

Consideraciones petrológicas sobre las vulcanitas de la región Ciego de Ávila - Camagüey - Las Tunas (Cuba)

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

RESUMEN

Se emplearon el modo R del análisis de factores sobre la composición porcentual de los macrocomponentes de las rocas volcánicas cretácicas de la región estudiada y los diagramas de distribución de los elementos de las tierras raras en las mismas. Se determinó que, contrariamente a lo expuesto anteriormente, sólo existe una secuencia volcánica de carácter alcalino sódico-potásico (con predominio del potasio), cuyo desarrollo parece haber tenido lugar en una zona de arco volcánico en un margen destructivo. La antes denominada serie toleítica consiste en vulcanitas de la propia secuencia alcalina, cuya composición primaria ha sido alterada por un metamorfismo relacionado genéticamente con la intrusión de granitoides en el Cretácico Superior. La distribución y características de las metavulcanitas permite señalar que no se trata de un caso simple de metamorfismo de contacto clásico, sino de un metamorfismo de mayor envergadura.

1. INTRODUCCIÓN

En investigaciones recientes sobre el vulcanismo cretácico de la región en estudio (TALAVERA *et al.*, 1986; ECHEVARRÍA *et al.*, 1986) se planteó la existencia de las dos fases volcánicas siguientes: (a) primera fase, de carácter toleítico inicial con transición gradual a calcoalcalino, y (b) segunda fase, de carácter alcalino predominantemente potásico.

Estas aseveraciones se sustentaron en observaciones (en expediciones) sobre el contenido de los macrocomponentes de las rocas y en algunos datos de contenidos de componentes menores. En el presente trabajo se incluyen, además de los datos anteriores, las distribuciones de los elementos de las tierras raras (TR). Estas últimas

Manuscrito aprobado el 26 de noviembre de 1985.

F. Talavera Coronel, B. Echevarría, y G. Millán 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.

fundamentan una nueva interpretación del espectro rocoso de la región.

Los afloramientos referidos por los autores antes citados, como representantes de la primera fase volcánica, son los observados en la secuencia Sierra de Rompe. Ésta consiste en una faja de metavulcanitas de varias decenas de kilómetros de largo, y pocos de ancho, que constituyen una típica aureola vinculada genéticamente con una intrusión de granitoides del Cretácico Superior, la cual fue caracterizada y descrita por SOMIN y MILLÁN (1981). El grado de metamorfismo aumenta gradualmente, a medida que nos acercamos al contacto con el borde S del batolito. Una gran parte de esa aureola se caracteriza por la generación de verdaderas anfibolitas, debido a la anfibolitización de las rocas volcánicas. Las metavulcanitas, con frecuencia, son esquistosas con mesopliegues y estructuras fluidales asociadas, aunque también aparecen hornfelsas. En las áreas más cercanas al contacto con el batolito de mayor grado de metamorfismo, aparece la asociación mineral: hornblenda-clinopiroxeno y granate. La misma zona de contacto activo está dada por mezcla de distintas rocas y más allá se destaca claramente una basificación del granitoide en su franja más extensa.

En el presente trabajo demostramos que las metavulcanitas no responden a un carácter toleítico primario, y que la composición actual de las mismas es un efecto del propio metamorfismo.

Debe destacarse que una anfibolitización metamórfica similar a las que caracterizan la secuencia Sierra de Rompe se reporta aquí para otras partes de la región de estudio, comprendidas las formaciones volcánicas Guáimaro, Contramaestre, y Vidot, incluso en áreas alejadas del contacto con los granitoides.

2. TENDENCIAS EN LOS MACROCOMPONENTES

Las tendencias en la evolución de las zonas volcánicas fueron estudiadas mediante el modo R del análisis de factores con rotación VARIMAX (BELLONIN *et al.*, 1982), empleando el programa FACT 1 en explotación en el Instituto de Geología y Paleontología de la Academia de Ciencias de Cuba. Las variables a investigar fueron los contenidos porcentuales de los óxidos de los elementos mayores tomados de muestras seleccionadas en estudios anteriores (TALAVERA *et al.*, 1986). Los resultados se exponen en la Tabla 1.

Del contenido de la Tabla 1 se observa que el modelo de tres factores explica el 75% de la variación total de las muestras. El primer factor presenta la relación inversa de los óxidos SiO_2 y K_2O con las restantes variables. Esta relación es característica de la diferenciación magmática y, por tanto, el primer factor responde a ella. El

TABLA 1. Análisis de factores, Modo R.

Componentes	Factores			Comunalidades "h ² "
	1	2	3	
SiO_2	0,845	0,325	-0,303	0,912
TiO_2	-0,671	0,231	0,241	0,562
Al_2O_3	0,041	0,854	0,116	0,744
Fe_2O_3	-0,682	-0,354	0,302	0,682
FeO	-0,835	-0,178	0,113	0,741
MnO	-0,693	0,032	-0,097	0,491
MgO	-0,491	-0,016	-0,826	0,924
CaO	-0,857	-0,269	-0,019	0,807
Na_2O	0,335	0,721	0,285	0,714
K_2O	0,811	0,450	0,128	0,876
P_2O_5	-0,243	0,275	0,822	0,811
P.P.I.	0,130	-0,668	0,546	0,760
Dispersión en % acumulativo	47,3	65,5	75,2	

segundo factor, que será denominado factor del aluminio, por ser este óxido el que tiene más peso dentro de él, indica un comportamiento contrario de los óxidos Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , SiO_2 , P_2O_5 , y TiO_2 respecto a los demás. El tercer factor, o factor del fósforo, por igual razón que en el caso anterior, presenta la contraposición de P_2O_5 , P.P.I., Fe_2O_3 , Na_2O , TiO_2 , K_2O , y Al_2O_3 con el resto.

Los valores de las comunalidades indican que la variación de la mayoría de las variables se explica aproximadamente entre 70 y 90%. Las excepciones están representadas por los óxidos de titanio y manganeso, con 56 y 49% respectivamente.

Estos valores indican la necesidad de incluir otros factores adicionales que no tendrían gran influencia sobre la variación total, pero serían importantes para algunas variables; aunque para los objetivos del presente trabajo no son necesarios.

Los diagramas de variación de las muestras, según los valores de los primeros factores, se presentan en la Fig. 1. En la misma se observan dos campos de variación.

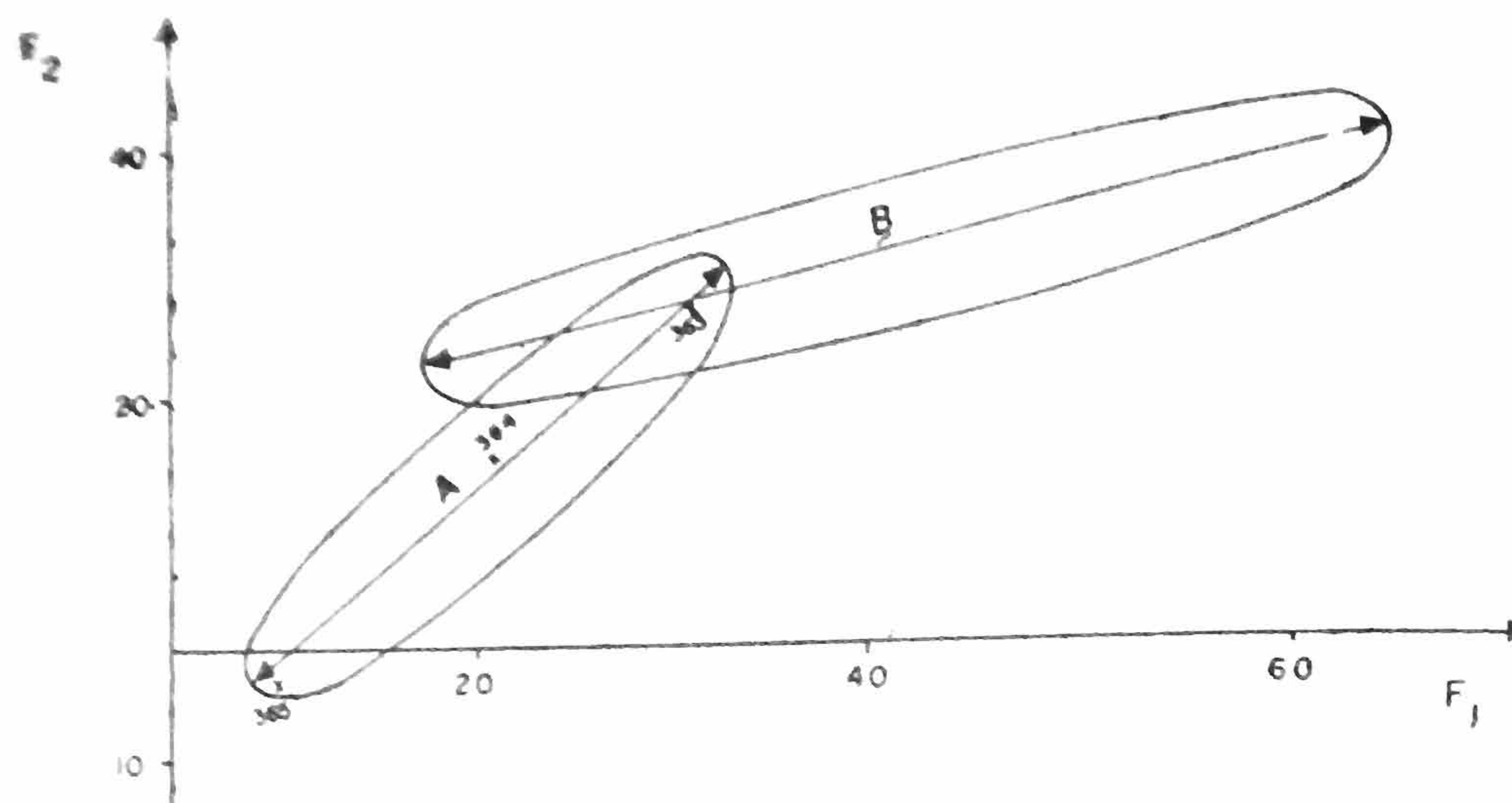


FIG. 1. Diagrama de variación de las muestras en el plano F_1 - F_2 . F_1 , valores del primer factor; F_2 , valores del segundo factor.

El denotado por la letra "A" está formado por los basaltos picríticos y toleíticos.

La tendencia principal de este campo está señalada por la doble flecha indicadora. Hacia el sentido superior representa un incremento del contenido de las variables con signo positivo de los factores de diferenciación magmática y del aluminio (factores 1 y 2 en la Tabla 1). Por su parte, el desplazamiento hacia el extremo inferior representa un incremento de los contenidos de las variables con signo negativo en estos dos factores. Estos hechos fueron considerados por los autores citados arriba como la evolución de la actividad volcánica desde rocas ultrabásicas a basaltos toleíticos, o sea, rocas de composición primitiva, aduciendo, además, el bajo valor de la relación La/Yb en las mismas (véase Tabla 2 en ECHEVARRÍA *et al.*, 1986). Esta situación, como se expondrá más adelante, cambia radicalmente al tomar en cuenta el diagrama de distribución de las TR y no solamente al La y al Yb.

El campo "B" de la Fig. 1 incluye los traquibasaltos y demás rocas volcánicas de la región. En él se puede apreciar que la variación más importante está dada por el factor de diferenciación magmática con una ligera influencia del factor del aluminio. El campo flecha indicadora de este campo señala los productos más avanzados del proceso de diferenciación. A su vez, en el extremo izquierdo se ubican los traquibasaltos (basaltos alcalinos, según la nomenclatura de IRVINE y BARAGAR, 1971).

En resumen, la evolución de este campo representa el desarrollo de una secuencia alcalina sódico potásica con cierto predominio de

este último elemento sobre el primero (véase coeficiente de estos elementos en el factor 1, Tabla 1).

3. DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LAS TIERRAS RARAS (TR)

Las muestras de rocas volcánicas fueron sometidas a análisis por activación neutrónica, con el objeto de determinar los contenidos de TR, los que fueron normalizados según la composición de las condritas. Durante la inspección de los resultados obtenidos se observó la presencia de anomalías negativas de europio en los basaltos picríticos y toleíticos, y en algunos traquibasaltos. La presencia de esta anomalía no es posible en basaltos, pues deben presentar una distribución poco diferenciada. Este hecho indica que las muestras que presentan dicha anomalía han sido sometidas a procesos postvolcánicos, que han alterado su composición primaria y provocado su clasificación errónea como basaltos picríticos y toleíticos. Debe añadirse que las muestras que presentan esta anomalía y que se clasifican como traquibasaltos, se encuentran alteradas ligeramente.

En la Fig. 2 se presentan los valores medios de los traquibasaltos que no presentan anomalías negativas de europio, con sus respectivos

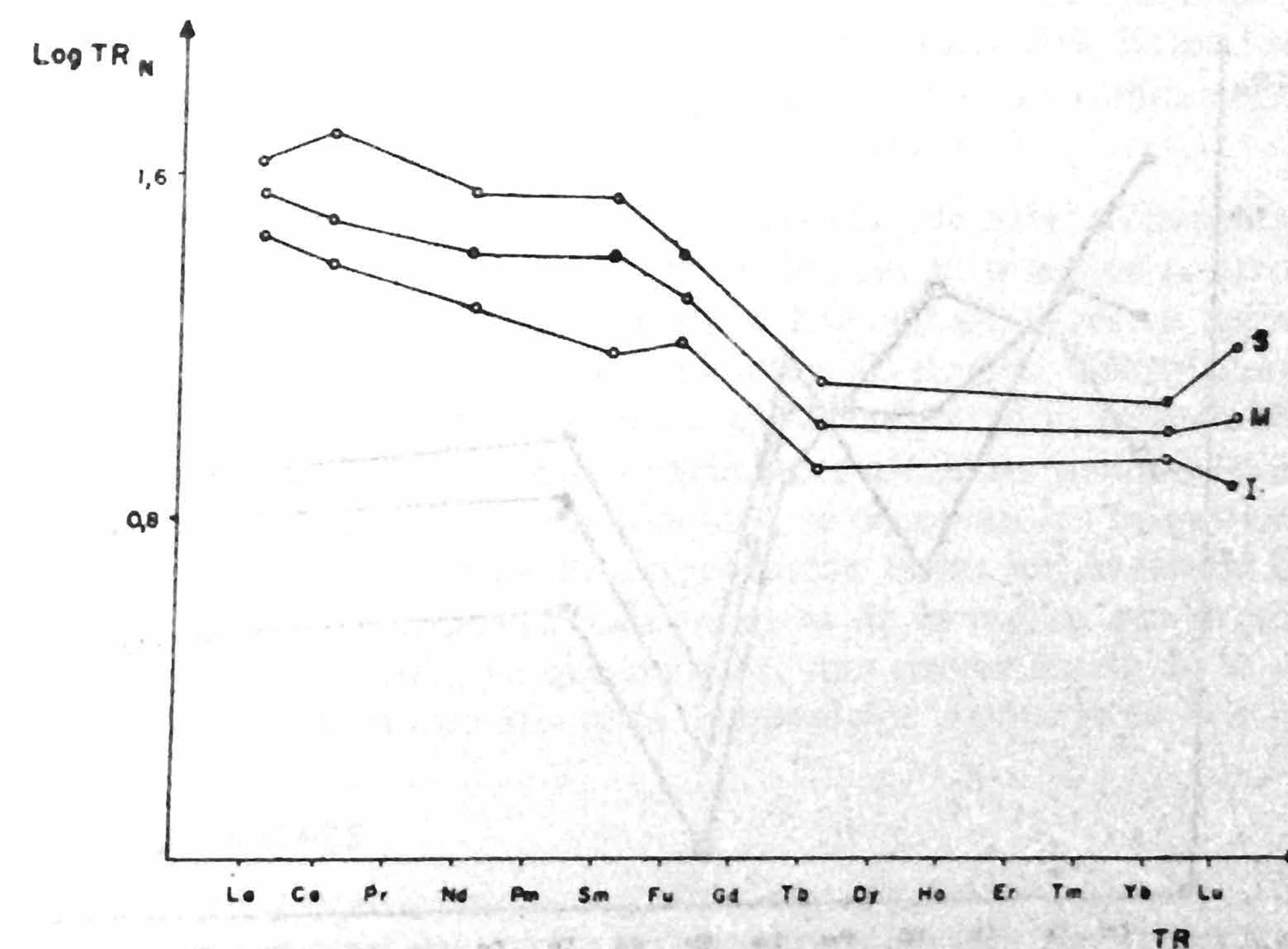


FIG. 2. Distribución de las TR en traquibasaltos no alterados. M, distribución promedio; S, valor máximo; I, valor mínimo de los contenidos de TR. TR_N indica que los contenidos de TR fueron normalizados según la composición de las condritas.

límites superior e inferior de los contenidos por elemento. En ésta se aprecia la característica común a los traquibasaltos (o basaltos alcalinos), de presentar una anomalía nula o ligeramente positiva (CHAUVEL y JAHN, 1984; ARCULUS, 1976). Por otra parte, los contenidos de TR corresponden a basaltos alcalinos de arcos volcánicos en márgenes destructivos.

En la Fig. 3 se exponen las distribuciones de TR de tres muestras seleccionadas como ejemplo. La muestra No. 363 representa un traquibasalto ligeramente alterado; la No. 364 ha sido clasificada originalmente como basalto toleítico; y la No. 365 considerada inicialmente como un basalto picrítico. Además, en el campo "A" de la Fig. 1 se señala la ubicación de las mismas. Estas muestras pertenecen a la región de Las Tunas y en el orden dado se aproximan hacia el cinturón de granitoides, lo que concuerda con el desplazamiento de la parte superior a la inferior del campo "A" (Fig. 1). En la Fig. 3 se observa la variación de la forma de la distribución de los TR a lo largo del proceso de alteración. Durante el mismo disminuye la concentración de TR, en especial del europio y de los elementos ligeros de las TR. Este hecho se puede apreciar recurriendo a los factores del aluminio y del fósforo (Tabla 1, factores 2 y 3). El primero de estos

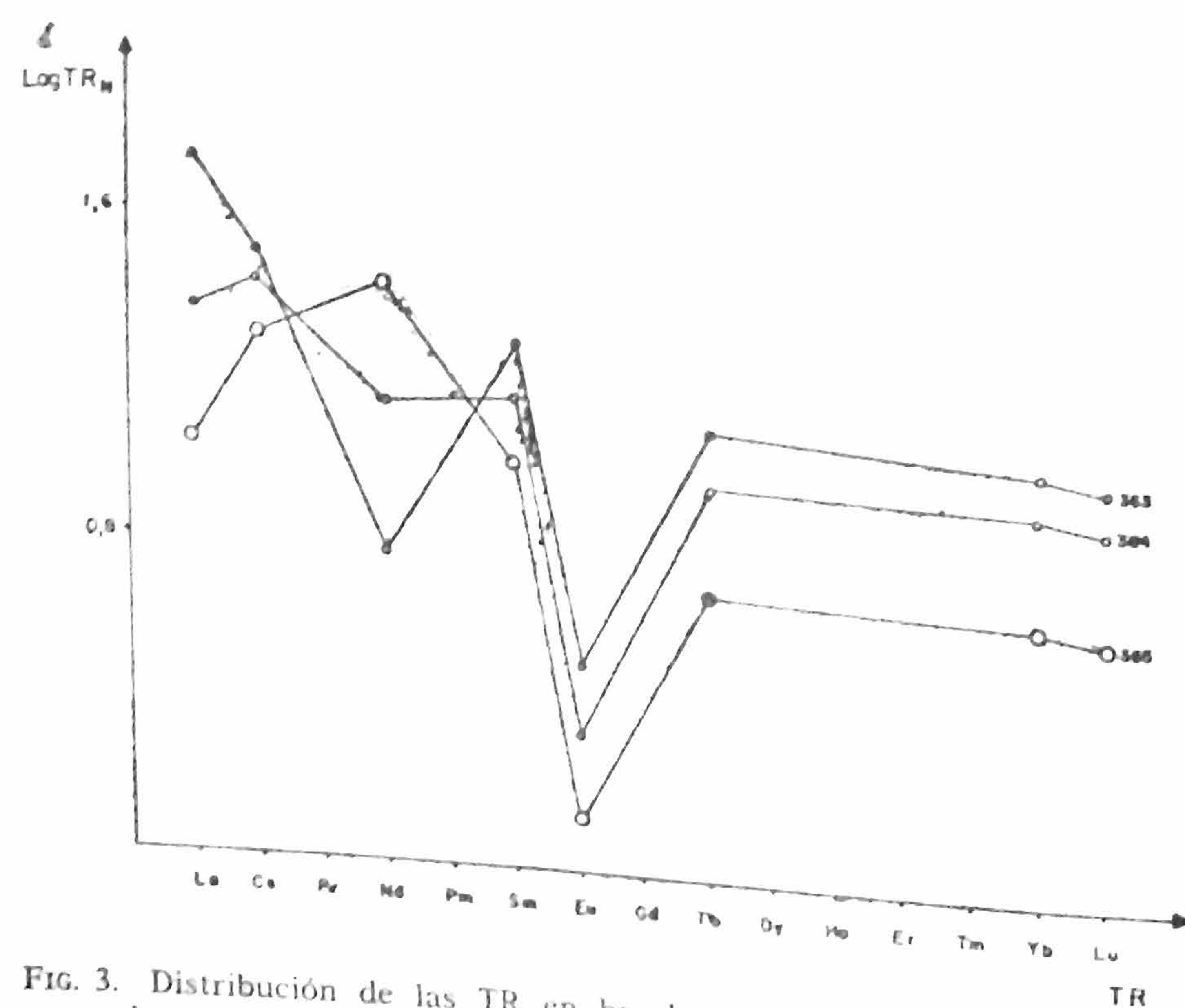


FIG. 3. Distribución de las TR en basaltos alterados. 363, traquibasalto poco alterado; 364, supuesto basalto toleítico; 365, supuesto basalto picrítico. TR_N, véase Fig. 2.

factores representa la disminución al intensificarse la alteración del contenido de plagioclasas, que contienen la mayor concentración de europio, y de ahí la pérdida de este elemento. Por su parte, el factor de fósforo presenta una tendencia similar en el contenido de P_2O_5 , o sea, una disminución en el contenido de minerales de fósforo (apatito principalmente), que acomodan preferentemente a los elementos ligeros de las TR. Esto explica también el bajo valor de la relación La/Yb, que aparentemente apoya la clasificación errónea inicial de estas rocas alteradas como de composición primitiva.

El proceso de alteración postvolcánico a que han sido sometidas las rocas de la región consiste en un metamorfismo relacionado con la intrusión de granitoides cretácicos, propuesto originalmente en Sierra de Rompe por SOMIN y MILLÁN (1981). Por tanto, la tendencia "A" de la Fig. 1 no es otra cosa que una anfíbolización metamórfica de las rocas volcánicas, donde se sustituyen los piroxenos por anfíboles ferromagnesianos (véase factor 2 en la Tabla 1) y se eliminan plagioclasa y minerales de fósforo.

Como comprobación complementaria a lo expuesto hasta el momento, se estudiaron al microscopio las secciones delgadas de las muestras. En la Sierra de Rompe, a medida que se intensifica el grado de metamorfismo, desaparecen gradualmente las plagioclasas y el apatito, y los piroxenos son sustituidos por anfíboles. Estos hechos apoyan las tesis planteadas y permiten identificar rápidamente la presencia de estas alteraciones en una muestra.

Debe señalarse que las manifestaciones de este metamorfismo no se limitan a la región de Sierra de Rompe, ni tampoco se circunscriben solamente a los traquibasaltos. Efectos similares se aprecian en otras áreas, afectando las formaciones Guáimaro, Contramaestre, y Vidot. Además, al comparar rocas clasificadas como andesitobasaltos, andesitas y dacitas, con sus variedades alcalinas (traquiandesitobasalto, traquiandesita y traquidacita), se observan los mismos efectos que fueron notados en la comparación entre los basaltos. Esto obliga a tomar con reservas toda muestra de la región que presente alcalinidad disminuida, ya que debe ser una consecuencia de la alteración metamórfica que afectó la composición primaria de la roca.

4. CONCLUSIONES

La actividad volcánica de la región Ciego de Ávila - Camagüey - Las Tunas, representa el desarrollo de una secuencia alcalina sódico-potásica con predominio de este último elemento. La serie de carácter supuestamente toleítico, propuesta en investigaciones anteriores (TALAVERA *et al.*, 1986; TCHOUNEV *et al.*, 1986), consiste realmente en rocas alteradas por un proceso de metamorfismo provocado por intru-

siones de granitoides, y no en un producto del desarrollo de una secuencia volcánica primaria. Se presenta principalmente como una anfibolización, donde las plagioclasas y el apatito disminuyen gradualmente y los piroxenos son sustituidos por anfíboles ferromagnéticos. Las manifestaciones de una alteración metamórfica similar se presenta en otras áreas de la región estudiada, afectando las formaciones Guáimaro, Vidot, y Contramaestre, incluso en localidades alejadas del contacto con granitoides.

Los contenidos de los elementos de las tierras raras y la señalada influencia del potasio en la evolución del vulcanismo, indican que la actividad volcánica tuvo lugar en una zona de arco volcánico en márgenes destructivas.

Finalmente, queremos señalar que los hechos aquí plasmados parecen destacar que el metamorfismo de las vulcanitas cretácicas en la Sierra de Rompe y en otras áreas de la región, no consiste en un fenómeno de carácter puramente local, sino que presenta una mayor significación y envergadura. Además, sobre la base de estas investigaciones petrológicas, se abre también una importante vía para precisar mejor y confirmar la correlación ya planteada (SOMIN y MILLÁN, 1981) entre estas vulcanitas y su metamorfismo, por una parte, y las anfibolitas del complejo Mabujina (que aflora mucho más al E en el S de Cuba central) y su protolito volcánico, por la otra.

REFERENCIAS

- ARCULUS, R. J. (1976): Geology and geochemistry of the alkali-basalt-andesite association of Granada, Lesser Antilles islands arc. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 87:612-624.
- BELONIN, M. D., GOLUBEVA, V. A., y SKUBLOV, G. T. (1982): *Faktornii analiz v geologii*. Nedra, Moscú, 269 pp.
- CHAUVEL, C., y JAHN, B. M. (1984): Nd-Sr isotope and REE geochemistry of alkali basalt from the Massif Central, France. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48:95-110.
- CROSS, T. A., y PILGER, R. H., Jr. (1982): Control of subduction geometry, location of magmatic arcs, and tectonics of arc and back-arc regions. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 93:545-562.
- ECHEVARRÍA, B., TALAVERA CORONEL, F., TCHOUNEV, D., e IORDANOV, I. (1986): Petrografía y geoquímica de las vulcanitas de la región Guáimaro-Las Tunas (Cuba). *Cien. Tierra Espacio*, 11:27-35.
- 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.
- SOMIN, M. L., y MILLÁN, G. (1981): *Geología de los complejos metamórficos de Cuba*. Nauka, Moscú, 218 pp.
- TALAVERA CORONEL, F., ECHEVARRÍA, B., TCHOUNEV, D., YANEV, S., y TZANKOV, T. (1986): Características generales del vulcanismo en la región Ciego de Avila - Camagüey - Las Tunas (Cuba). *Cien. Tierra Espacio*, 11:15-25.
- 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.

PETROLOGICAL CONSIDERATIONS ON THE VULCANITES OF THE REGION CIEGO DE AVILA - CAMAGÜEY - LAS TUNAS (CUBA)

ABSTRACT

The R mode of the factor analysis with the macrocomponent composition of the Cretacic vulcanites of the region studied and the distribution patterns of the rare earth elements were employed. Contrary to previous studies, only one alkaline volcanic sequence with a sodic potassic character (slight K predominance) was determined, presumably in a tectonic environment of destructive margins (volcanic arcs). The previous tholeiitic sequence actually represents metamorphosed rocks with altered composition of the former sequence. This metamorphism was genetically related to an intrusion of granitoids during the Upper Cretaceous. According to the distribution and characteristics of the metavolcanic rocks, the metamorphic process is not a simple case of classic contact metamorphism, but a more complex one.