

Estudio comparativo de las hornblendas y biotitas de los granitoides de Cuba oriental

KUSTRINI SUKAR

RESUMEN

Se presenta la primera experiencia sobre el estudio de la composición química de las hornblendas y biotitas, como criterio de génesis de los granitoides de Cuba oriental. Se estableció una diferencia sustancial entre los granitoides de Camagüey-Las Tunas y los de Sierra Maestra, en el quimismo de las hornblendas y biotitas. Finalmente, de acuerdo con el diagrama de Manuilova, la temperatura de cristalización de ambos granitoides varía entre 600 y 700°C, correspondiendo a las rocas hipabisales.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los datos geológicos y de edad absoluta, los granitoides de la región de Camagüey-Las Tunas son del Cretácico Superior Pre-Maestrichtiano, e intruyen a secuencias vulcanógeno-sedimentarias de edad cretácica, correspondientes a la zona estructuro-facial Zaza. Por su composición química, estos granitoides se caracterizan por una alcalinidad algo más elevada en comparación con los de la Sierra Maestra (I. Shevchenko y colaboradores, inédito).¹

Por otra parte, los granitoides de la Sierra Maestra intruyen en el cinturón de secuencias vulcanógeno-sedimentarias del Paleógeno Inferior. Sus datos isotópicos fluctúan entre 45 y 55 millones de años, lo cual indica una edad Eoceno Inferior-Medio, en concordancia con los datos geológicos. En cuanto a sus principales peculiaridades petroquímicas, estas intrusiones se caracterizan por un aumento del contenido de calcio y una disminución del contenido de álcalis, así como por una notable prevalencia del sodio sobre el potasio (EGUIPKO y PÉREZ, 1976).

Manuscrito aprobado el 26 de noviembre de 1983.

K. Sukar pertenece al Instituto de Geología y Paleontología, de la Academia de Ciencias de Cuba.

¹ "Informe sobre los trabajos de búsqueda y levantamiento a escala 1:100 000 en la parte sur del anticlinorio Camagüey (Guáimaro-Victoria de las Tunas)". Fondo Geológico Nacional, 1976.

Aquí se recoge la primera experiencia sobre el estudio de la composición química de las hornblendas y biotitas, como criterio de génesis de los granitoides de Cuba. En los últimos años, ambos minerales han sido muy utilizados como indicadores de la génesis de las rocas intrusivas (MOXHAM, 1965; DEER *et al.*, 1965-66; GREENLAND *et al.*, 1968; MANUILOVA *et al.*, 1975).

Para este trabajo fueron elaboradas siete muestras típicas de granitoides de la región Camagüey-Las Tunas y Sierra Maestra. Cada una de estas muestras pesaba entre 10 y 15 kg y fueron escogidas por O. Eguípko y M. Pérez, ambos del CIG, en una etapa de recorridos geológicos.

Primeramente, se realizaron los concentrados de las fracciones mono-minerales de hornblenda y de biotita. Luego se efectuaron análisis mineralógicos, análisis químicos, y cálculos petroquímicos de tales minerales. Es necesario señalar que, sobre la base de los análisis químicos de las hornblendas y biotitas y de criterios petrológicos teóricos, se obtuvieron las primeras conclusiones sobre la profundidad y temperatura de cristalización de los granitoides cubanos.

2. CARACTERÍSTICAS DE LAS HORNBLENDAS Y BIOTITAS

De acuerdo con la composición química de los anfíboles estudiados en los granitoides (Tabla 1), ellos pertenecen al subgrupo cálcico y a la serie pargasita-ferrohastingsita (DEER *et al.*, 1965); los diagramas de la variación química de la composición demostraron que corresponden a las hornblendas típicas (Figs. 1 y 2). Por otra parte, la comparación de la composición química de las biotitas estudiadas con el diagrama de W. A. Deer (Fig. 3), demuestra su pertenencia a la serie flogopita-biotita.

Es de especial importancia determinar la ferruginosidad total (F)² de las hornblendas y biotitas coexistentes en los granitoides. De acuerdo con los resultados de los cálculos petroquímicos, es interesante señalar que en los granitoides de la Sierra Maestra ambas tienen la ferruginosidad total y el contenido de titanio mayores que en los granitoides de Camagüey-Las Tunas (Tabla 2; Figs. 4 y 5). Como regla, se manifiesta una relación directa proporcional entre la ferruginosidad total y los índices de refracción en esos dos minerales (Tablas 1 y 2).

Otra diferencia en las hornblendas y biotitas de los granitoides dados, es la relación existente entre los iones de potasio y sodio. Ambos minerales, en los granitoides de Camagüey-Las Tunas, tienen la relación K/Na mayor que en los granitoides de la Sierra Maestra (Tabla 2).

$$^2 F = \frac{\text{Fe}}{\text{Fe} + \text{Mg}} 100$$

TABLA I. Composición química y parámetros ópticos de las hornblendas y biotitas de granitoides de la Sierra Maestra^a y de Camagüey-Las Tunas.^b

Elementos	Hornblenda					Biotita				
	Sierra Maestra			Cam.-Las Tunas		Sierra Maestra			Cam.-Las Tunas	
	85	196	234	4 428	3 900	64	196	234	4 428	3 900d
SiO ₂	41,18	45,08	45,90	46,60	46,51	37,02	38,01	36,49	36,68	36,97
TiO ₂	5,30	1,34	1,72	1,22	1,42	3,50	4,20	4,20	3,52	4,14
Al ₂ O ₃	5,58	6,93	5,94	7,01	7,77	13,71	11,39	11,92	14,03	13,60
Fe ₂ O ₃	6,12	5,83	4,87	5,43	4,25	11,59	5,98	5,92	4,74	3,43
FeO	17,24	14,44	13,51	10,57	9,92	15,09	18,97	17,96	14,35	10,43
MnO	0,98	0,72	0,69	1,11	0,61	1,04	0,56	0,33	0,99	0,38
MgO	11,72	12,88	14,20	14,80	15,78	6,74	10,78	11,92	14,31	18,40
CaO	10,64	11,18	11,18	10,24	11,04	0,57	2,99	1,19	0,91	2,73
Na ₂ O	0,90	0,98	0,92	0,68	0,81	0,32	0,37	0,26	0,16	0,26
K ₂ O	0,36	0,63	0,28	0,67	0,42	7,19	6,42	7,20	8,84	8,58
PPI	0,16	1,02	0,68	1,58	1,52	2,48	1,36	1,70	1,42	1,22
Total	100,18	100,53	99,89	99,91	100,05	99,25	100,33	99,09	99,95	100,14
Ng	1,688	1,688	1,682	1,675	1,675	1,656	1,655	1,645	1,650	1,652
Np	1,658	1,658	1,653	1,649	1,649					
Ng-Np	0,030	0,030	0,029	0,026	0,026					

^a Muestras de granitoides de la Sierra Maestra: 64, granito biotítico del macizo Daiquirí; 85, diorita cuarzo-anfibolítica del macizo Daiquirí; 196, granodiorita cuarzo-biotita-anfibolítica del macizo Daiquirí; 234, diorita cuarzo-biotita-anfibolítica del macizo Nima-Nima.

^b Muestras de granitoides de Camagüey-Las Tunas: 4 428, granodiorita anfíbol-biotítica del macizo de Las Tunas; 3 900, pórfido granodiorítico, dique en las sienitas de la cantera Palo Seco, Guáimaro; 3 900d, sienita de la cantera Palo Seco, Guáimaro.

TABLA 2. Cantidad de los cationes en la fórmula cristaloquímica y parámetros petroquímicos de las hornblendas de granitoides de la Sierra Maestra y Camagüey-Las Tunas^a.

Elementos	Sierra Maestra			Camagüey-Las Tunas	
	85	196	234	4 428	3 900
Si	6,07	6,52	6,60	6,67	6,65
Al	0,97	1,18	1,01	1,18	1,20
Ti	0,59	0,15	0,18	0,13	0,15
	7,63		7,85		8,00
			7,79		
			7,98		
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
Fe ⁺³	0,68	0,63	0,52	0,59	0,46
Fe ⁺²	2,12	1,75	1,62	1,27	1,18
Mg	2,56	2,78	3,04	3,16	3,35
	5,36		5,18		5,10
			5,02		
Mn	0,12	0,09	0,08	0,13	0,07
Ca	1,68	1,73	1,73	1,56	1,69
Na	0,26	0,27	0,26	0,19	0,22
K	0,07	0,07	0,05	0,12	0,08
	2,13		2,12		2,06
			2,00		
			0,08		
F ^b	52,20	45,20	41,30	37,00	32,80
K/Na	0,27	0,26	0,19	0,63	0,36
Kd ^c		0,81	0,74	0,87	

^a El grupo aniónico no se tuvo en cuenta porque no fueron determinados el agua de cristalización y el flúor.

$$^b F = \frac{Fe}{Fe + Mg} \cdot 100$$

$$^c Kd = \frac{F \text{ de la hornblenda}}{F \text{ de la biotita}}$$

Existe una dependencia directa entre la profundidad de cristalización y la composición química de las hornblendas y biotitas coexistentes en los granitoides. Está establecido que en los granitoides abisales (profundos) la ferruginosidad total (F) de la hornblenda siempre es mayor que la de la biotita, mientras que en los granitoides hipoabisales (de profundidad media) la ferruginosidad total de la hornblenda es menor que la de la biotita (MANUILOVA *et al.*, 1975). En las muestras donde coexisten ambos minerales (muestras 196, 234 y 4 428) se estableció que en las hornblendas (F varía entre 37,0 y 45,2) la ferruginosidad total es menor que en las biotitas (F varía entre 42,4 y 55,4). Por consiguiente, se puede

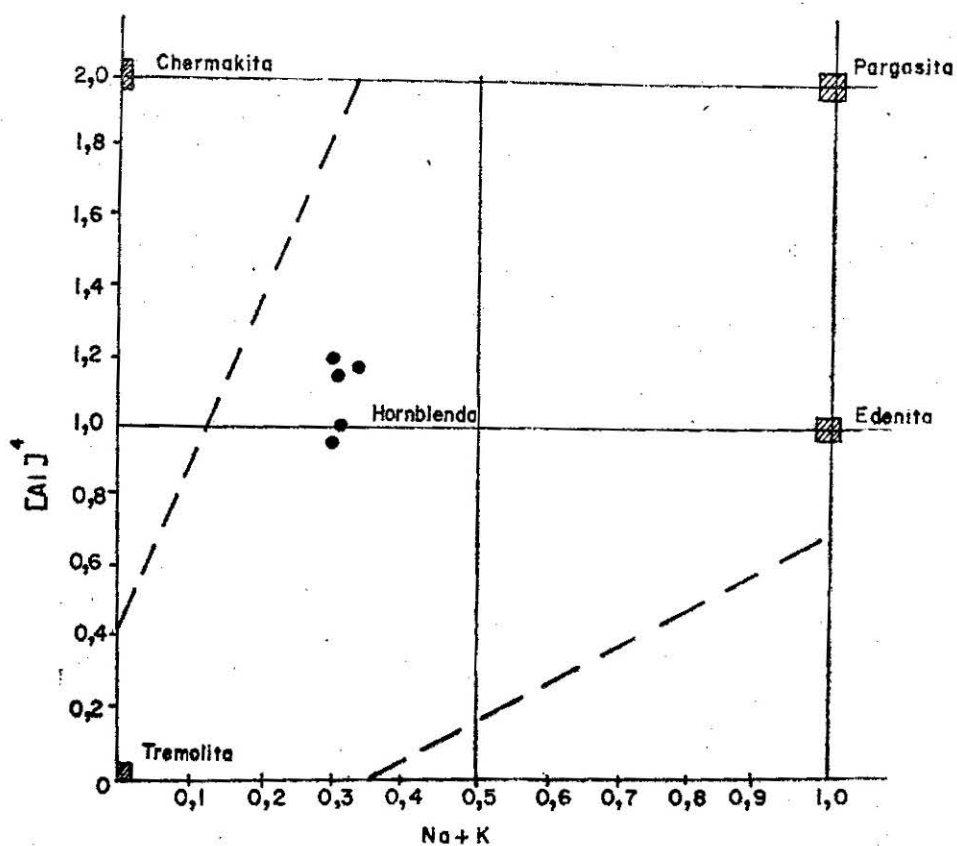


FIG. 1. Variación de la composición química de los anfíboles cálcicos, expresada en la cantidad de átomos (Na, K) y $[Al]^4$ en su fórmula (DEER *et al.*, 1965). Los puntos negros representan el anfíbol estudiado.

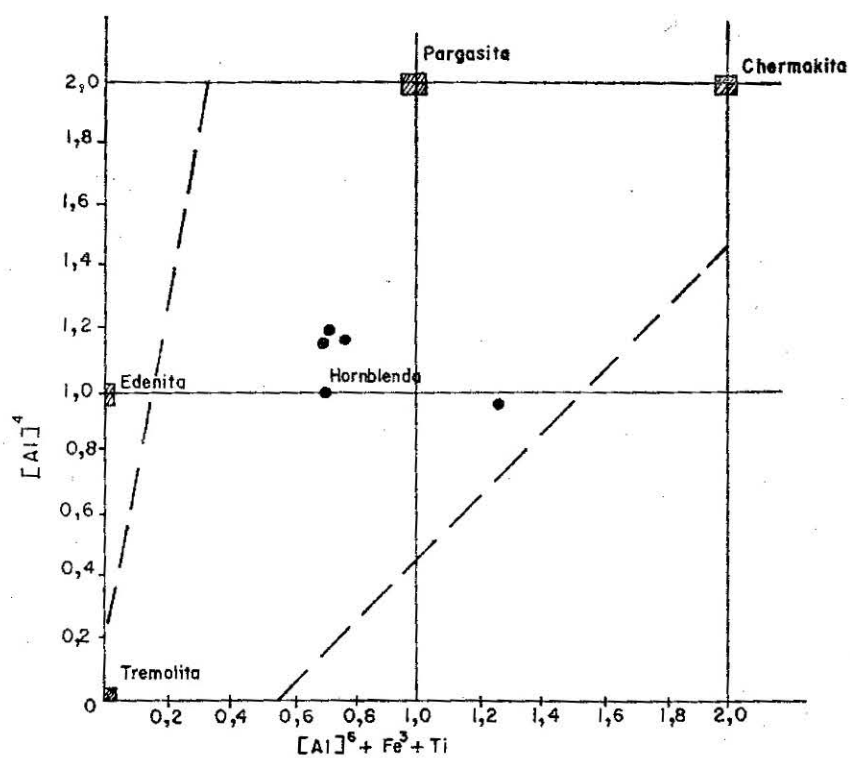


FIG. 2. Variación de la composición química de los anfíboles cálcicos, expresada en la cantidad de átomos $[Al]^6 + Fe + Ti$ y $[Al]^4$ en su fórmula (DEER *et al.*, 1965). Los puntos negros representan el anfíbol estudiado,

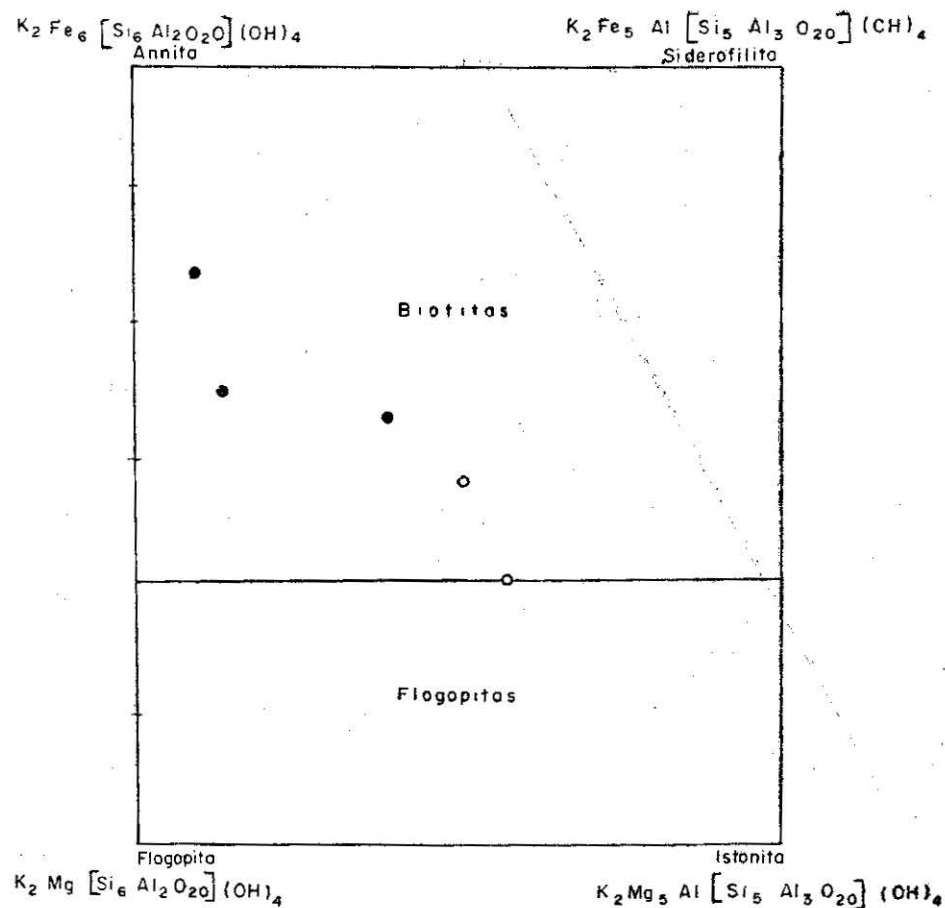


FIG. 3. Campo de la composición de micas de la serie flogopitabiotita (DEER *et al.*, 1966). Los puntos negros representan la biotita de los granitoides de la Sierra Maestra; los puntos blancos, la biotita de los granitoides de Camagüey-Las Tunas.

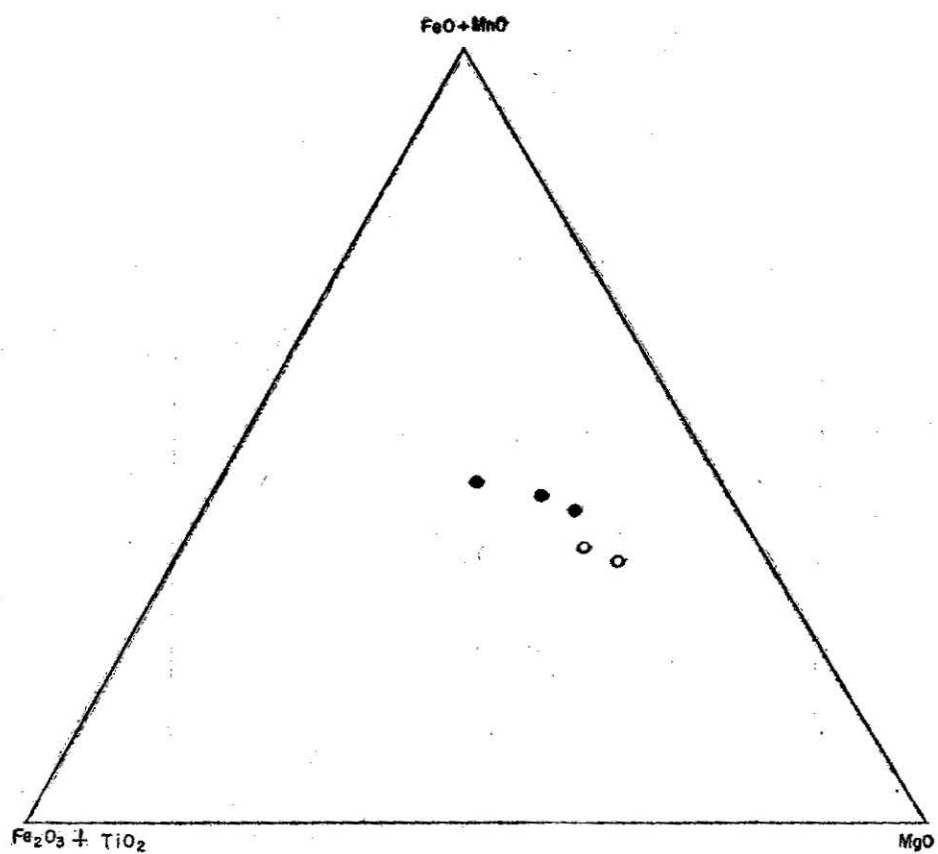


FIG. 4. Relaciones entre MgO , $\text{FeO} + \text{MnO}$, y $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ en los anfíboles. Los puntos negros representan el anfíbol de los granitoides de la Sierra Maestra; los puntos blancos, el anfíbol de los granitoides de Camagüey.

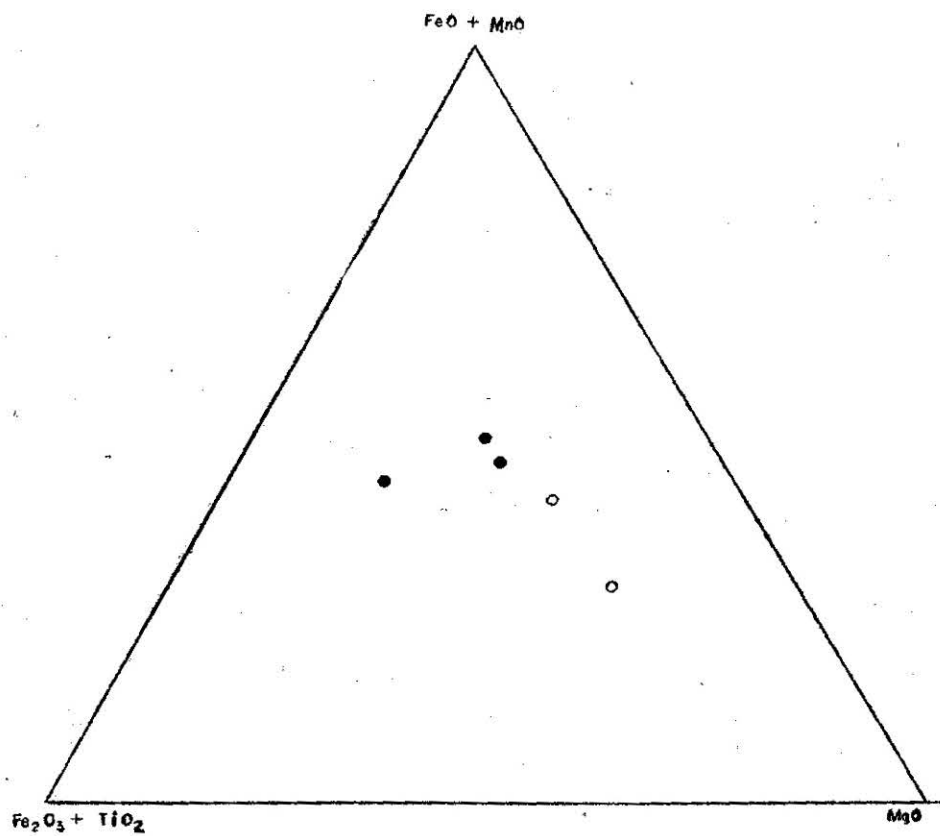


FIG. 5. Relaciones entre MgO , $\text{FeO} + \text{MnO}$, y $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ en las biotitas. Los puntos negros representan la biotita de los granitoides de la Sierra Maestra; los puntos blancos, la biotita de los granitoides de Camagüey.

suponer que los granitoides de Camagüey-Las Tunas y de la Sierra Maestra corresponden a los de profundidad media (hipoabisales).

La magnitud Kd ($Kd = \frac{F \text{ de la hornblenda}}{F \text{ de la biotita}}$), que refleja la distribu-

ción de los componentes ferromagnesianos (Fe-Mg) entre la hornblenda y la biotita coexistentes, se encuentra en el intervalo de 0,74 a 0,87 (Tablas 2 y 3). Al comparar las magnitudes Kd de los minerales estudiados con el diagrama de Manuilova (Fig. 6), se destaca que la temperatura de cristalización de la hornblenda y biotita coexistentes fluctúa en el intervalo de 600 a 700°C.

TABLA 3. Cantidad de los cationes en la fórmula cristaloquímica y parámetros petroquímicos de las biotitas de granitoides de la Sierra Maestra y Camagüey-Las Tunas.^a

Elementos	Sierra Maestra			Camagüey-Las Tunas	
	64	196	234	4 428	3 900d
Si	2,95	2,93	2,80	2,74	2,72
Al	1,05	1,03	1,08	1,23	1,17
	4,00	3,96	3,88	3,97	3,89
Al	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,21	0,24	0,24	0,20	0,23
Mn	0,07	0,04	0,02	0,06	0,02
Fe ⁺³	0,70	0,31	0,34	0,27	0,19
Fe ⁺²	1,00	1,23	1,15	0,90	0,64
Mg	0,80	1,24	1,36	1,59	2,02
	3,02	3,06	3,11	3,02	3,10
Ca	0,05	0,25	0,10	0,07	0,22
Na	0,05	0,06	0,04	0,02	0,04
K	0,73	0,63	0,70	0,84	0,79
	0,83	0,94	0,84	0,93	1,05
F ^b	68,00	55,40	54,20	42,40	29,10
K/Na	14,60	10,50	17,50	42,00	19,80
Kd ^c		0,81	0,74	0,87	

^a El grupo aniónico no se tuvo en cuenta porque no fueron determinados el agua de cristalización y el flúor.

^b $F = \frac{Fe}{Fe + Mg} \cdot 100$

F de la hornblenda

^c $Kd = \frac{F \text{ de la hornblenda}}{F \text{ de la biotita}}$

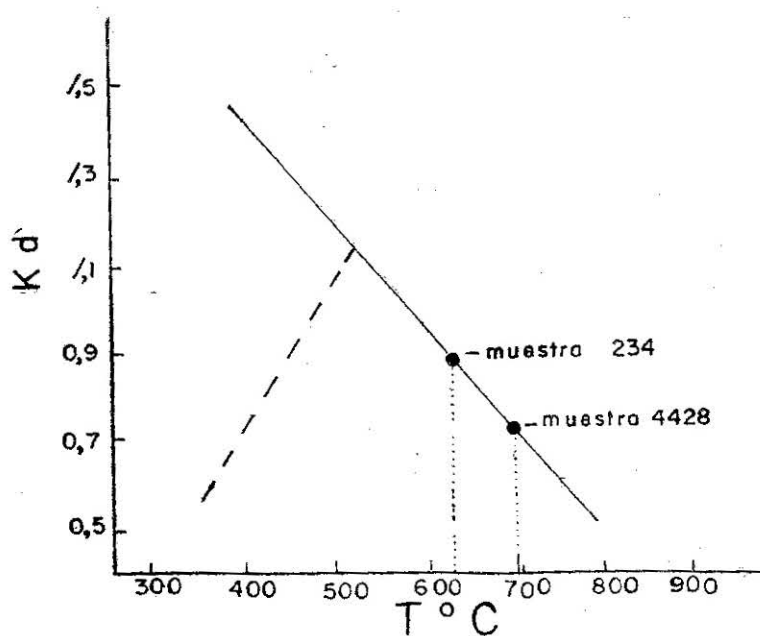


FIG. 6. Cambio de la magnitud del coeficiente de distribución del hierro y del magnesio entre las hornblendas y las biotitas (K_d), en dependencia de la temperatura (MANUILOVA *et al.*, 1975). La línea discontinua representa los abisales; la línea continua, los hipoabisales y subvolcánicos.

3. SUMARIO

- Las hornblendas y biotitas de los granitoides de la Sierra Maestra tienen una mayor ferruginosidad total, un mayor índice de refracción, y un contenido de titanio más elevado, en comparación con esos mismos minerales en los granitoides de Camagüey-Las Tunas.
- Las hornblendas y biotitas de los granitoides de la Sierra Maestra tienen la relación K/Na menor que las de los granitoides de Camagüey-Las Tunas. Esto coincide con el rasgo general de la composición química de los granitoides dados, en lo cual los granitoides de la Sierra Maestra se caracterizan por una prevalencia notable del sodio sobre el potasio.
- Los granitoides de Camagüey-Las Tunas y de la Sierra Maestra son hipoabisales (de profundidad media) y la temperatura de cristalización de los mismos se encuentra en el intervalo de 600 a 700 $^{\circ}\text{C}$.

REFERENCIAS

DEER, W. A., HOWIE, R. A., y ZUSSMAN, J. (1965-1966): *Minerales formadores de rocas* [traducido del inglés]. Mir. Moscú, 2 vols.

- EGUIPKO, O., y PÉREZ, M. (1976): Breves características petrográficas de los principales tipos de rocas magmáticas en la parte central de la Sierra Maestra. *CIG-MMG*, La Habana, Serie No. 1.
- GREENLAND, L. P., GOTTFRIED, D., y TILLING, R. I. (1968): Distribution of manganese between coexisting biotite and hornblende in plutonic rocks. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 32:1149-1163.
- MANUILOVA, M., ZARUBIN, V., y MIJAILOVA, Y. (1975): Composición de las hornblendas y biotitas como criterio para juzgar sobre el grado de profundidad de los granitoides [en ruso]. *Bol. Acad. Cien. URSS, ser. Geol.*, 12.
- MOXHAM, R. L. (1965): Distribution of minor elements in coexisting hornblende and biotites. *Canadian Mineral.*, 8(2):204-240.
- TILLING, R. I., GREENLAND, L. P., y GOTTFRIED, D. (1969): Distribution of scandium between coexisting biotite and hornblende in igneous rocks. *Geol. Soc. Bull.*, 80:651-668.

COMPARATIVE STUDY OF HORNBLENDES AND BIOTITES FROM GRANITOIDES IN EASTERN CUBA

ABSTRACT

The first experience on the study of the chemical composition of hornblendes and biotites, as criteria for the genesis of Eastern Cuban granitoid bodies, is presented. An important difference was established between granitoids from Camaguey-Las Tunas and those from Sierra Maestra. According to the Manuilova diagram, the temperature of crystallization of both granitoid bodies range between 600 and 700°C, corresponding to hipoabisal rocks.