Nuclear Astrophysics*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, (1982).
- [6] Bogatikov, O.A., Bogdanova, S.V., Borsuk, A.M. et al. Rocas magmáticas: Evolución del magmatismo en la historia de la Tierra (en ruso). Nauka. Moscú, (1987).
- [7] Tauson, L. V. Geoquímica de las vulcanitas en diferentes ambientes geodinámicos (en ruso). Nauka. Moscú, (1986).
- [8] Rogers, J. W. and GREENBERG, J. K. Late orogenic, post-orogenic, anorogenic granites: Distinction by major-element and trace-element chemistry and possible origins. *The Journal of Geology*. v.68. Nº 3. p 291, (1990).