

Petrografía y geoquímica de las vulcanitas de la región Guáimaro - Las Tunas (Cuba)

B. ECHEVARRÍA, F. TALAVERA CORONEL,
D. TCHOUNEV, e I. IORDANOV

RESUMEN

En la región estudiada se observan los productos volcánicos de un arco maduro, desde su etapa inicial en condiciones de mar profundo con efusión de lavas basálticas de carácter toleítico y subalcalino hasta la formación de ignimbritas y lavas ácidas en un ambiente subaéreo. Las edades de las distintas unidades litoestratigráficas comprenden desde el Albiano? hasta el Campaniano. Se presentan las características petrográficas generales y los contenidos de K, Ti, Hf, Cs, Rb, La, y Yb de los distintos tipos de rocas. Los resultados obtenidos confirman la existencia de un arco volcánico maduro (desde toleitas de bajo contenido de potasio hasta rocas ricas en este elemento); además, se manifiesta la vinculación genética de las rocas volcánicas y la participación de procesos de fusión parcial y de cristalización fraccionada.

1. INTRODUCCIÓN

TIJOMIROV (1967) realizó el primer trabajo general sobre el vulcanismo en Cuba, e incluyó la región del presente estudio en la formación espilitodiabásica (Cr 1-2). Posteriormente, V. Shevchenko y otros (inédito)¹ estudiaron esta región y la dividieron en dos complejos, el ignimbrítico y el basáltico.

Durante el levantamiento geológico de Cuba, a escala 1:250 000, E. Nagy y otros (inédito)² agruparon las secuencias vulcanógeno-sedimentarias de Las Tunas dentro de la Formación Buenaventura. En el marco del levantamiento mencionado, M. Iturralde-Vinent y otros (inédito)³ investigaron más detalladamente la región de Guáimaro, e identificaron las formaciones Guáimaro, Contra maestre, y Martí.

Sobre la base de los estudios anteriores, TCHOUNEV *et al.* (1986) investigaron la región Guáimaro - Las Tunas y encontraron lavas toleíticas, estableciendo así el nexo existente entre las zonas volcá-

Manuscrito aprobado el 26 de noviembre de 1985.

F. Talavera Coronel y B. Echevarría pertenecen al Instituto de Geología y Paleontología, de la Academia de Ciencias de Cuba. D. Tchounev e I. Iordanov pertenecen al Instituto de Geología, de la Academia de Ciencias de Bulgaria.

nicas en estudio. Los autores del presente artículo complementan la información contenida en el trabajo anterior y brindan datos petrográficos y consideraciones sobre la geoquímica de algunos elementos menores.

Debe señalarse que la clasificación utilizada para la denominación de las rocas es la recomendada por BOGATIKOV *et al.* (1981).

2. GEOLOGÍA

El arco volcánico en la región Guáimaro-Las Tunas se encuentra cortado al N por las intrusiones de granitoides del Cretácico Superior (Campaniano), proceso acompañado por una tectónica disyuntiva que elevó en su borde meridional las rocas más antiguas del área. La parte S del arco no aflora, debido a que está cubierto por secuencias sedimentarias más jóvenes (Fig. 1).

El complejo vulcanógeno-sedimentario se divide para su estudio en dos partes (TCHOUNEV *et al.*, 1986). La parte inferior (relacionada con la generación de "flysch" vulcanógeno) representa la etapa inicial de desarrollo del arco y está caracterizada por la efusión de lavas básicas y medio-básicas con tendencia subcalina. Estos productos de la actividad volcánica están comprendidos en la Formación Guáimaro y la secuencia Sierra de Rompe, rodeadas por el manto sedimentario descrito como Formación Contraamaestre (Fig. 1). La

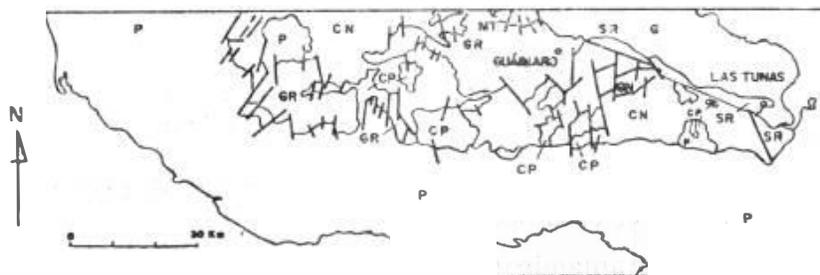


FIG. 1. Mapa geológico simplificado del territorio Guáimaro-Las Tunas. (G) granitoides (K_2^{cp}); (SR) secuencia Sierra de Rompe (K_{1-2}); (GR) Formación Guáimaro (K_2^{cm-st}); (CN) Formación Contraamaestre (K_2^{st-cp}); (MT) Formación Martí (K_2); (CP) cobertura sedimentaria del arco volcánico (K_2^{cp-m}); (P) cobertura cenozoica (P-Q).

¹ "Informe final sobre los trabajos de levantamiento y búsqueda, a escala 1:100 000, en las zonas de la parte sur del anticlinorio Camagüey (región Guáimaro-Las Tunas)." Centro Nacional del Fondo Geológico (MINBAS), 1979.

² "Levantamiento geológico de la Provincia Oriente." Instituto de Geología y Paleontología, Academia de Ciencias de Cuba, 1976.

³ "Geología del territorio Ciego-Camagüey-Las Tunas." Instituto de Geología y Paleontología, Academia de Ciencias de Cuba, 1981.

edad de estas unidades se enmarca entre el Albiano? y el Campaniano Inferior.

La parte superior del complejo (acompañado por la formación de molasas vulcanógenas) se caracteriza por el engrosamiento del material detrítico, con efusión de lavas andesíticas en condiciones submarinas, actividad que gradualmente pasa a efusiones de composición ácida en condiciones subaéreas. Esta etapa está comprendida en la Formación Martí (Fig. 1) y el Miembro Berrocal de la Formación Contra maestre.

El paisaje volcánico del área en estudio es sumamente complicado, por las relaciones faciales entre los productos volcánicos y la tectónica alpina a que han sido sometidos. De ahí que puedan observarse los representantes más básicos del vulcanismo en la región, depositados en condiciones submarinas, y la tendencia subalcalina (la mayor de las estudiadas en Cuba) que transiciona rocas depositadas en condiciones subaéreas. En algunos casos, estas últimas manifiestan aspecto ignimbrítico, que corresponde al período de deposición de molasas, aunque su carácter superpuesto no permite destacarlo.

3. CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS GENERALES

Para su descripción petrográfica, las rocas se clasificaron en tres grupos, según su contenido de SiO₂. Los mismos se exponen a continuación.

3.1 Rocas básicas

En este grupo se incluyen basaltos, traquibasaltos y basaltos picríticos. Estas rocas presentan fenocristales de plagioclasas, piroxeno, olivino, y anfíbol. La plagioclasa es del tipo andesina-labrador (An₄₅₋₆₅), ocasionalmente con zonación. Los piroxenos más abundantes son los monoclinicos, y domina la augdita. El olivino se encuentra raramente, al igual que en las vulcanitas del resto de la Isla. El anfíbol aparece subordinadamente, y se encuentra lamprohólita u hornblenda. La matriz presenta diversas texturas; se destacan la intergranular, la interseccional vítrea, y la holocristalina. Como minerales accesorios, se observan magnetita, apatito y, en menor cantidad, esfena. Además, la presencia de clorita, epidota, calcita y zeolitas se asocia a procesos secundarios.

3.2 Rocas medias

En este grupo se incluyen andesitas, traquiandesitas, andesito-basaltos, traquiandesito-basaltos, y traquitas. Al igual que en el grupo anterior, aparecen fenocristales en todas las variedades de rocas, y

solo excepcionalmente se encuentran rocas afíricas. Las plagioclasas de tipo andesino-labrador, generalmente presentan estructura zonal. Los piroxenos se encuentran representados por la augita y, con menor frecuencia, por los rómnicos. La hornblenda se observa, aunque no de forma significativa.

En las variedades subalcalinas se destacan fenocristales de feldespato potásico, asociados a plagioclasa del tipo oligoclasa-andesina. La matriz puede ser hialopilitica, intergranular, intersectoral, pilotáctica a traquítica y perlítica. Es característica la presencia de minerales metálicos y de procesos secundarios, como clorita, epidota, calcita, zeolita, y cuarzo. La formación de rocas cuarcificadas (cuarcitas secundarias) no es un proceso dominante en estas rocas.

3.3 Rocas ácidas

Estas rocas pertenecen a la etapa final del vulcanismo, que en nuestra área aparece relícticamente en la Formación Martí y en el Miembro Berrocal de la Formación Contramaestre. En este epígrafe se describen dacitas y riodacitas, aunque, debe señalarse que la presencia de intensas transformaciones secundarias dificultan el estudio de las mismas.

Las rocas son porfíricas; contienen fenocristales de plagioclasa y feldespato potásico, principalmente. Cuarzo, anfíbol y biotita aparecen raramente. La composición de la plagioclasa corresponde al tipo oligoclasa-andesina. En general, estas rocas se encuentran fuertemente cuarcificadas, aunque pueden observarse texturas esferulíticas y microlíticas.

4. GEOQUÍMICA DE LAS ROCAS

La región en estudio presenta una gran complejidad tectónica, alteraciones hidrotermales postmagmáticas, y el fuerte intemperismo de una zona tropical, factores que dificultan la confección de colecciones y la selección de muestras apropiadas. Han sido escogidas sólo aquellas muestras que no presentan alteraciones apreciables al microscopio y satisfacen los índices de intemperismo de Parker y Reiche (COLMAN, 1982).

La clasificación empleada (BOGATIKOV *et al.*, 1981) utiliza el prefijo "traqui" para denotar la tendencia subalcalina en la serie normal o calcoalcalina. Para evitar confusiones, debe destacarse que las rocas cuyos nombres van precedidos por este prefijo coinciden en líneas generales con la serie alcalina de IRVINE y BARAGAR (1971), y no se introducen en el campo de las nefelinitas (MAC DONALD y KATSURA, 1964).

TCHOUNEV *et al.* (1986) han clasificado estas vulcanitas como pertenecientes al tipo de arcos volcánicos, y existen rocas de las series toleíticas, calcoalcalinas, y calcoalcalinas con tendencia subalcalina.

En el presente estudio se amplía el trabajo mencionado, con la inclusión de los elementos menores siguientes: Rb, Cs, Ba, Hf, La, y Yb. Los valores medios para estos elementos se exponen en la Tabla 1 y las relaciones principales en la Tabla 2.

Los datos sobre los basaltos, presentados en la Tabla 1, muestran altos contenidos de elementos incompatibles, lo que es característico de basaltos alcalinos. Los contenidos de La y Yb (normalizados según la composición de las condritas) presentan un alto grado de enriquecimiento. Aunque los contenidos correspondientes al La no alcanzan los altos valores de los basaltos alcalinos de islas oceánicas o de intraplataforma (CHAUVEL y JAHN, 1984), coinciden con los basaltos alcalinos de la Isla de Granada, Antillas Menores (ARCULUS, 1976), debido posiblemente a la generación del magma en condiciones hídricas (típicas de arcos volcánicos). Esto permite la separación de una fase residual contentiva de minerales de titanio con selectividad hacia los elementos pesados de las tierras raras (GREEN, 1980).

Las variaciones de los datos expuestos en la Tabla 1 para Ti, Rb, Ba, y La de la relación Ti/Hf (Tabla 2), indican la participación de procesos de cristalización fraccionada en la evolución magmática.

Particular importancia reviste el contenido de potasio, el cual varía desde el correspondiente a toleitas de bajo potasio hasta rocas ricas en este elemento (shoshonitas).

Este hecho subraya la madurez alcanzada en el desarrollo del arco en estudio. Idéntica información brinda el valor de la relación K_2O/Na_2O (Tabla 2), que varía desde 0,15 en el basalto picrítico hasta 1,4 en la traquita.

La posible participación de procesos de contaminación serán considerados en trabajos futuros, incluyendo datos de isótopos de Sr y Nd.

Los valores de las relaciones K/Cs y Ba/La (Tabla 2) para basaltos y andesito-basaltos, confirman la clasificación de las vulcanitas como pertenecientes al tipo de arcos volcánicos (MORRIS y HART, 1983). Por otra parte, los valores de las relaciones K/Rb y K/Ba presentan poca variación, lo que hace presumir una fuente común de la secuencia volcánica.

Por último, la distribución de elementos de las tierras raras presenta un fraccionamiento discreto de las mismas (razón La_N/Yb_N , Tabla 2). Se destacan el basalto picrítico y el toleítico por su menor

TABLA 1. Contenidos medios de las distintas rocas (g/t).

Rocas (cantidad de muestras)	K	Ti	Hf	Cs	Rb	Ba	La _N ¹	Yb _N ¹
Basalto picrítico (2)	750	3 100					11,0	4,7
Basalto toleitico (12)	5 500	4 500	2,0	0,84	46,6	620	25,6	10,6
Traquibasalto (24)	16 100	4 300	1,7	1,32	40,0	780	38,4	9,7
Andesito-basalto (6)	12 300	3 300	2,5	0,97	55,5	700	39,7	12,2
Traquiandesito-basalto (2)	28 000	2 640	2,0	1,38	66,3	1 140	38,8	11,4
Andesita (5)	18 600	3 500	3,3	1,40	52,0	850	57,9	15,4
Traquiandesita (14)	27 100	2 800	3,3	0,91	65,2	960	43,7	11,2
Traquita (3)	52 900	2 160	3,0	1,0	107,0	2 380	70,5	15,6

¹ Datos normalizados según la composición de las condritas.

TABLA 2. Relaciones de composición.

Rocas	Ti/Hf	K/Cs	K/Rb	K/Ba	Ba/La	La _N /Yb _N	K ₂ O/Na ₂ O
Basalto picrítico						2,4	0,15
Basalto toleítico	2 200	6 500	120	8,9	76,6	2,4	0,32
Traquibasalto	2 600	12 200	400	20,6	64,6	4,0	0,55
Andesito-basalto	1 300	12 700	220	17,5	55,6	3,3	0,43
Traquiandesito-basalto	1 300	20 300	420	24,5	93,3	3,4	0,94
Andesita	1 060	13 300	360	22,0	46,4	3,8	0,76
Traquiandesita	840	30 000	420	28,3	69,7	3,9	0,89
Traquita	730	52 900	490	22,2	107,0	4,5	1,37

grado de fraccionamiento de los elementos ligeros de las tierras raras y, por tanto, corresponden a los patrones más primitivos.

5. CONCLUSIONES

El arco volcánico en el área en cuestión tuvo su desarrollo inicial en condiciones de mar profundo, relacionado con la efusión de lavas basálticas y deposición de "flysch" vulcanógeno. La evolución alcanzó hasta la formación de molasas en mares someros, acompañada por lavas ácidas, derramadas preferentemente en condiciones subaéreas.

Las variedades de rocas básicas contienen fenocristales de clinopiroxenos, plagioclasa básica y, en menor cantidad, olivino, ortopiroxenos y anfíboles. Son comunes los procesos secundarios de cloritización, epidotización, calcitización, y ceolitización; además, dentro de los minerales accesorios se encuentran minerales metálicos, apatita y, con menor frecuencia, esfena. En las rocas medias las variaciones mineralógicas con respecto al grupo descrito están dadas por la presencia en mayor grado de hornblenda y cuarcificación secundaria, al igual que un incremento en la alcalinidad debido a la presencia de traquitas con fenocristales de feldespatos potásicos. Las rocas ácidas tienen menor desarrollo y se caracterizan por fuerte cuarcificación y texturas esferulíticas y microlíticas asociadas.

La composición química de las rocas varía desde toleítas de bajo contenido de potasio hasta vulcanitas ricas en este elemento (shoshonitas), e indica la presencia de un arco volcánico maduro. En el mismo, los distintos tipos de rocas están vinculados genéticamente, con participación de procesos de fusión parcial en condiciones hídricas y de cristalización fraccionada.

REFERENCIAS

- ARCULUS, R. J. (1976): Geology and geochemistry of the alkali basalt-andesite association of Grenada, Lesser Antilles island Arc. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 87:612-624.
- BOGATIKOV, O. A., GONSHAKOVA, B. I., EFREMOVA, C. B. *et al.* (1981): *Clasificación y nomenclatura de las rocas magmáticas* [en ruso]. Editora Nedra, Moscú, 160 pp.
- CHAUVEL, C., y JAHN, B. M. (1984): Nd-Sr isotope and REE geochemistry of alkali basalts from the Massif Central, France. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48:93-110.
- COLMAN, S. M. (1982): Chemical weathering of basalts and andesites: Evidence from weathering rinds. *U.S.A. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 1246:1-51.
- GREEN, T. H. (1980): Island arc continent-building magmatism: A review of petrogenetic models based on experimental petrology and geochemistry. *Tectonophysics*, 62:367-385.
- IRVINE, T. N., y BARAGAR, W. R. A. (1971): A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian J. Earth Sci.*, 8: 523-548.

MAC DONALD, G. A., y KATSURA, T. (1964): Chemical composition of Hawaiian lavas. *J. Petrol.*, 5:82-133.

MORRIS, J. D., y HART, S. R. (1983): Isotopic and incompatible element constraints on the genesis of island arc volcanics from Cold Bay and Amar Island, Aleutians, and implication for mantle structure. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 47:2015-2030.

TCHOUNEV, D., ECHEVARRÍA, B., y TALAVERA CORONEL, F. (1986): Sobre la presencia de lavas toleíticas en la región Guáimaro-Las Tunas (Cuba). *Cien. Tierra Espacio*, 11:3-14.

TIJOMIROV, I. N. (1967): Formaciones magmáticas de Cuba y algunas particularidades de su metalogenia. *Rev. Tecnol.*, 5(4):13-22.

PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY OF VULCANITES IN THE REGION GUÁIMARO-LAS TUNAS (CUBA)

ABSTRACT

In the region studied the volcanic products of a mature arc are observed from its initial stage in deep sea conditions with basaltic lavas to ignimbrite and acidic lavas formation in a subaerial environment. The ages of the different lithostratigraphic units range from the Albanian? up to the Campanian. The general petrographic characteristics and the K, Ti, Hf, Cs, Rb, Ba, La, and Yb contents of the different rocks are presented. The results obtained confirm the existence of a mature arc (from low-K tholeiites up to high-K vulcanites). Also indicated are the genetic vinculation among volcanic rocks and the participation of partial melting and fractional crystallization processes.