

BIOTITAS GRANITICAS DEL SUR DE LA PROVINCIA DE SALAMANCA (ESPAÑA)

JULIO SAAVEDRA ALONSO*

ANTONIO GARCÍA SÁNCHEZ*

M.^a CARIDAD GONZÁLEZ CUASANTE*

RESUMEN.—Se ha estudiado la distribución de elementos en biotitas pertenecientes a granitoides incluidos en el rango de granodioritas a granitos. La variación en composición química de la roca se refleja paralelamente en la biotita. La distribución de los diez elementos estudiados se explica perfectamente por los procesos ácido-base, poniéndose en evidencia que las clásicas relaciones de carga y radio no son determinantes por completo.

SUMMARY.—Element distribution in biotites, of granitoids on the range granodiorite-granite, has been studied. The variation on the main element contents of the rocks is reflected on the biotite composition. The distribution of ten elements studied is explained by the acid-base interactions.

INTRODUCCION

En una publicación anterior (SAAVEDRA y GARCÍA SÁNCHEZ, 1973) se realizó un estudio general sobre la composición de biotitas graníticas del SW y SE de la provincia de Salamanca (Centro-Oeste de España), prestando especial atención a los elementos Ni, Co, Zn, Cu y Mn. En este trabajo se han considerado esencialmente los elementos típicos de las mineralizaciones de esta región de la Península Ibérica: F, Cl, Li, Be, Rb, Nb, Zr, W, Sn y Ba. Se utilizaron las mismas muestras, por lo que sus descripciones no se detallan aquí.

Los granitos correspondientes ya han sido estudiados desde los puntos de vista geoquímico (SAAVEDRA y GARCÍA SÁNCHEZ, 1974) y petrológico (UGIDOS, 1973). De estos trabajos se ha obtenido la información complementaria precisa para llegar a los resultados aquí expuestos.

* Centro de Edafología del C.S.I.C. y Departamento de Mineralogía de la Facultad de Ciencias de la Universidad, Salamanca.

METODO EXPERIMENTAL

Las biotitas fueron separadas y purificadas por el empleo de líquidos densos (bromoformo) y el separador electromagnético Frantz. El grado de impurificación por clorita fue controlado por difracción de rayos X.

Las determinaciones de Rb, Nb, Zr, W, Sn y Ba se efectuaron por fluorescencia de rayos X con un límite de sensibilidad que oscila entre 4 y 10 ppm y un error relativo máximo del orden del 5 %. Se ha trabajado con pastillas constituidas por la mezcla íntima de biotita y celulosa con proporciones en peso del 80 % y 20 %, respectivamente y granulometría de ambos constituyentes inferior a 50 micras, sometiendo dicha mezcla a una presión de 300 atmósferas. Se ha recurrido para el control de los efectos de matriz a la medida de la radiación Compton, dada la proporcionalidad existente entre el coeficiente de absorción másico de una determinada sustancia y la intensidad de la radiación dispersa Compton de dicha sustancia (HOWER, 1959; REYNOLDS, 1963, etc.).

El Li se determinó por fotometría de llama, mientras que para el F se recurrió a una potenciometría con electrodo sensible; los contenidos de Cl y Be se obtuvieron por espectrofotometría de los complejos hierro-mercurotiocianato y con cromazurol S, respectivamente.

Al efectuar comparaciones entre grupos de muestras con un valor medio atribuido a cada una, se ha tenido en cuenta la dispersión de valores, asignando un margen de variación dado por los criterios estadísticos usuales:

$$E = 0.8453 \frac{d}{n(n-1)}$$

Se ha excluido este tratamiento solamente en los casos en los que el número de datos es inferior a cinco. Cuando intervienen dos medias, la dispersión se ha medido por la fórmula:

$$E_T = 0.70 (E_1 + E_2).$$

EL MEDIO GEOLOGICO

Las muestras pertenecen a tres batolitos graníticos, dentro de los cuales pueden diferenciarse varias facies (SAAVEDRA y GARCÍA SÁNCHEZ, 1974; UGIDOS, 1973). El granito oscila entre granodiorita y granito de tendencia alcalina.

El granito de Linares de Riofrío consta de una zona central de carácter granodiorítico, con biotita como mineral ferromagnesiano esencial, y con enclaves dioríticos. Alrededor se dispone un granito biotítico también, pero de tendencia más adamellítica y con cordierita idiomorfa. Este granito corta nítidamente a las estructuras hercinianas.

El granito de Sequeros es una prolongación al NW de la zona externa del granito de Linares, con el que se encuentra enlazado. En él aparecen varias facies. En el centro, una cúpula constituida por granito leucocrático con muy poca biotita y con andalucita primaria, análoga a las citadas en otros lugares del Centro Oeste de España (CORRETGÉ, 1971). En la periferia predominan los granitos biotíticos con cordierita, análogos a los del batolito de Linares. Este macizo tiene una marcada disposición SE-NW, hercínica. Aparece ya alguna moscovita y su profundidad de emplazamiento es ya más somera que en el anterior.

En el batolito de Fuenteguinaldo puede hablarse ya de granitos de dos micas, con andalucita. El granito de Navasfrías (extremo N del batolito del Jálama) ofrece características similares, pero sin la presencia frecuente de andalucita o cordierita.

En la Tabla I se exponen algunas características químico-mineralógicas de estos granitos obtenidas a partir de los datos de SAAVEDRA y GARCÍA SÁNCHEZ (1973). Los óxidos están expresados en % en peso, al igual que los contenidos en plagioclasa (Plag). El porcentaje de anortita en plagioclasas (An) se ha referido a moles.

TABLA I

DATOS QUIMICO-MINERALOGICOS (CALCULADOS) DE LAS
ROCAS GRANITICAS

	1a	1b	2a	2b	3	4
An	25	31	9	21	16	11
Plag	35,2	42,6	26,7	33,4	29,6	24,3
Fe ₂ O ₃	3,63	4,32	1,75	3,17	2,30	2,40
MgO	1,11	1,50	0,41	0,88	0,78	0,53
TiO ₂	0,29	0,31	0,15	0,24	0,21	0,21

- 1a: granito de Linares, zona externa.
- 1b: granito de Linares, zona interna.
- 2a: granito cupuliforme de Sequeros.
- 2b: zona externa, granito de Sequeros.
- 3: granito de Fuenteguinaldo.
- 4: granito de Navasfrías.

El contenido en sílice aumenta gradualmente desde 1b, el más básico, a 1a, 2b, 3, 4 y, sobre todo, 2a.

RELACION ENTRE EL QUIMISMO DEL GRANITO Y LAS CONDICIONES DE CRISTALIZACION DE LA BIOTITA

La presencia de biotita como único mineral ferromagnesiano en los granitos considerados no es un hecho general. En ocasiones coexiste con cordieritas o andalucitas ferríferas. La atenta observación de los resultados de la Tabla I permite precisar las variaciones químicas de la roca.

La zona central del granito de Linares, 1b, una verdadera granodiorita, se caracteriza por la ausencia de cordierita y la riqueza en ferromagnesianos, juntamente con plagioclasas del término andesina. Sin embargo, el granito exterior, ya más adamellítico, contiene cordierita, al tiempo que las plagioclasas se empobrecen en calcio, quedando reducidas a oligoclasas cálcicas; lo mismo ocurre en el granito de Sequeros, 2b. En los restantes, con plagioclasas del término albita u oligoclasa ácida y menor riqueza en ferromagnesianos, no aparece este mineral, dando paso a la andalucita o moscovita, según las condiciones genéticas.

Se aprecia aquí un fenómeno general en muchos granitos hercínicos de Europa: la biotita y cordierita coexisten en granitos cuyas plagioclasas son oligoclasas cálcicas. Por otra parte, los contenidos en Al_2O_3 de estas rocas no difieren extraordinariamente (SAAVEDRA y GARCÍA SÁNCHEZ, 1974). Además, si se establece una comparación entre el Al de la fracción plagioclasa de los granitos 1a y 1b se observa un mayor contenido en las de este último, del orden del 2 % de Al_2O_3 respecto al total de la roca. El paso del granito citado a términos menos cálcicos aún implica que el Al en exceso da lugar a un mineral más aluminico todavía y menos férrico que la cordierita: la andalucita o, si las condiciones de presión y temperatura lo permiten, la moscovita.

En la figura 1 se han representado los contenidos en Fe_2O_3 (hierro total expresado como óxido), Al_2O_3 y MgO de las biotitas (datos tomados de SAAVEDRA y GARCÍA SÁNCHEZ, 1973). La suma de los tres óxidos se ha reducido previamente a 100,00 y los valores correspondientes a las distintas biotitas del granito de Sequeros se han reagrupado. Se observa muy bien cómo las muestras correspondientes a granitos en los que coexisten biotita-silicato rico en aluminio se desplazan hacia el polo Al_2O_3 ; este desplazamiento es tanto más acusado cuanto más rico en Al sea el silicato, fenómeno ya señalado en granitos hercínicos ibéricos por Albuquerque (1973). Con carácter más leve se señala una disminución de los elementos ferromagnesianos.

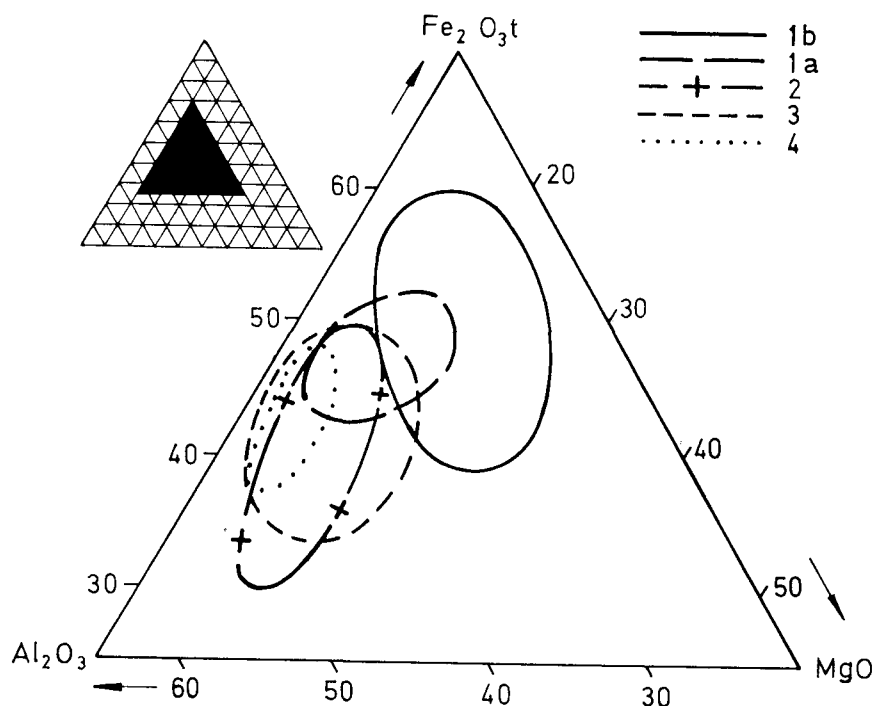


FIG. 1

Distribución de Fe, Al y Mg de biotitas. Los puntos representativos de las muestras pertenecientes al mismo granito están encerrados en las superficies indicadas; los dos granitos de Sequeros, se han considerado en conjunto, 2. Misma leyenda que la tabla I

Hay, pues, un paralelismo entre la composición química de la roca y la de la biotita. Este mineral obra como un tampón respecto a los ferromagnesianos y el aluminio, actuando fundamentalmente en el proceso la temperatura; los contenidos más elevados en TiO_2 han sido señalados repetidamente como índice de más elevada temperatura. De la misma manera se comporta el Fe_2O_3 (IVANOV, 1970). De acuerdo con ello, Tabla I, el granito interno del batolito de Linares, 1b, cristalizó a la temperatura máxima dentro de el conjunto y el granito de Navasfrías a la mínima. El caso de los granitos 2a, diferenciación cupuliforme, es esencialmente acusado.

Esta variación termodinámica incide en la composición química. UGIDOS (1973) había postulado, para el granito de Linares, un déficit de agua en la cristalización ($P_{\text{H}_2\text{O}}$ igual a 2.0 ó 3.0 Kb y $P_T \simeq 4$ Kb), apoyándose en argumentos petrológicos. La presión parcial del agua puede calcularse por la ecuación dada por WONES y EUGSTER (1965):

$$\log f_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{3428-4212 (1-X_1)^2}{T} + \log X_1 + \frac{1}{2} \log f_{\text{O}_2} + 8.23$$

$$- \log a_{\text{KAlSi}_3\text{O}_8} - \log a_{\text{Fe}_3\text{O}_4}$$

T = temperatura en grados absolutos ($^{\circ}\text{C} + 273$).

X_1 = fracción molar de la annita en la biotita.

f_{O_2} = fugacidad del oxígeno.

$a_{\text{KAlSi}_3\text{O}_8}$, $a_{\text{Fe}_3\text{O}_4}$ = actividades cuando los minerales respectivos, feldespato potásico y magnetita, no son puros.

En estas rocas graníticas puede usarse la ecuación simplificada de WONES (PUFFER, 1972):

$$\log f_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{7409}{T} + 4.25 + \frac{1}{2} \log f_{\text{O}_2} + 3 \log X_1 - \log a_{\text{KAlSi}_3\text{O}_8} - \log a_{\text{Fe}_3\text{O}_4}$$

En estas ecuaciones van implícitos valores tales como el de la constante de disociación elemental del agua, que en realidad varía con la presión; sin embargo, estas variaciones son poco importantes. También pueden desprejarse en este caso los términos $\log a_{\text{Fe}_3\text{O}_4}$ y $\log a_{\text{KAlSi}_3\text{O}_8}$ por ser las magnetitas y/o feldespatos potásicos inexistentes o prácticamente puros.

La fugacidad de oxígeno, poco variable con la temperatura, puede obtenerse a partir del diagrama de WONES y EUGSTER (1965), figura 2; la relación molar annita/biotita se ha obtenido a partir de los datos de la bibliografía, Tabla II. Admitiendo la temperatura supuesta por los autores citados se obtienen los valores medios $\log f_{\text{O}_2} = 10^{-16}$ y $P_{\text{H}_2\text{O}} = 2.9 \text{ Kb}$. Por tanto, la presión parcial del agua es el 70 % de la presión total y los postulados del primero de los autores tiene una evidencia experimental. La biotita de la zona interna del granito de Linares ha cristalizado en condiciones deficitarias de agua. En los granitos de las zonas externas de este batolito y el de Sequeros (1a y 2b) la temperatura es algo menor y el grado de saturación en agua aumenta ligeramente.

La disminución de la temperatura y, por tanto, el aumento de la presión parcial del agua (la fugacidad del oxígeno varía menos) se acentúan en los granitos de Fuenteguinaldo (3), Navasfrías (4) y cúpula de Sequeros (2a), lo que está de acuerdo con la mineralogía (aparición de minerales hidratados como la moscovita) y otros factores geológicos.

DISTRIBUCION DE ELEMENTOS EN BIOTITAS

Anteriormente se había demostrado que la distribución de elementos típicos de rocas básicas (Ni, Co, etc.) en biotitas graníticas se rige no por

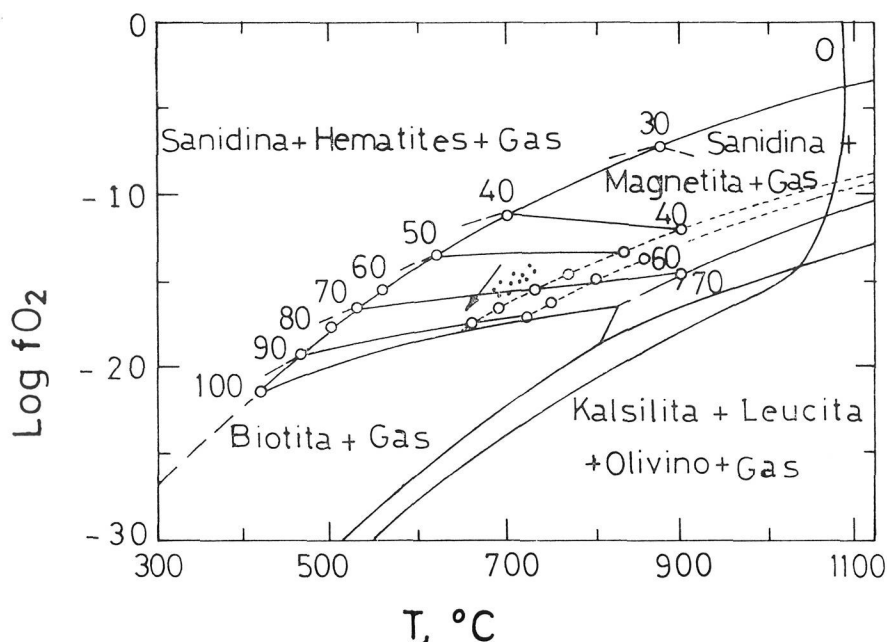


FIG. 2

Situación de las muestras en el diagrama de Wones y Eugster (1965). Se ha indicado con una flecha la dirección y límites previsibles de situación de las biotitas de todos los granitos. El punteado corresponde a las muestras del batolito de Linares

los criterios clásicos de carga y radio, sino por la electronegatividad (SAAVEDRA y GARCÍA SÁNCHEZ, 1973). La moderna teoría sobre la naturaleza de los silicatos fundidos afirma que hay un paralelismo estructural entre el sólido y el líquido primitivo; éste está constituido principalmente por tetraedros ya formados oxígeno-silicio y/o aluminio, entre los cuales existen los cationes metálicos móviles. Es, en rigor, un sistema químico en el que coexisten formas ácidas y básicas, en su concepto amplio de aceptores o donadores de electrones. Tales propiedades se miden por el carácter electropositivo o electronegativo, y su validez se ha comprobado ya en algunas rocas ígneas (POPOLITOV y KOVALENKO, 1973). En fundidos graníticos los elementos más electropositivos son más solubles y, por tanto, su actividad es menor*. Aunque no hay muchos datos sobre la electronegatividad y, frecuentemente no hay concordancia entre los valores de los distintos autores, se puede explicar la composición de las biotitas a la luz de estas teorías. Dicha composición se indica en la Tabla II. Los elementos están expresados en partes por millón, a excepción del flúor, dado en %. Se ha incluido también la re-

* Al aumentar la acidez del fundido disminuyen las actividades de todas las bases, siendo esta disminución más acusada para las bases más fuertes.

TABLA II
RESULTADOS DEL ANALISIS DE BIOTITAS GRANITICAS

		Fe	Cl	Li	Be	Rb	Nb	Zr	W	Sn	Ba	100×Fe (Fe+Mg)
1a	1	1,15	950	360	13,8	1250	124	596	6	255	1379	61,6
	2	1,30	480	410	15,0	1438	126	311	<4	300	1767	62,1
	3	0,90	450	450	5,0	1200	126	361	<4	170	1767	65,9
	4	2,30	200	250	8,1	1242	173	331	7	135	1739	56,9
	5	0,90	435	163	5,9	960	185	454	<4	125	1767	65,6
	6	2,45	65	260	13,8	1245	176	328	12	260	2356	61,9
	7	1,25	506	260	10,7	1556	173	306	<4	120	2318	67,4
	16	0,90	480	88	6,3	1283	173	571	12	175	1739	64,8
	17	0,95	850	300	14,3	1683	210	252	<4	125	1739	62,5
	18	0,68	400	211	2,5	1680	210	250	<4	130	1767	63,4
	19	1,30	190	570	6,2	1985	201	454	<4	300	2945	61,6
	35	2,45	<50	500	8,1	1539	176	379	13	300	2356	64,3
1b	8	2,35	235	310	10,6	1136	159	471	11	250	1767	69,7
	9	2,35	240	240	<2	1051	185	470	10	210	1765	70,3
	10	2,25	70	325	5,6	1035	149	438	10	145	1739	58,8
	11	0,85	385	240	10,0	1077	126	706	14	70	2356	61,1
	12	2,35	90	188	7,5	976	151	302	<4	250	1767	56,2
	13	0,90	245	240	16,2	1186	159	622	10	215	1768	63,2
	14	2,40	225	213	3,4	1084	182	645	<4	120	1739	54,8
	15	2,42	435	29	5,3	1354	134	706	10	220	1367	56,4
2a	20	1,35	285	1100	11,8	2103	336	706	25	480	2356	69,4
	22	0,56	680	2000	5,6	1460	420	560	14	230	1400	64,6
2b	21	1,05	1500	410	11,2	1515	207	861	7	365	1761	55,6
	23	1,20	865	400	16,2	1472	176	824	10	175	2356	68,5
	24	1,52	560	760	5,0	1354	210	1127	8	215	1761	50,0
	25	1,25	400	470	<2	1059	107	1059	<4	215	2318	62,1
	26	2,45	75	500	8,1	1556	223	670	<4	360	1739	56,7
3	27	2,70	190	640	13,7	2119	274	861	10	180	2898	63,6
	28	0,75	<50	600	<2	1460	420	560	8	220	2500	60,1
	29	2,28	385	750	23,7	2254	286	656	<4	180	2356	68,2
	30	0,78	<50	1000	5,9	1346	337	496	12	210	1767	45,0
	31	1,45	370	840	19,3	2451	287	902	16	220	2898	69,6
4	32	0,72	215	700	<2	2130	310	830	<4	180	2800	61,6
	33	3,05	190	1500	7,8	4207	387	573	<4	480	2020	66,4
	34	1,25	845	630	15,5	3000	360	1070	<4	230	3500	65,0

TABLA III

COMPOSICION MEDIA (M) Y DISPERSION (E) DE LAS BIOTITAS GRANITICAS

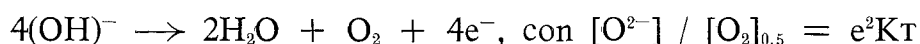
	1a		1b		1		2b		2a	2		3		4
	M	E	M	E	M	E	M	E	M	M	E	M	E	M
TiO ₂	2,89	0,23	3,11	0,57	2,98	0,43	2,19	0,52	1,53	2,00	0,50	2,52	0,35	2,54
F	1,38	0,46	1,98	0,50	1,62	0,57	1,49	0,37	0,96	1,34	0,34	1,59	0,68	1,67
Cl	417	192	241	78	347	175	680	381	483	624	307	189	43	417
Li	319	110	223	56	280	85	508	116	1550	806	389	766	116	943
Be	9,1	3,4	7,3	3,4	8,4	3,3	8,1	4,2	8,7	8,3	3,8	12,5	7,4	7,8
Rb	1422	218	1112	74	1298	181	1391	140	1755	1503	135	1926	395	3112
Nb	171	22	156	14	165	26	185	33	378	240	73	321	44	352
Zr	383	75	545	110	448	100	908	115	633	830	146	695	141	824
W	5	4	8	3,7	6	4,4	5	3,8	20	9	5,6	9	4	<4
Sn	189	61	185	49	188	53	266	73	355	291	86	220	17	297
Ba	2000	220	1934	118	1934	216	1987	265	1878	1956	317	2484	319	2763
Fe × 100	63,3	1,63	61,2	4,33	62,4	2,43	58,5	5,2	67,0	60,9	5,5	61,3	6,6	64,3
Fe + Mg														

RELACIONES INTERELEMENTALES

Rb/Ba ...	0,71	0,14	0,58	0,12	0,67	0,12	0,70	0,11	0,94	0,77	0,14	0,78	0,18	1,12
Ti/Zr	46	9	35	10	40	11	14	4	15	15	4	22	6	19
Ti/Nb ...	102	15	121	23	109	23	71	21	25	50	20	48	9	44
Mg/Li ...	140	41	2,32	52	176	46	78	21	20	46	20	53	8	34
Ti/Sn	93	26	102	32	96	29	49	18	26	42	16	70	8	52

lación molar entre el hierro total y la suma hierro total + magnesio, en %. En la Tabla III se dan los valores medios correspondientes, junto con las relaciones entre elementos, los porcentajes en TiO_2 tomados de la bibliografía y la medida estadística de la dispersión, E. El conjunto de todas las biotitas de todos los granitos de Linares y Sequeros se ha indicado con los números 1 y 2, respectivamente.

Los contenidos en Be y W son demasiado bajos y dispersos para que las variaciones medias sean estadísticamente significativas. Así, las cantidades de berilio son mínimas en las biotitas de 1b, las más pobres en su elemento químicamente afín, el Al, pero con poca diferencia. Para el W y, en general, los elementos más electropositivos de los considerados, la variación más significativa está en el grupo 2a, con un contenido netamente superior a los restantes; es aquí en donde el parámetro $100 \text{ Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$ es más elevado y, según la figura 2, la concentración de O_2 más baja. El medio se hace menos alcalino, conforme a la reacción



(siendo "e" el potencial redox), ecuaciones dadas por KORZHINSKII (1963, 1965). En este medio más ácido se disuelven preferentemente los óxidos más básicos. No ocurre así con el Ba por ser afín geoquímicamente al K y caracterizarse el incremento de acidez por una sodificación a expensas del K (SAAVEDRA y GARCÍA SÁNCHEZ, 1974).

El contenido en F es máximo en las biotitas del grupo 1b, que cristalizaron en condiciones deficitarias de agua. En este caso, el flúor entra más fácilmente en el mineral. Al aumentar el H_2O , este F^- cede su posición en favor del OH^- ; las variaciones son estadísticamente significativas si se comparan los grupos 1b con 2, Tabla III, por ejemplo. El Cl, de carácter más electropositivo que el F, se acumula más respecto a éste al pasar a granitos más ricos en sílice.

La relación entre los elementos afines Mg y Li muestra un neto enriquecimiento en la base más fuerte LiO_2 , al pasar a rocas más ácidas, Tabla III. Es el mismo caso en la relación entre Rb y Ba, dos elementos ligados siempre al K: en los términos más ácidos el Rb se concentra respecto al Ba, cuyo óxido es menos básico. Análoga explicación tiene la variación de las relaciones Ti/Zr, Ti/Nb y Ti/Sn, pues los óxidos de Zr, Sn y Nb son más básicos que el Ti y se acumulan preferentemente respecto a él en granitos de acidez creciente; mientras que el Ti empieza a precipitar (se requiere siempre una concentración mínima) en forma de minerales independientes ya en rocas básicas, alcanzando en ellas su máxima concentración, el Zr, cuyo óxido es más básico, lo hace en un período más tardío, en el límite

granodiorita-adamellita, Tablas I y III. El Nb y Sn, de óxidos más básicos aún, tienen su mayor acumulación en el rango adamellitas-granitos.

CONCLUSION

La composición de las biotitas refleja completamente la de los granitos correspondientes. La distribución de elementos está regida por las condiciones de formación: temperatura, grado de saturación en agua, medio más o menos oxidante o reductor y naturaleza química del material no consolidado de partida. La teoría de interacción ácido-base explica el comportamiento de los elementos aquí estudiados: la medida del carácter más o menos ácido o básico viene dada por la electroafinidad o electronegatividad. No se pretende que éste sea el único mecanismo general, puesto que las posibilidades son numerosas y, sin duda, los procesos de formación de complejos, por ejemplo, son muy importantes para ciertos elementos (Sn, W, Mo, W, Be, Nb, etc.). La distribución de un elemento en biotita puede explicarse por reacción ácido-base, pero esto no implica que el mismo mecanismo sea válido para la distribución en el resto de la roca.

BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, C. A. R. (1973): *Geochemistry of biotites from granitic rocks, Northern Portugal*. Geochim. Cosmochim. Acta, 37, 1779-1802.
- CORRETGÉ, L. G. (1971): *Estudio petrológico del batolito de Cabeza de Araya (Cáceres)*. Tesis, Univ. Salamanca.
- HOWER, J. (1959): *Matrix corrections in the X Ray spectrographic trace element analysis of rocks and minerals*. Amer. Miner., 44, 19-32.
- IVANOV, V. S. (1970): *Composition of biotite in granitoids as influenced by temperature and chemical activity of potassium*. Intern. Geol. Rev., 13, 649-657.
- KORZHINSKII, D. S. (1963a): *Hypothesis of the advancing wave of acidic components in postmagmatic solutions*. Sym. of Probl. of Postmagm. Ore Dep., Prague, 157-160.
- (1963b): *The relation of oxygen activity to acidity and reduction potential in endogenous mineral production*. Izv. AN-SSSR, ser. geol., n.º 3 (en ruso).
- POPOLITOV, E. I. y KOVALENKO, V. I. (1973): *On the influence of the melt composition on the behavior of rare elements*. Geochem. Intern., 10, 240-248.
- PUFFER, J. H. (1972): *Iron-bearing minerals as indicators to intensive variables pertaining to granitic rocks of the Pegmatite Points area*. Colorado. Am. Jour. Sci., 1972, 273-289.
- REYNOLDS, R. C. (1963): *Matrix corrections in trace element analysis by X Ray fluorescence: estimation of the mass absorption coefficient by compton scattering*. Amer. Miner., 48, 1133-1143.

- SAAVEDRA, J. y GARCÍA SÁNCHEZ, A. (1973): *Composición química de las biotitas de granitos de la provincia de Salamanca relacionada con las condiciones de formación*. Stvd. Geol., 6, 7-27.
- (1974): *Estudio geoquímico de algunos granitos de la provincia de Salamanca*. Bol. Geol. y Min. de España, en prensa.
- UGIDOS, J. M. (1973): *Estudio petrológico del área Béjar-Plasencia (Salamanca-Cáceres)*. Tesis Doctoral. Univ. de Salamanca.
- WONES, D. R. y EUGSTER, H. P. (1965): *Stability of biotite: experiment, theory and application*. Am. Mineral., 50, 1228-1272.

(Recibido el 11 - XI - 74)