



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

**DESCRIPCION GEOQUIMICA DE 30 MUESTRAS DE GRANITOIDES
Y ROCAS METAMORFICAS DE ALTO GRADO DE LAS HOJAS
A ESCALA 1:50.000 DE OLOMBRADA, NAVAS DE ORO,
CANTALEJO, SEPULVEDA, RIAZA, TAMAJON Y
COLMENAR VIEJO**

402 , 429 , 430 , 431 , 432 , 459 , 534

Fernando Bea y Pilar G. Montero, Departamento de Mineralogía y Petrología,
Campus Fuentenueva, Univ. de Granada, 18002 Granada.



SECRETARIA GENERAL DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INTRODUCCION

La descripción que sigue hace referencia sólo a los datos geoquímicos obtenidos en nuestro laboratorio sobre las muestras enviadas por INYPSA, no a las relaciones de campo ni petrografía, que para los autores de esta descripción son desconocidas.

Los análisis se han realizado en la Universidad de Granada, utilizando Fluorescencia de Rayos X para elementos mayores, con una precisión relativa en torno a $\pm 1\%$ para una concentración de analito del 1%, y utilizando ICP-MS para los elementos traza y tierras raras, con una precisión relativa de $\pm 2.5\%$ relativo para una concentración de analito de 10 ppm.

Las muestras llegaron a nuestro laboratorio como cantos de tamaño grava gruesa, en ocasiones mezclados con algo de tierra (eliminada en el laboratorio), y no excesivamente frescas. Este hecho puede alterar significativamente los contenidos de Na₂O y CaO, y por tanto el índice de saturación en aluminio (ISA = mol Al₂O₃/[CaO+Na₂O+K₂O]) que es un parámetro primario para la clasificación tipológica.

La descripción se ha efectuado hoja por hoja. Dentro de cada hoja las muestras se han agrupado de acuerdo con la descripción suministrada por INYPSA, señalando las discrepancias cuando estas se producen.

Las diagramas se presentan por separado para las muestras hercínicas y las muestras prehercínicas (no hercínicas). La situación de cada muestra se recoge en los mapas de muestra de cada hoja.

Sobre estas muestras se han efectuado (1) diagramas de variación frente a la sílice de todos los elementos mayores, (2) diagrama Na₂O-K₂O, (3) diagrama tipológico de Debon and Le Fort (1982), (4) diagramas de tierras raras normalizados a condrito, utilizando como valores de normalización los de (Anders and Ebihara, 1982). En hoja aparte se indican los símbolos utilizados en los diagramas.

Hoja de Navas de Oro (17-17)

429

Sólamamente se entregó una muestra, de referencia 17-17/9043, que en el documento de entrega viene descrita como "granitos". La composición de elementos mayores corresponde a la de una adamellita o monzogranito moderadamente peraluminico (ISA = 1.13), calcoalcalino, con K₂O sólo ligeramente superior a Na₂O. En cuanto a elementos trazas, destacan elevadas concentraciones de Li, Cs, y moderadas de Sr. Las tierras raras poseen concentraciones moderadamente elevadas, y definen un espectro condritico caracterizado por una cierta pendiente negativa desde La a Sm, con una pequeña anomalía negativa del Eu (Eu/Eu* = 0.61), y un espectro casi plano desde Gd hasta Lu, con LaN/LuN = 8.67. El quimismo de la roca sugiere una roca granítica formada por anatexia de ortoneises o metagrauwackas, con un considerable grado de evolución magmática.

Hoja de Olombrada (18-16)

402

Sólamamente se entregó una muestra, de referencia 18-16/9801, que en el documento de entrega viene descrita como "neises glandulares en clásica facies Ollo de Sapo". Su composición es extraordinariamente similar a la de las muestras descritas como "neis glandular (metavulcanita) de grano fino. Neis del Cardoso" de la hoja 20-18. Como ellas, es moderadamente silícica, muy peraluminosa pero simultáneamente tiene contenidos relativamente altos de CaO y Sr. Los contenidos de REE son moderadamente elevados, con LaN/LuN = 11.45 y Eu/Eu* = 0.47.

Hoja de Cantalejo (18-17)

430

Se entregaron tres muestras, de referencias , 18-17/9040, 18-17/9041, y 18-17/9042, que en el documento de entrega vienen descritas como "neises glandulares en clásica facies Ollo de Sapo, leucogranitos, y granitos", respectivamente. La muestra 48-17/9040 tiene un quimismo de elementos mayores que corresponde a una roca metapelítica, con concentraciones muy bajas de FeO total, CaO y Na₂O, pero elevadas de K₂O y Al₂O₃, con un 'índice de saturación en aluminio muy elevado (ISA = 1.94). Las concentraciones de elementos traza no presentan ninguna característica destacable. El diagrama de tierras raras muestra un espectro normalizado con moderada pendiente negativa desde La hasta Sm, pequeña anomalía negativa del Eu (Eu/Eu* = 0.51) y espectro plano desde Gd hasta Lu a

nivel \AA 10x condrito. Este es exactamente el espectro característico de las rocas pelíticas post-arcaicas así como de las metamorfitas y granitos de anatexia derivados a partir de ellas.

La muestra 18-17/9041 tiene una composición de elementos mayores correspondiente a un leucogranito bastante peraluminoso, muy rico en K_2O y pobre en Na_2O , y destacablemente con muy bajos contenidos de P_2O_5 . En cuanto a elementos traza, se caracteriza por muy bajas concentraciones de Sr y Ba, que pueden indicar una fuerte fraccionación por feldespatos. Destacan los contenidos moderadamente elevados de Cu y Zn, que probablemente indiquen la presencia de sulfuros. Tiene contenidos bajos de tierras raras, aunque menos bajo de lo que cabría esperar en un leucogranito peraluminoso. El espectro condritico muestra una cierta fraccionación de tierras raras ligeras a pesadas ($\text{LaN/LuN} = 2.1$) con una marcada anomalía negativa del Eu ($\text{Eu/Eu}^* = 0.04$). El quimismo de esta roca es compatible con un segregado leucocrático producido por fraccionación de feldespatos (esencialmente plagioclasa), con muy escasa fraccionación de monacita, a partir de un magma granítico peraluminoso.

La muestra 18-17/9042 corresponde a una granodiorita o adamellita moderadamente peraluminosa, calcoalcalina, con Na_2O sólo ligeramente inferior a K_2O . Tiene concentraciones moderadamente elevadas de Li, Rb, Ba, Sr, V, y Zn, compatible con una mineralogía dominada por feldespato alcalino, plagioclasa y biotita. Las concentraciones de tierras raras son relativamente elevadas, con un espectro caracterizado por moderada fraccionación de La a Sm, pequeña anomalía negativa del Eu ($\text{Eu/Eu}^* = 0.5$), y espectro relativamente plano para las tierras raras pesadas. Su quimismo es muy similar al de la muestra 17-17/9043, y por tanto, puede tener un origen similar.

Hoja de Sepúlveda (19-17) 431

Se entregaron seis muestras, de referencias , 19-17/9100 y 19-17/9105, descritas como "leuconeises", 19-17/9103 y 19-17/9104, descritas como "neises glandulares en clásica facies Ollo de Sapo", y 19-17/9101 y 19-17/9102, descritas como "tonalitas".

Las dos muestras de leuconesites tienen un quimismo compatible con el de granitos muy peraluminosos, y parecen estar relacionadas entre sí por un mecanismo de diferenciación. La muestra menos silícica, 19-17/9105 tiene contenidos elevados de Li y moderadamente elevados de Rb, Sr, Ba, metales de transición, Th, U y REE. El espectro condritico de tierras raras muestra una fraccionación notablemente uniforme desde La hasta Lu ($LaN/LuN = 9.2$) y una pequeña anomalía negativa de Eu ($Eu/Eu^* = 0.5$). La muestra más silícica, 19-17/9100 se caracteriza por un fuerte empobrecimiento en Sr, Ba, V, Zn, Th y REE, pero está enriquecida en Li, Rb, Cs y U. El espectro de tierras raras es casi plano ($LaN/LuN = 2.5$), con un fuerte incremento de la anomalía negativa del Eu ($Eu/Eu^* = 0.2$) y la aparición de una pequeña anomalía negativa de Nd. Estas características indican la fraccionación simultánea de feldespatos y monacita y ocurren en leucogranitos peraluminosos muy diferenciados.

De las dos muestras correspondientes a neises glandulares, la 19-17/9103 es más leucocrática que la 19-17/9104. Ambas tienen en común el ser muy peraluminosas, con bajos contenidos de CaO y Na₂O y elevados o moderadamente elevados contenidos de K₂O. La composición de elementos traza es muy similar a la de las muestras descritas como "granitos" de las cuales podrían representar la fuente anatítica, o al menos un componente importante de dicha fuente. Los contenidos de tierras raras, especialmente de las ligeras, son mayores en la muestra menos silícica, y en ambos casos se caracterizan por una moderada fraccionación de tierras raras ligeras (LREE) a pesadas (HREE) y una discreta anomalía negativa del Eu, que en el caso de la muestra 19-17/9103 es llamativamente pequeña ($Eu/Eu^* = 0.81$).

Una de las dos muestras descritas como "tonalitas" la 19-17/9101 tiene efectivamente una composición química correspondiente a dicha denominación. Se trata de una roca moderadamente silícica, calcoalcalina, aunque algo peraluminosa, con contenidos elevados de CaO y Na₂O, y $Na_2O > K_2O$. La muestra 19-17/9102 es algo más silícica y potásica, pero comparte el mismo tipo de quimismo que la anterior. Respecto a los elementos traza se destacan por elevados contenidos de Sr y un espectro de REE con muy pequeña o nula anomalía del Eu. Estas características son muy comunes en los "precursores básicos" de los granitoides hercínicos de la zona centroibérica.

Hoja de Colmenar Viejo (19-21)

534

De esta hoja se entregaron 9 muestras. 19-21/9050 descrita como "leuconeises"; 19-21/9051 descrita como "neises glandulares en clásica facies Ollo de Sapo"; 19-21/9052, 19-21/9053 y 19-21/9054 descritos como "granito tipo Colmenar"; 19-21/9055 y 19-21/9059 descritos como "leucogranitos de granofino"; 19-21/9056 descrito como "granito tipo El Pendoleo"; y 19-21/9056 y 19-21/9057 descritos como "granito tipo el Hoyo".

La muestra 19-21/9050 "leuconeises" tiene una composición de leucogranito peraluminico, muy rico en sílice y relativamente rico en álcalis, con un cierto grado de enriquecimiento en Na_2O , y bajas concentraciones de TiO_2 , FeO y MgO . Su composición de elementos traza destaca por la abundancia de Rb, Be, Sn y elevada razón U/Th. El diagrama normalizado de tierras raras muestra un aspecto casi plano ($\text{LaN}/\text{LuN} = 1.28$) a nivel $\text{Å} 10\times$ condrito con una fuerte anomalía negativa del Eu ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.05$), y una pequeña anomalía secundaria del Nd. Todas estas características geoquímicas corresponden a las de un diferenciado leucocrático generado por cristalización fraccional de un magma granítico peraluminoso.

La muestra 19-21/9051 descrita como "neises glandulares en clásica facies Ollo de Sapo" es idéntica a las muestras con la misma denominación de la hoja de Cantalejo (18-17), aplicándosele por tanto la misma descripción que a ellas.

Las tres muestras descritas como granito tipo Colmenar son silíceas, moderadamente aluminosas, ricas en K_2O , y tienen una composición de elementos mayores y trazas muy común entre los granitos de dos micas de la zona centro-ibérica. La muestra 19-21/9052 es algo menos silícica que las otras dos, que son muy parecidas entre sí. Dicha muestra tiene también mayores contenidos de REE, con $\text{LaN}/\text{LuN} = 9.37$, frente a $\text{LaN}/\text{LuN} = 4.59$ y 4.33 para 19-21/9053 y 19-21/9054 respectivamente. La anomalía negativa del Eu también se incrementa desde $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.26$ hasta 0.19 . El quimismo de estas tres muestras sugiere con que podrían estar relacionadas entre sí por un proceso de fraccionación.

Los leucogranitos de grano fino, 19-21/9055 y 19-21/9059 corresponden a rocas muy silíceas, peraluminosas, pobres en TiO_2 , FeO , y MgO ,

relativamente ricos en Na₂O. Tienen contenidos muy elevados de Rb, pero bajos en Sr, Ba, elementos de transición y tierras raras. los espectros condríticos son muy similares entre sí, y se caracterizan por escasa fraccionación de LREE a HREE (LaN/LuN = 1.91 y 2.55 respectivamente), una fuerte anomalía negativa del Eu (Eu/Eu* = 0.03 y 0.17 resp.) y la aparición de una pequeña anomalía negativa del Nd. Estas características indican claramente que se trata de productos fraccionados con un alto grado de evolución magmática.

La muestra descrita como "granitos tipo el Pendoleo", 19-21/9056 y las muestras descritas como "granitos tipo Hoyo" son muy similares entre sí, y a la muestra menos (de los granitos "tipo Colmenar" descritos anteriormente. Todo el conjunto define en el diagrama de Debon y Lefort una asociación de granitos aluminosos.

Hoja de Riaza (20-17)

432

Se entregaron dos muestras, 20-17/9801 y 20-17/9802 descritas como "neises glandulares. Neises de Riaza". La composición de ambas muestras difiere considerablemente entre sí. La muestra 20-17/9801 es más silícica y tiene mayores contenidos de CaO y elementos alcalinos. La muestra 20-17/9802 es más rica en FeO total, TiO₂ y MgO, Sr, Ba, V, Zn, REE y notablemente más peraluminosa. Los espectros de tierras raras difieren por el grado de fraccionación de LREE a HREE (LaN/LuN = 7.8 y 14.2 respectivamente), pero tienen prácticamente el mismo valor de anomalía negativa del Eu (Eu/Eu* ≈ 0.5). En conjunto, el quimismo de esta rocas corresponde al de neises derivados a partir de granitos peraluminosos o de metapsamitas poco maduras.

Hoja de Tamajón (20-18)

459

Se han entregado 7 muestras. 20-18/9801 descrita como "neis bandeado biotítico", 20-18/9802 descrita como "paraneises estromáticos", 20-18/9803 y 20-18/9804 descritas como "neises glandulares. Neis de Berzosa", 20-18/9805 descrita como "leucogranitos (hercínicos) de dos micas foliados", y 20-18/9806 y 20-18/9807 descritos como "neis glandular (metavulcanita) de grano fino. Neis del Cardoso".

La muestra 20-18/9801 tiene una composición de metapelita, con altos contenidos de Al_2O_3 , FeO , TiO_2 , MgO , y K_2O , y bajos contenidos de CaO y Na_2O . Respecto de los elementos traza, tiene contenidos elevados de aquellos elementos que se encuentran contenidos preferencialmente en la biotita, tal como Li, Rb, Ba, V, Cr, Z, o en minerales accesorios que se encuentran incluidos en la biotita (monacita, xenotima, circón), tal como Y, Th, U y REE. Su espectro de REE se caracteriza por una elevada fraccionación de LREE a HREE ($\text{LaN/LuN} = 37.41$) y pequeña anomalía negativa de Eu ($\text{Eu/Eu}^* = 0.61$).

La muestra 20-18/9102, descrita como paraneis estromático tiene una composición silícica y peraluminosa, pero que no permite identificarlo inequívocamente como una roca paraderivada. Si fuese así, el protolito debería de haber sido de composición arcósica, con escaso componente pelítico. Su composición de elementos traza y tierras raras es notablemente similar a la de las muestras analizadas descritas como granitos.

Las dos muestras descritas como "neis de Berzosa" 20-18/9803 y 20-18/9804, sí tienen una composición compatible con un origen paraderivado, probablemente a partir de un protolito con fuerte componente metapelítico. Son moderadamente silícicas, muy peraluminosas, con bajos contenidos de CaO y Na_2O y elevados contenidos de Al_2O_3 , FeO , MgO , TiO_2 , y K_2O . Ambas muestras, a pesar de ser muy similares entre sí en cuanto a elementos mayores, presentan notables diferencias en elementos traza. La muestra 20-18/9803 es más pobre en Sr, Ba, y tierras raras con un espectro de REE muy fraccionado ($\text{LaN/LuN} = 37.41$, frente a $\text{LaN/LuN} = 13.26$ para la muestra 20-18/9804) y con una anomalía negativa del Eu menos intensa ($\text{Eu/Eu}^* = 0.61$ y 0.45 respectivamente).

La muestra 20-18/9805, descrita como "leucogranitos (hercínico) de dos micas foliados" tiene una composición fuertemente silícica y peraluminosa, con contenidos de Na_2O muy bajos para lo que es habitual en rocas que responden a esa descripción. En cuanto a elementos traza destacan los elevados contenidos de Rb, moderados contenidos de REE, más elevados de lo que cabría esperar en un leucogranito, con $\text{LaN/LuN} = 4.63$ y fuerte anomalía negativa del Eu ($\text{Eu/Eu}^* = 0.27$).

Las dos muestras descritas como "neis glandular (metavulcanita) de grano fino. Neis del Cardoso son moderadamente silíceas, y fuertemente peraluminosas. En cuanto a elementos traza se destacan contenidos relativamente elevados de Sr, siendo las muestras más ricas en este elemento de todo el conjunto estudiado. Tienen también contenidos elevados de Ba, V, Cu, Zn y Zr. La mayor diferencia entre ambas muestras está en los contenidos en REE. La 20-18/9806 tiene aproximadamente el doble de LREE que la 20-18/9807, atenuándose la diferencia para la HREE. Esta última muestra se caracteriza también por el pequeño valor de la anomalía del Eu.

REFERENCIAS

Anders E. and Ebihara, M. (1982) Solar-system abundances of the elements. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 46, 2363-2380.

Debon F. and Le Fort .P. (1982) A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Trans. Roy. Soc. Edinburg: Earth Sci.*, 73, 135-149.

Equivalencia entre referencias de las muestras y etiqueta en las figuras

Muestras Hercínicas

Ref	etiqueta
17-17/9043	a
18-17/9041	b
18-17/9042	c
19-17/9101	d
19-17/9102	e
19-21/9052	f
19-21/9053	g
19-21/9054	h
19-21/9055	i
19-21/9056	j
19-21/9057	k
19-21/9058	l
19-21/9059	m

Muestras no Hercínicas

Ref	etiqueta
19-21/9050	A
18-17/9040	B
19-17/9100	C
19-17/9103	D
19-17/9104	E
19-17/9105	F
18-16/9801	G
19-21/9051	H
20-17/9801	I
20-17/9802	J
20-18/9801	K
20-18/9802	L
20-18/9803	M
20-18/9804	N
20-18/9805	O
20-18/9806	P
20-18/9807	Q

ANALISIS DE ELEMENTOS MAYORES DE LAS MUESTRAS HERCINICAS

Referencias	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Loi	Total
A17-17/9043	71.94	0.35	14.14	2.77	0.91	0.07	2.12	3.25	3.49	0.21	0.74	99.99
A18-17/9041	75.23	0.02	13.16	0.56	0.11	0.02	0.49	2.86	5.13	0.02	1.58	99.19
A18-17/9042	69.83	0.53	14.27	3.76	1.28	0.08	2.79	2.94	3.19	0.20	1.04	99.92
A19-17/9101	62.18	0.84	17.35	5.06	2.56	0.09	4.25	3.16	2.76	0.26	0.97	99.48
A19-17/9102	68.96	0.41	14.92	2.92	1.21	0.06	2.49	3.08	3.96	0.24	0.87	99.12
A19-21/9052	72.56	0.31	13.91	2.35	0.55	0.05	1.86	3.05	3.89	0.12	0.71	99.36
A19-21/9053	74.50	0.17	13.41	1.45	0.29	0.03	0.93	2.84	5.04	0.08	1.05	99.78
A19-21/9054	73.03	0.17	13.89	1.49	0.30	0.04	0.59	3.09	5.14	0.11	1.31	99.17
A19-21/9055	75.77	0.01	13.19	0.69	0.14	0.03	0.29	3.59	4.23	0.06	1.17	99.17
A19-21/9056	74.14	0.27	13.57	2.13	0.40	0.07	0.85	3.22	4.33	0.15	0.51	99.65
A19-21/9057	73.79	0.23	13.49	1.97	0.37	0.06	0.79	3.18	4.38	0.15	1.16	99.57
A19-21/9058	73.71	0.30	13.76	2.47	0.49	0.06	1.02	3.07	4.09	0.18	0.89	100.05
A19-21/9059	75.33	0.08	13.14	1.20	0.08	0.02	0.42	3.14	4.88	0.15	0.83	99.27

FeO* = todo el Fe como FeO

ANALISIS DE ELEMENTOS TRAZA DE LAS MUESTRAS HERCINICAS

Referencias	Li	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn
17-17/9043	122.70	204.39	16.32	5.74	136.57	384.92	8.23	34.02	0.00	95.76	0.00	0.00	30.06
18-17/9041	15.20	222.49	4.82	5.10	16.80	31.22	3.43	0.31	0.00	106.38	0.00	49.07	40.35
18-17/9042	82.47	135.99	4.32	3.53	183.76	480.91	10.60	50.24	0.00	80.45	0.00	6.46	61.08
19-17/9101	61.06	102.31	7.76	2.16	423.75	614.14	14.58	93.38	0.00	65.66	0.00	48.42	102.29
19-17/9102	100.03	143.58	6.90	3.80	250.49	521.32	8.04	41.54	0.00	83.11	0.00	0.50	36.85
19-21/9052	65.37	169.45	7.68	2.62	97.69	354.73	8.20	21.37	0.00	90.32	0.00	0.00	34.24
19-21/9053	74.22	213.39	6.43	3.66	46.74	239.19	4.49	9.08	0.00	113.57	0.00	0.00	9.89
19-21/9054	91.83	272.49	7.37	3.38	57.71	200.11	5.11	8.51	0.00	98.21	1.74	6.80	62.63
19-21/9055	16.81	307.88	7.98	12.21	8.13	6.21	2.46	0.00	0.00	88.62	0.00	0.00	0.00
19-21/9056	64.19	171.73	7.25	4.50	82.11	255.66	5.77	16.79	5.55	85.79	5.79	0.00	49.10
19-21/9057	98.70	221.96	11.66	6.47	62.98	220.91	4.65	11.26	0.00	92.27	0.00	2.59	40.78
19-21/9058	112.73	191.54	14.07	4.33	74.40	340.73	6.22	16.91	0.00	83.35	0.00	711.77	102.25
19-21/9059	61.55	385.99	9.57	1.34	16.68	37.23	4.79	3.93	0.00	114.35	0.00	0.00	44.17

	Ga	Y	Nb	Ta	Zr	Hf	Mo	Sn	Tl	Pb	U	Th
A17-17/9043	19.91	18.61	10.00	2.25	49.19	1.73	0.00	8.75	1.11	22.58	2.79	8.37
A18-17/9041	14.70	28.94	3.53	2.26	43.98	2.28	0.00	12.65	1.04	30.18	3.93	8.42
A18-17/9042	18.93	27.63	8.08	1.29	84.85	2.65	0.00	12.24	0.77	18.02	2.48	10.91
A19-17/9101	22.59	20.60	7.39	0.67	27.52	1.08	0.00	3.75	0.50	26.48	1.94	7.89
A19-17/9102	19.53	17.31	6.40	1.06	78.36	2.45	0.00	4.84	0.82	27.98	2.92	8.58
A19-21/9052	19.07	34.92	7.05	1.04	108.30	3.70	0.00	4.18	0.92	24.06	4.48	21.13
A19-21/9053	15.75	23.96	3.71	1.28	58.53	2.21	0.00	4.89	1.20	31.77	2.59	9.64
A19-21/9054	18.42	38.94	4.84	1.64	69.56	2.98	0.00	6.46	1.44	33.28	5.05	15.23
A19-21/9055	16.68	18.82	1.85	1.46	37.63	2.17	0.00	9.66	1.54	23.12	2.55	6.34
A19-21/9056	19.83	22.92	6.05	1.53	74.24	2.65	0.00	12.50	1.48	25.02	4.28	10.73
A19-21/9057	19.27	16.85	5.84	1.61	66.66	2.44	0.00	18.01	1.62	26.97	2.45	9.28
A19-21/9058	20.06	19.58	7.18	2.07	89.14	3.29	0.00	11.27	1.46	26.99	2.81	10.41
A19-21/9059	21.20	13.17	6.13	1.30	48.29	2.12	0.00	6.77	1.99	19.31	2.31	9.12

ANÁLISIS DE TIERRAS RARAS DE LAS MUESTRAS HERCINICAS

Referencias	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	La/Lu	Eu/Eu*
17-17/9043	21.08	41.97	5.13	19.61	4.44	0.82	3.82	0.63	3.52	0.65	1.71	0.27	1.74	0.26	8.77	0.61
18-17/9041	9.84	23.93	3.00	10.76	3.49	0.04	3.89	0.68	4.59	0.99	3.03	0.56	3.39	0.49	2.11	0.04
18-17/9042	28.05	63.01	6.98	26.33	5.79	1.00	5.67	0.87	5.01	0.96	2.66	0.39	2.55	0.37	8.09	0.53
19-17/9101	30.26	59.44	6.90	26.11	5.16	1.58	4.90	0.68	3.75	0.73	1.97	0.28	1.83	0.27	11.98	0.96
19-17/9102	21.62	47.02	4.96	18.33	3.82	0.98	3.60	0.52	3.04	0.60	1.62	0.24	1.56	0.24	9.60	0.81
19-21/9052	40.35	90.88	10.01	38.59	8.65	0.70	7.69	1.14	6.49	1.24	3.46	0.48	3.05	0.46	9.37	0.26
19-21/9053	16.30	36.13	3.90	14.38	3.67	0.32	3.91	0.62	4.04	0.83	2.53	0.39	2.61	0.38	4.59	0.26
19-21/9054	22.86	50.12	6.28	23.75	6.16	0.39	5.94	1.00	6.43	1.30	3.97	0.58	3.77	0.56	4.33	0.19
19-21/9055	6.06	14.53	2.14	7.23	2.54	0.03	2.54	0.46	3.14	0.62	1.89	0.31	2.30	0.34	1.91	0.03
19-21/9056	18.08	45.47	4.61	17.25	4.30	0.42	3.99	0.68	4.34	0.88	2.57	0.40	2.65	0.40	4.76	0.31
19-21/9057	15.01	35.92	3.99	14.71	3.71	0.34	3.25	0.54	3.18	0.62	1.78	0.29	1.98	0.30	5.28	0.30
19-21/9058	15.19	35.71	4.41	16.81	4.18	0.35	3.71	0.62	3.72	0.71	2.06	0.32	2.20	0.34	4.73	0.27
19-21/9059	5.02	11.05	1.57	4.76	1.44	0.08	1.57	0.29	2.10	0.44	1.25	0.21	1.47	0.21	2.55	0.17

Muestras Hercínicas

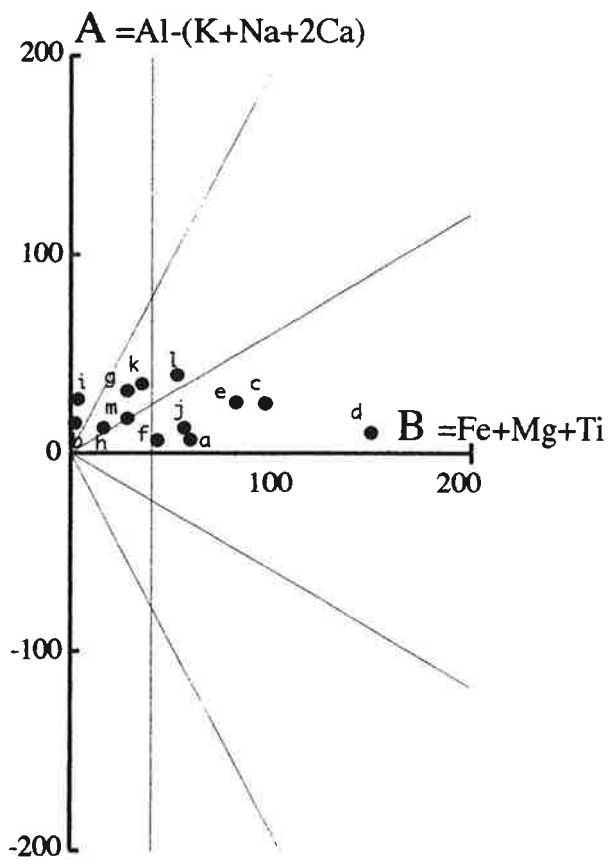
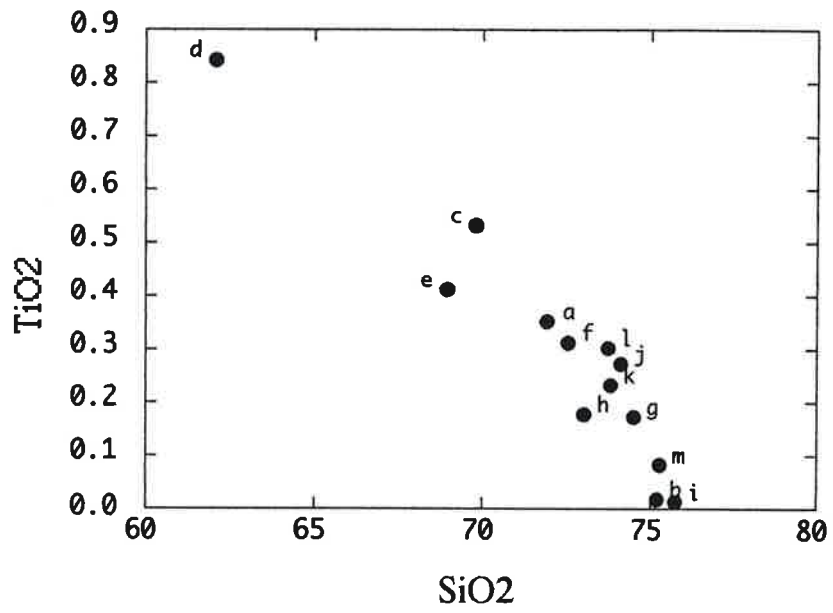
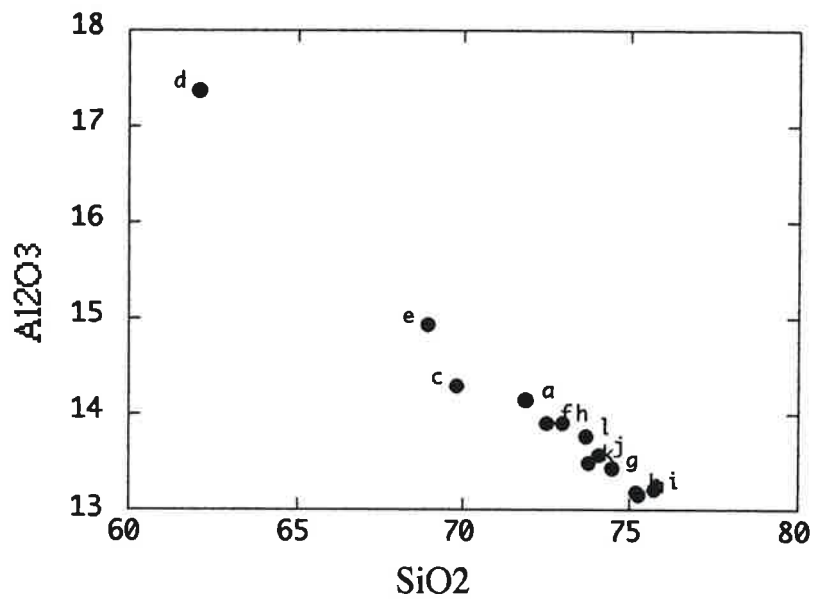


Diagrama Tipológico de Debon & Le Fort (1982)

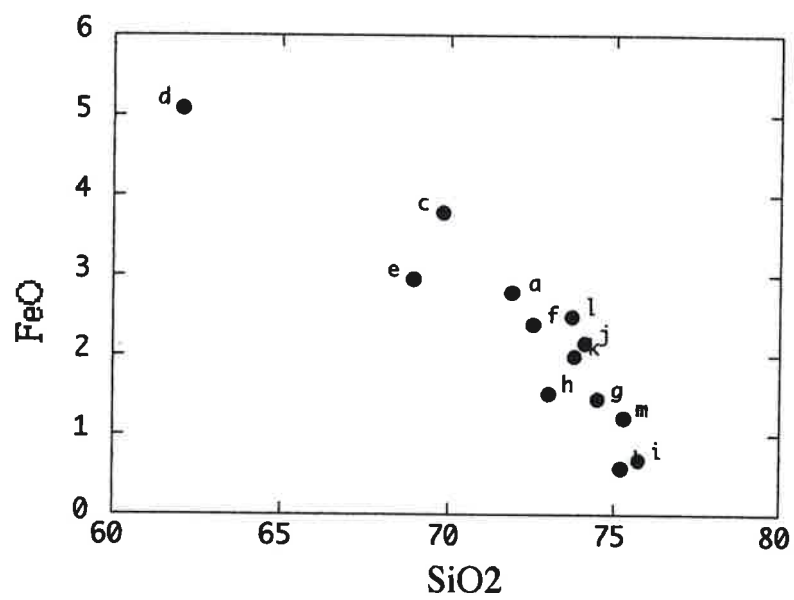
Muestras Hercínicas



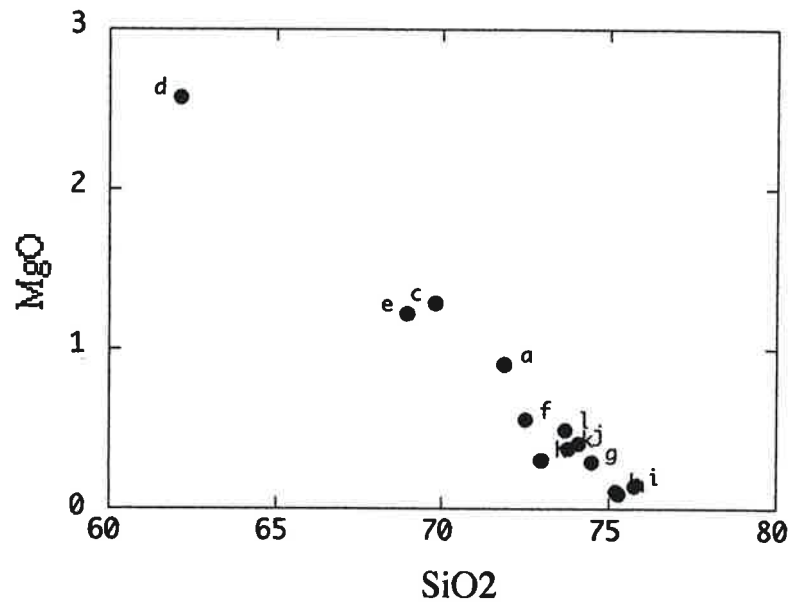
Muestras Hercínicas



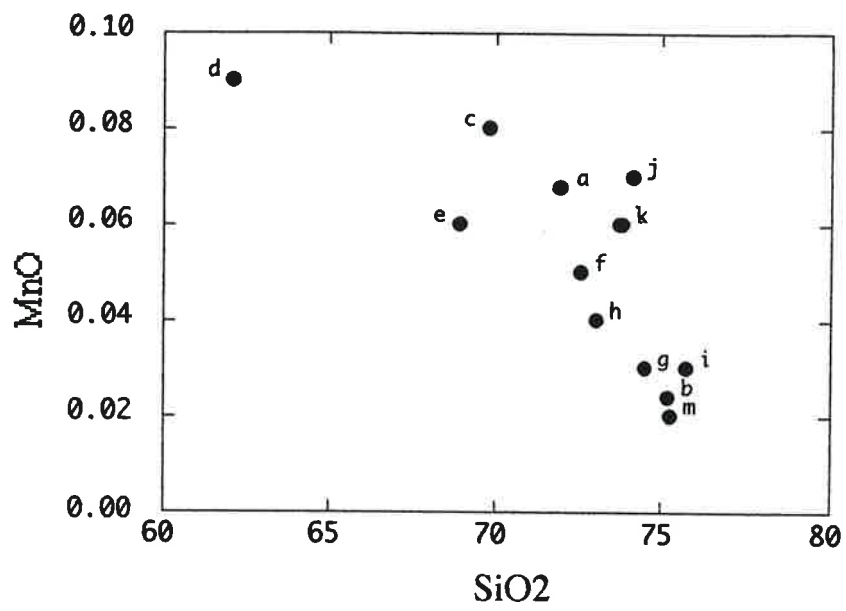
Muestras Hercínicas



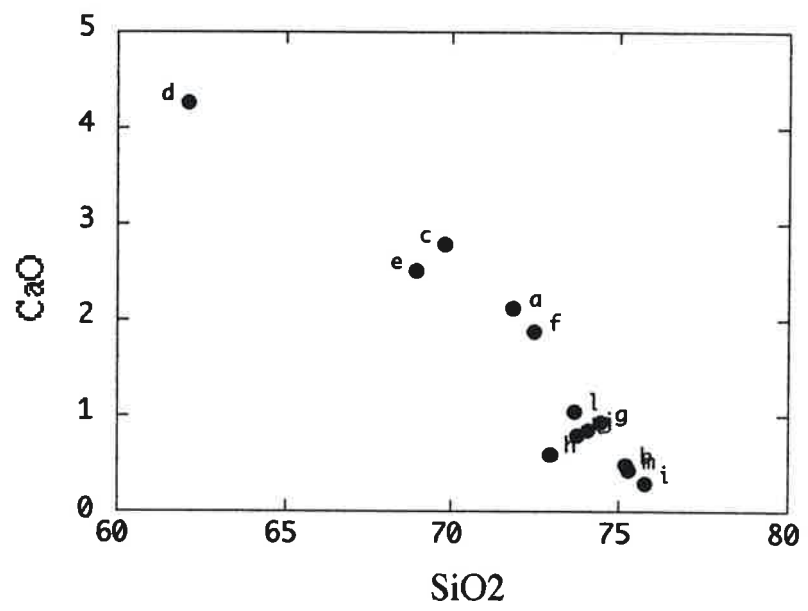
Muestras Hercínicas



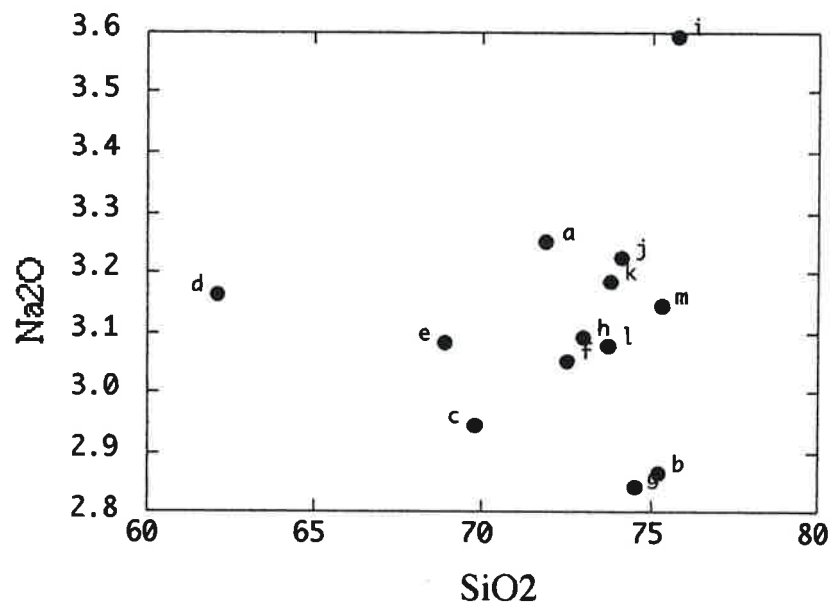
Muestras Hercínicas



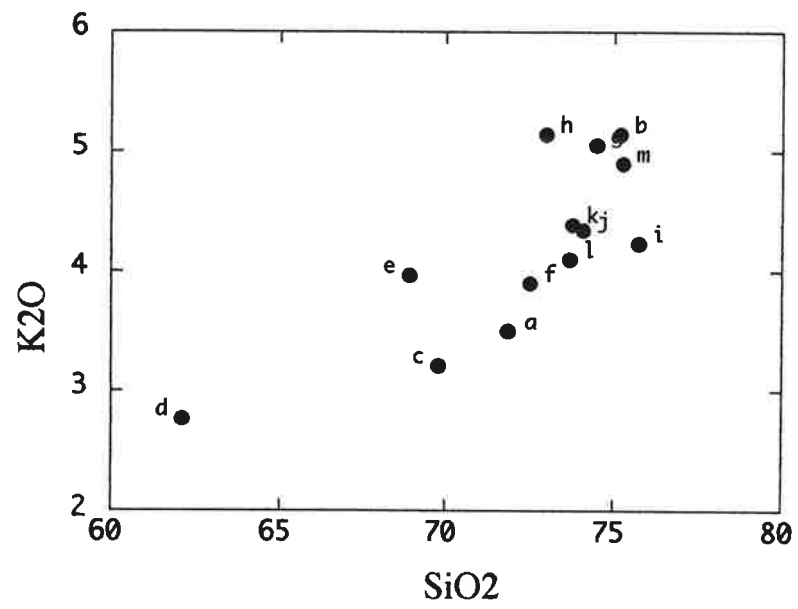
Muestras Hercínicas



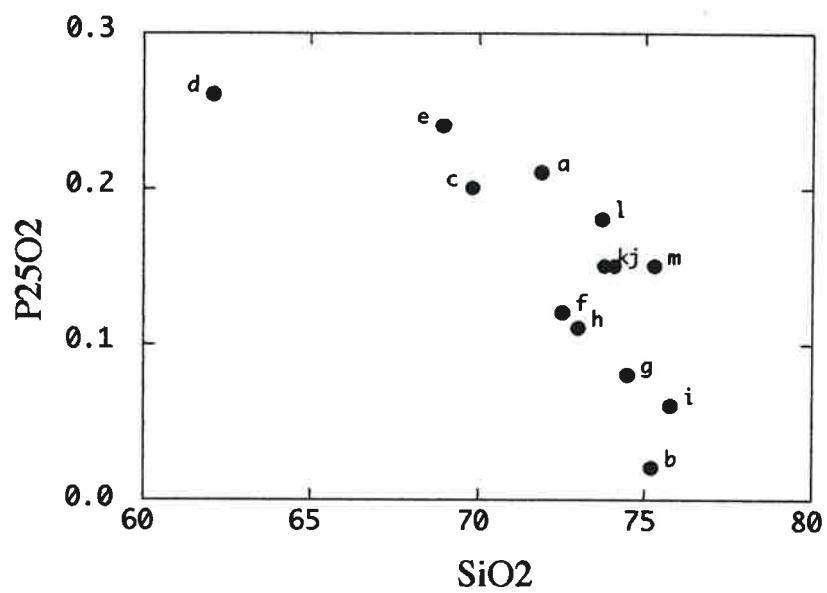
Muestras Hercínicas



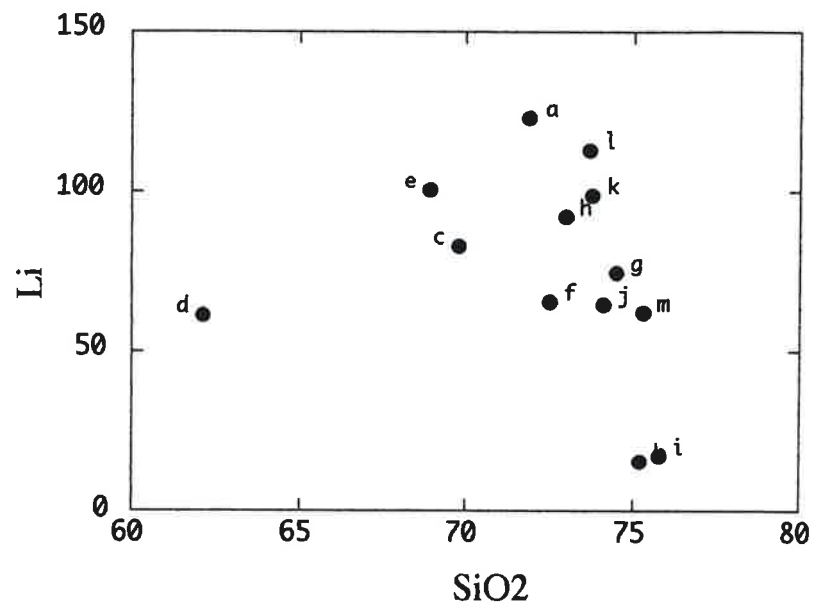
Muestras Hercínicas



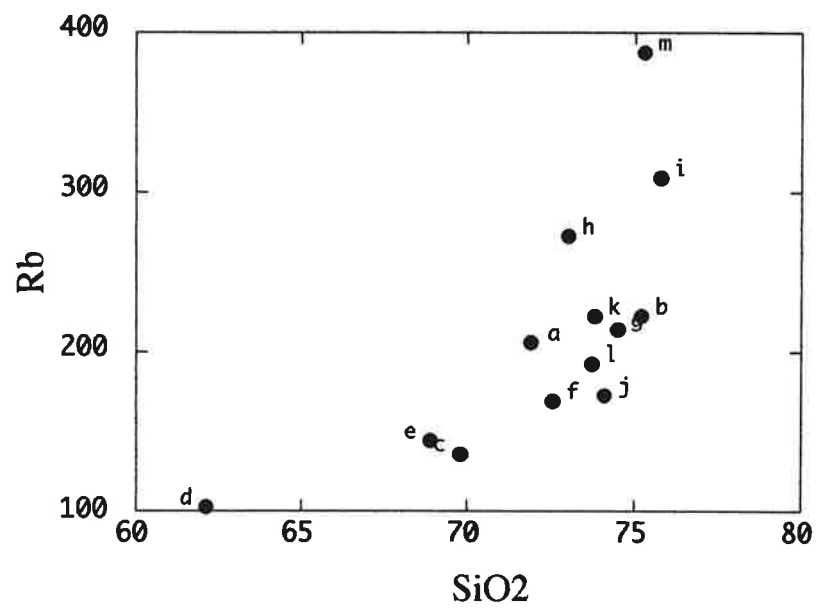
Muestras Hercínicas



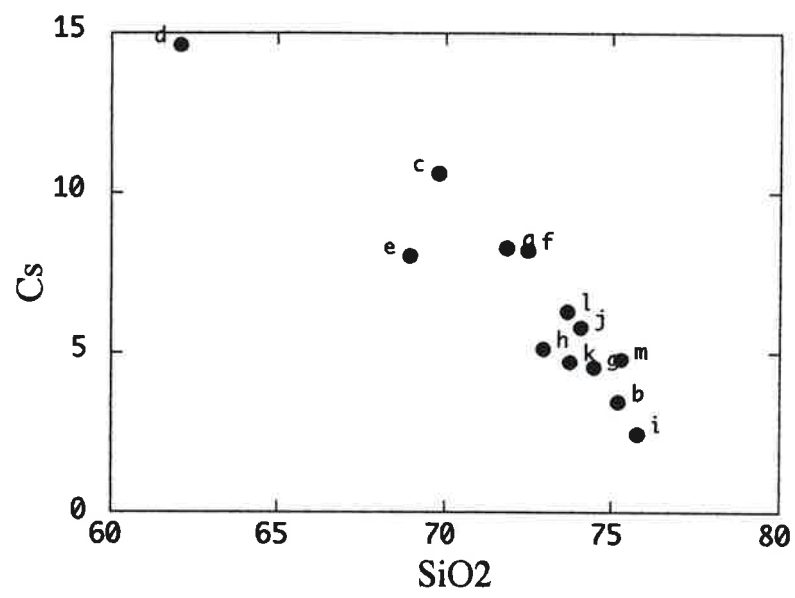
Muestras Hercínicas



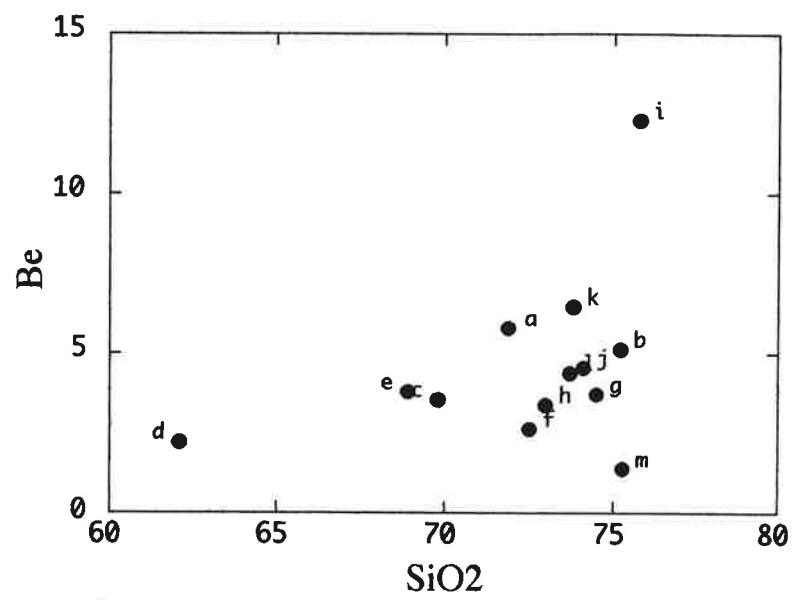
Muestras Hercínicas



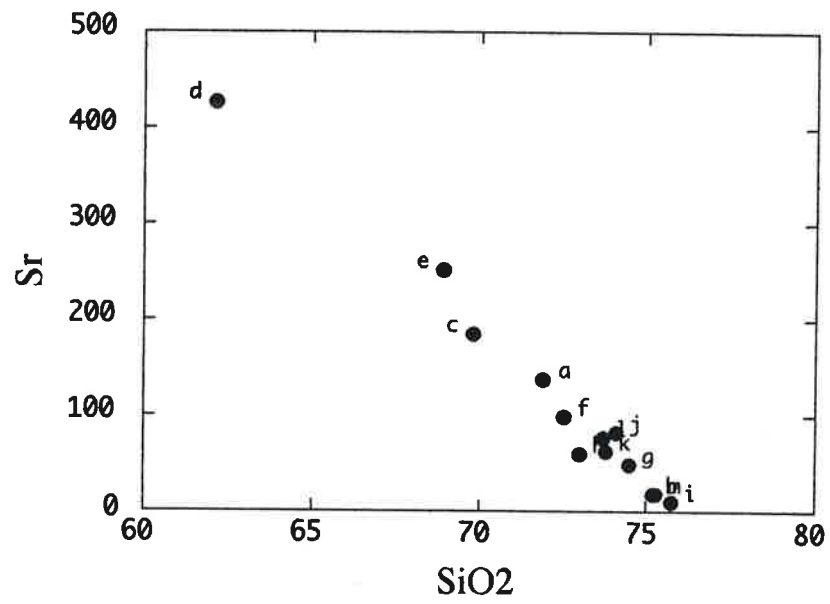
Muestras Hercínicas



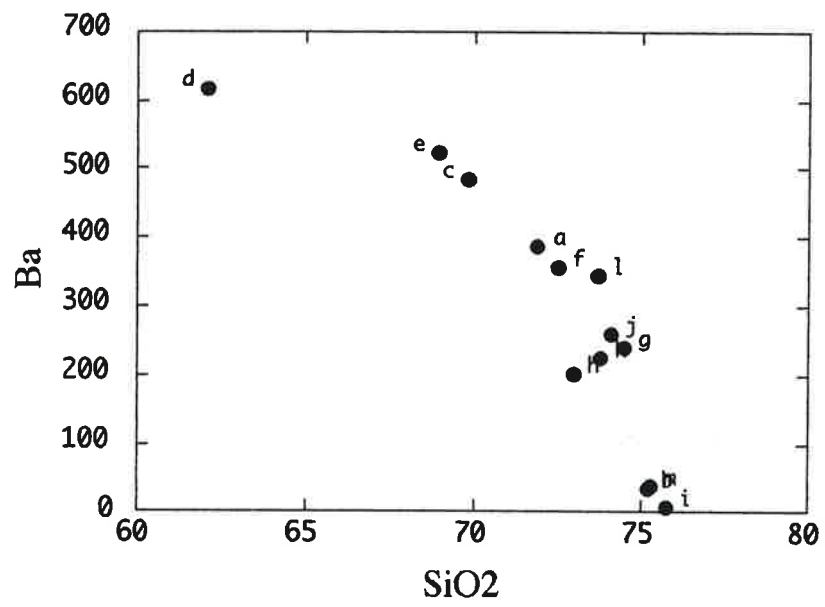
Muestras Hercínicas



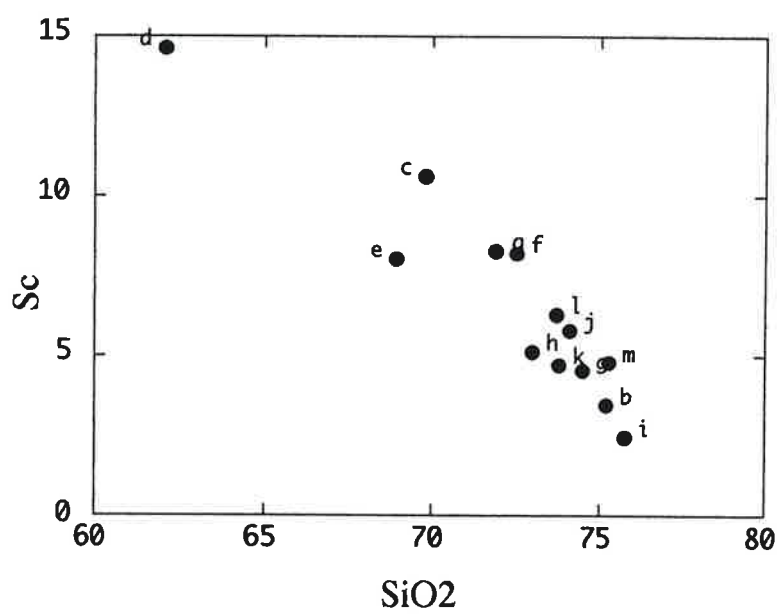
Muestras Hercínicas



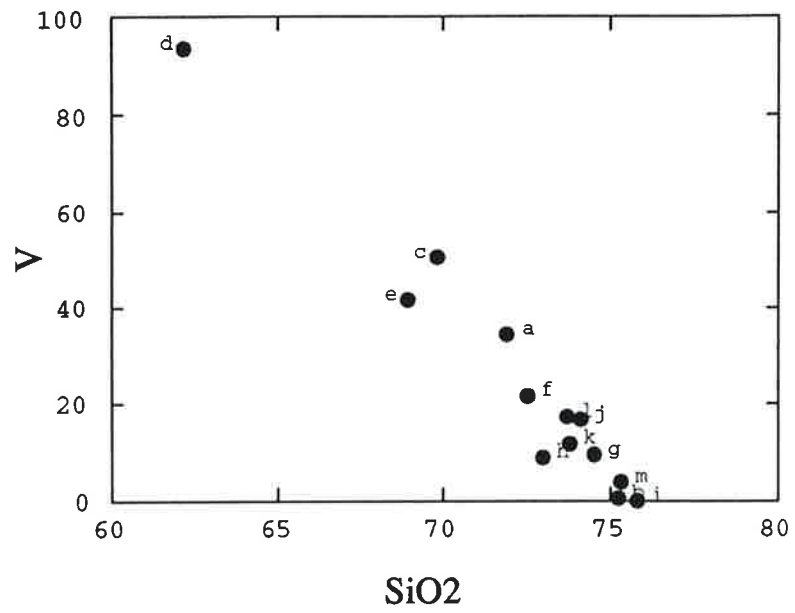
Muestras Hercínicas



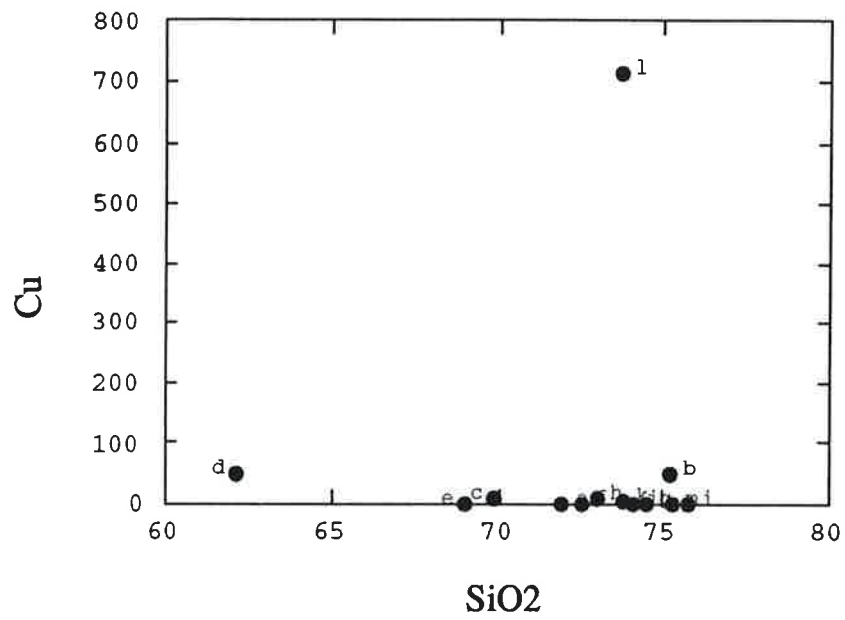
Muestras Hercínicas



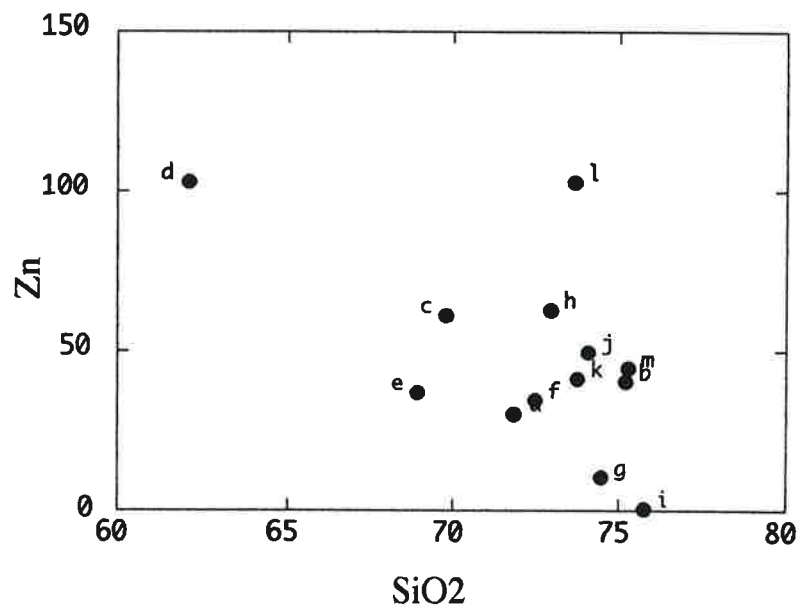
Muestras Hercínicas



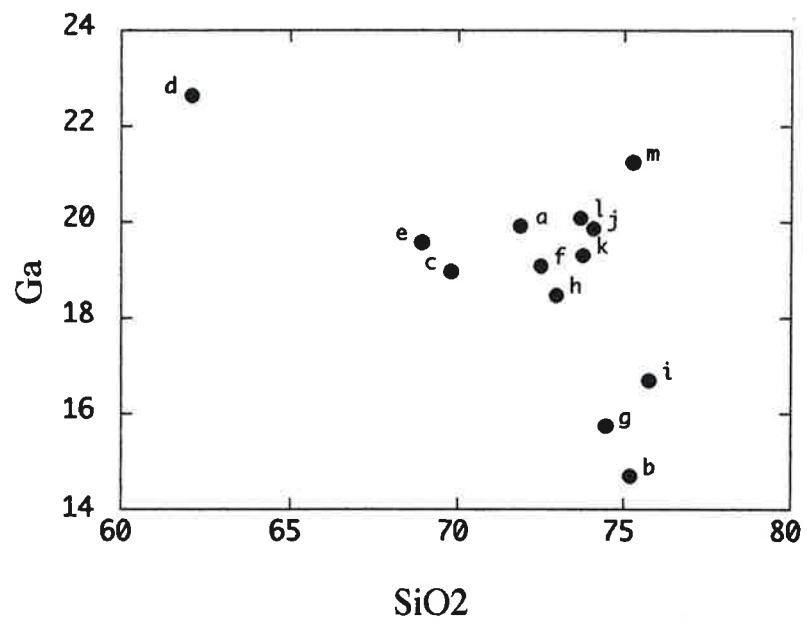
Muestras Hercínicas



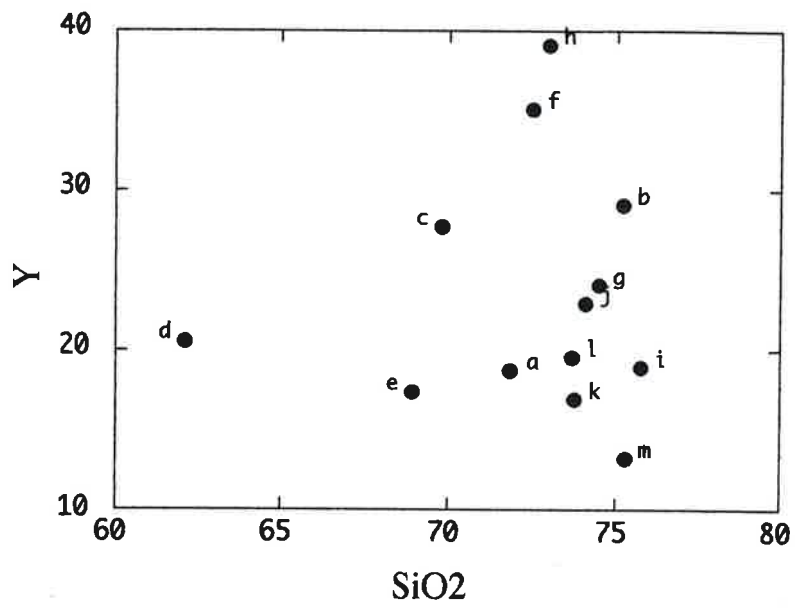
Muestras Hercínicas



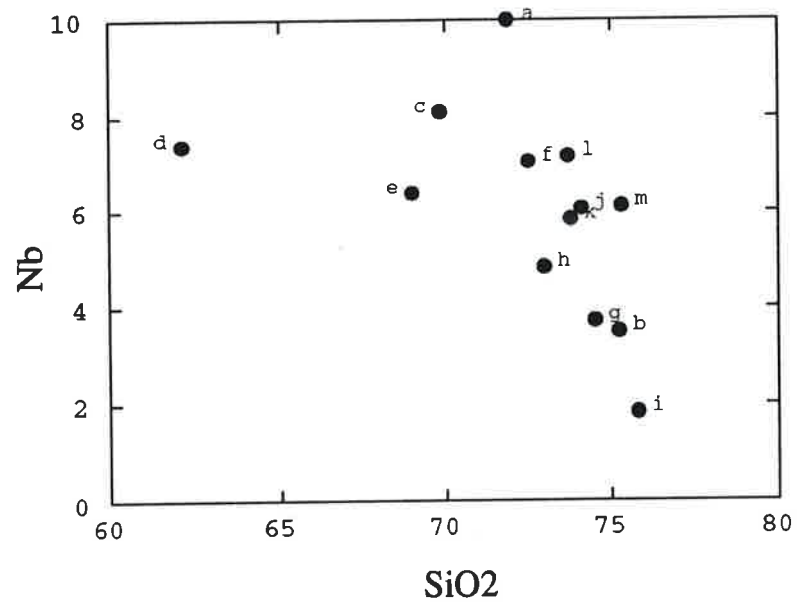
Muestras Hercínicas



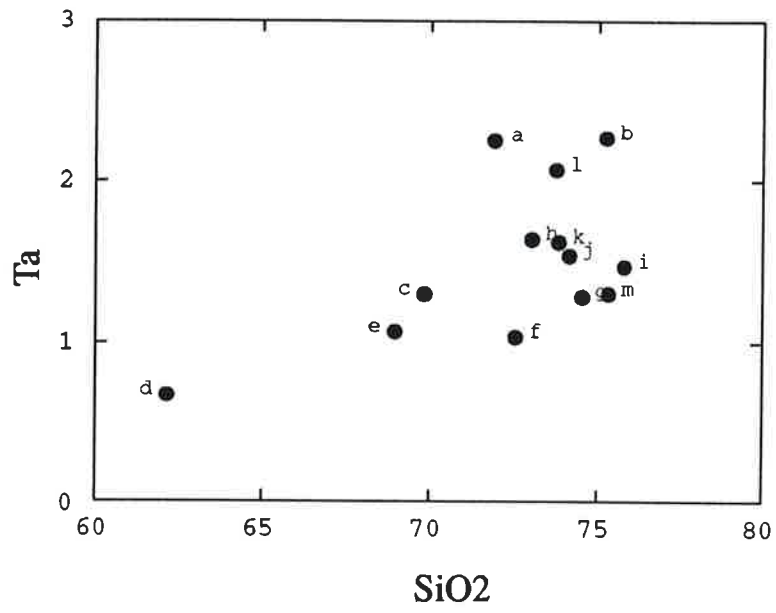
Muestras Hercínicas



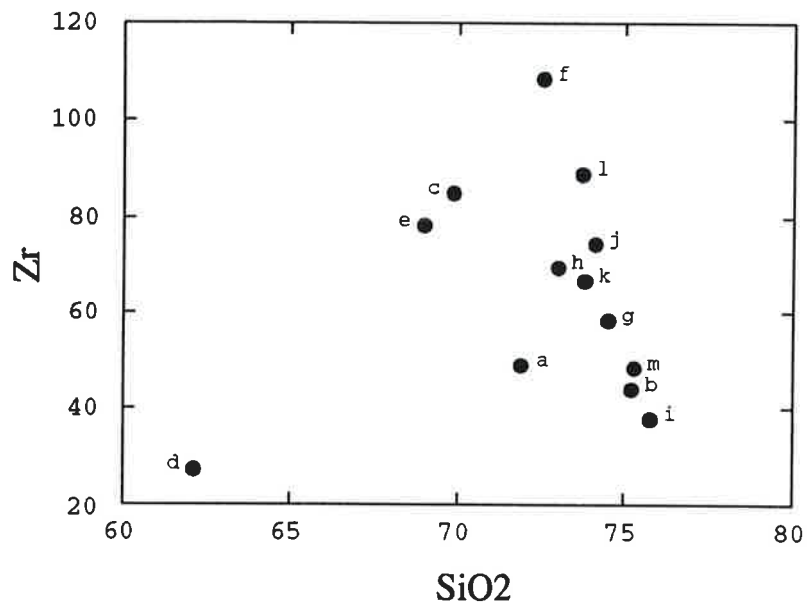
Muestras Hercínicas



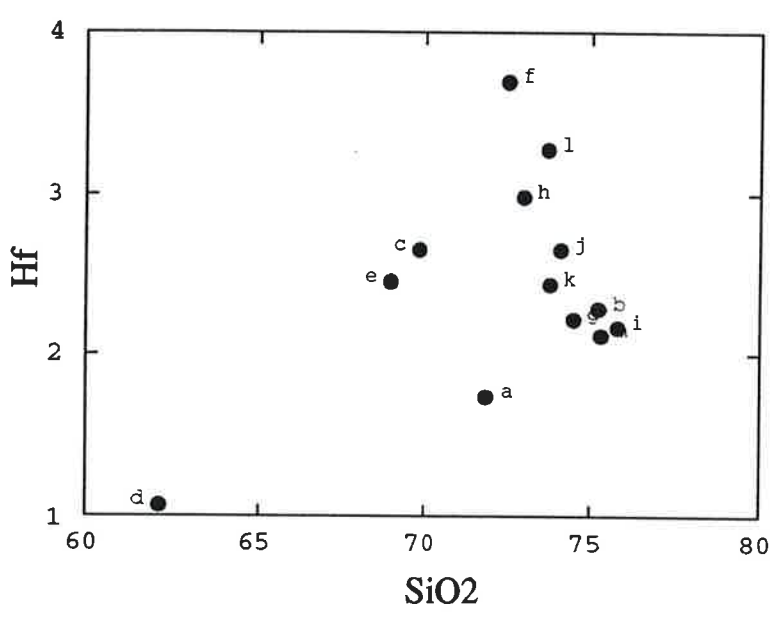
Muestras Hercínicas



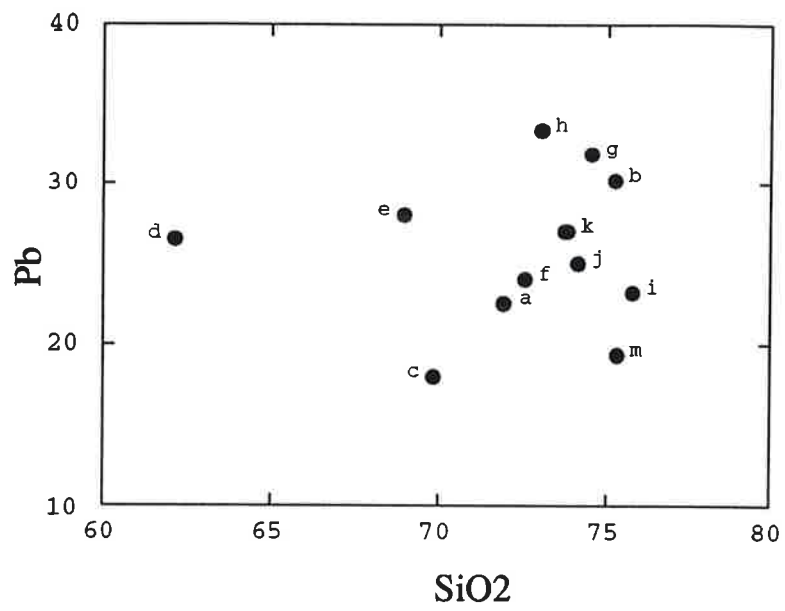
Muestras Hercínicas



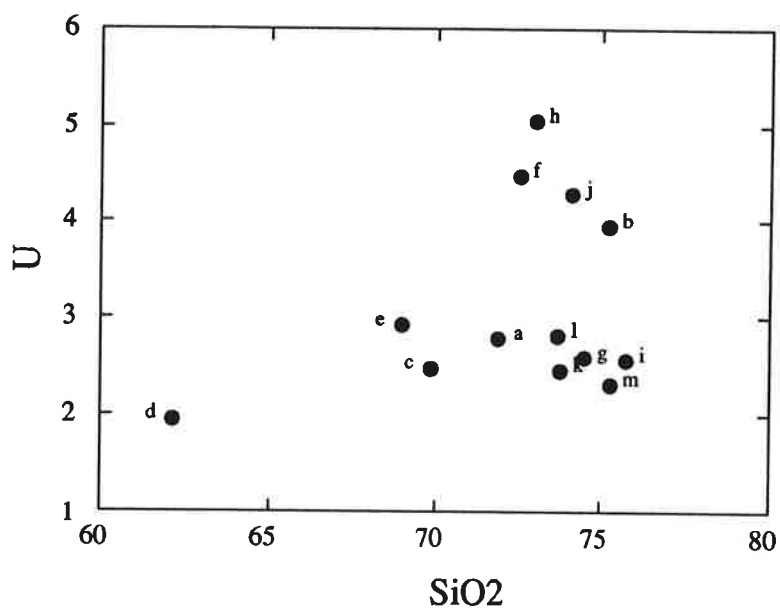
Muestras Hercínicas



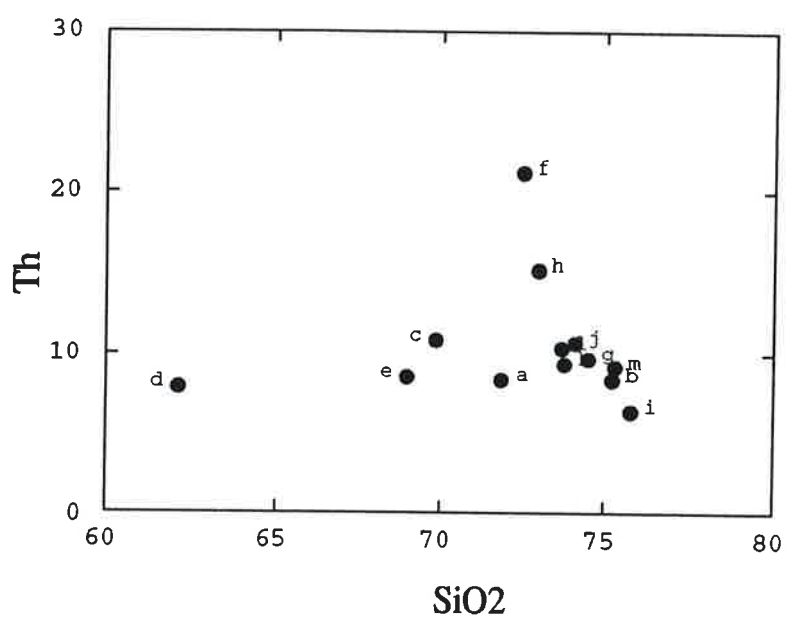
Muestras Hercínicas



Muestras Hercínicas



Muestras Hercínicas



ANALISIS DE ELEMENTOS MAYORES DE LAS MUESTRAS NO HERCINICAS

Referencias	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Loi	Total
19-2179050	75.62	0.03	13.91	0.81	0.17	0.03	0.29	3.16	4.13	0.05	1.30	99.50
18-17/9040	68.17	0.32	18.56	2.38	0.59	0.02	0.41	2.02	5.60	0.24	1.63	99.95
19-17/9100	75.99	0.08	13.30	1.26	0.15	0.02	0.36	2.94	4.47	0.23	1.22	100.01
19-17/9103	71.09	0.38	14.41	2.69	0.91	0.03	0.89	2.37	4.83	0.25	1.89	99.73
19-17/9104	68.96	0.86	15.12	5.11	1.19	0.04	0.67	2.37	3.53	0.28	0.99	99.13
19-17/9105	72.68	0.41	13.89	2.15	0.61	0.04	1.03	2.89	4.01	0.28	1.52	99.51
18-16/9801	67.08	1.16	13.91	6.96	1.89	0.09	1.45	2.71	3.03	0.26	1.03	99.57
19-21/9051	71.50	0.48	14.31	3.46	0.93	0.05	0.88	2.87	3.79	0.23	1.29	99.80
20-17/9801	73.68	0.30	13.56	2.56	0.59	0.04	0.89	2.66	4.22	0.17	0.93	99.60
20-17/9802	70.15	0.58	15.32	4.20	1.11	0.04	0.52	2.56	3.88	0.20	0.95	99.52
20-18/9801	61.82	1.03	19.37	7.07	2.23	0.07	0.59	1.35	3.88	0.14	2.19	99.74
20-18/9802	72.14	0.57	14.11	3.15	0.78	0.04	1.34	2.66	3.94	0.26	0.75	99.76
20-18/9803	69.47	0.53	15.89	3.33	0.84	0.05	0.84	2.65	3.79	0.23	1.84	99.47
20-18/9804	69.22	0.79	15.12	4.36	1.17	0.05	0.83	2.56	4.14	0.11	0.94	99.29
20-18/9805	74.01	0.14	14.11	1.61	0.41	0.04	0.65	2.60	4.72	0.21	0.99	99.50
20-18/9806	67.62	0.88	15.12	5.54	1.60	0.07	1.09	2.73	3.64	0.27	1.36	99.93
20-18/9807	66.55	0.86	16.34	5.31	1.75	0.06	1.69	2.53	3.76	0.25	0.74	99.84

FeO* = todo el Fe como FeO

ANÁLISIS DE ELEMENTOS TRAZA DE LAS MUESTRAS NO HERCINICAS

Referencias	Li	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn
19-2179050	21.37	331.60	11.54	12.69	9.14	3.89	2.89	1.64	0.00	105.89	0.00	0.00	19.13
18-17/9040	68.52	209.31	10.45	1.70	84.18	555.43	4.47	22.56	0.00	67.67	0.00	0.00	25.77
19-17/9100	92.41	368.22	13.48	0.74	17.17	25.53	4.31	1.29	0.00	94.15	0.00	0.00	18.41
19-17/9103	57.49	125.73	4.93	1.57	105.81	630.18	5.29	28.80	0.00	69.43	0.00	0.00	14.48
19-17/9104	101.73	141.38	7.07	4.15	120.31	691.42	13.11	79.38	21.45	48.18	10.55	16.68	76.21
19-17/9105	81.57	145.82	9.30	4.26	95.44	490.06	6.50	29.61	0.00	102.22	0.00	2.45	37.73
18-16/9801	75.06	94.34	6.37	3.01	161.36	749.37	17.98	113.21	43.72	61.77	39.84	42.53	173.02
19-21/9051	123.21	183.46	14.85	2.18	102.61	486.56	8.09	44.95	0.00	64.97	0.00	8.01	60.85
20-17/9801	45.74	207.81	6.76	1.77	82.64	271.38	5.07	28.71	0.00	78.31	0.00	0.00	37.24
20-17/9802	57.85	164.52	4.43	2.52	115.14	627.54	10.11	63.71	10.84	71.87	1.74	0.67	64.19
20-18/9801	95.72	195.45	7.07	2.99	155.93	1313.99	22.18	138.30	80.19	65.03	43.48	35.90	94.34
20-18/9802	37.61	150.02	4.66	3.02	122.03	655.39	7.85	45.32	0.00	52.97	24.14	17.27	86.17
20-18/9803	59.32	177.93	7.11	2.19	103.64	343.17	7.94	44.40	0.00	100.21	0.00	3.88	42.81
20-18/9804	42.77	164.39	5.98	2.76	141.12	770.38	13.25	76.53	16.64	75.23	0.00	16.19	66.99
20-18/9805	25.26	311.04	6.68	1.88	48.51	190.62	5.20	9.36	0.00	102.21	0.00	0.00	57.35
20-18/9806	62.47	150.04	3.21	3.00	174.57	679.20	14.57	86.77	23.71	48.35	7.92	18.97	84.25
20-18/9807	49.88	146.20	3.33	2.79	171.21	860.13	15.87	100.75	40.84	48.95	1.09	42.79	83.13

	Ga	Y	Nb	Ta	Zr	Hf	Mo	Sn	Tl	Pb	U	Th
A19-2179050	18.62	17.54	3.12	3.88	32.45	1.98	0.00	12.89	1.86	21.38	3.65	6.18
A18-17/9040	17.23	17.10	6.51	0.85	66.03	1.99	0.00	5.14	1.38	28.42	1.97	10.04
A19-17/9100	17.65	11.51	5.32	1.27	40.03	1.80	0.00	7.75	2.06	14.16	11.22	6.47
A19-17/9103	15.31	14.73	4.00	0.53	54.39	1.77	0.00	3.98	0.82	23.18	2.00	6.55
A19-17/9104	21.18	22.90	10.32	0.85	48.43	1.51	0.00	4.82	0.85	19.63	4.01	13.54
A19-17/9105	18.95	17.66	6.46	1.21	72.85	2.20	0.00	8.49	1.02	30.94	3.38	8.12
A18-16/9801	21.38	27.35	12.11	0.97	45.89	1.23	0.00	4.51	0.61	22.48	1.88	16.28
A19-21/9051	21.48	21.59	12.96	2.26	71.59	2.30	0.00	9.59	1.30	19.89	4.61	13.02
A20-17/9801	18.02	19.02	5.58	1.10	64.41	2.08	0.00	8.93	1.20	15.82	4.02	9.40
A20-17/9802	18.42	18.64	7.59	0.79	73.01	2.12	0.00	6.23	0.97	22.61	3.27	11.53
A20-18/9801	32.60	15.38	13.56	1.06	97.06	2.75	0.00	7.62	0.81	15.40	3.44	18.21
A20-18/9802	19.44	22.33	8.78	0.81	44.77	1.22	0.00	5.37	0.95	26.86	3.42	12.72
A20-18/9803	19.71	20.96	7.74	1.09	95.10	2.99	0.00	12.25	1.05	16.06	4.45	10.31
A20-18/9804	19.78	16.03	10.57	1.03	71.04	2.04	0.00	6.00	0.88	24.44	3.77	25.13
A20-18/9805	17.94	19.48	6.94	1.76	64.13	2.18	0.00	11.74	1.56	20.43	4.45	7.49
A20-18/9806	20.97	27.44	10.71	0.98	80.41	2.39	0.00	4.73	0.77	21.70	3.63	13.98
A20-18/9807	21.35	15.17	10.40	0.95	127.43	3.39	0.00	4.48	0.84	20.92	3.63	12.00

ANÁLISIS DE TIERRAS RARAS DE LAS MUESTRAS NO HERCINICAS

Referencias	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	La/Lu	Eu/Eu*
A19-2179050	4.12	10.43	1.53	5.36	2.11	0.03	2.14	0.40	2.82	0.59	1.82	0.32	2.25	0.34	1.28	0.05
A18-17/9040	16.99	40.27	4.62	17.04	3.94	0.61	3.42	0.58	3.54	0.69	1.87	0.27	1.74	0.25	7.24	0.51
A19-17/9100	5.23	12.16	1.65	5.06	1.58	0.10	1.60	0.28	1.91	0.40	1.11	0.19	1.50	0.21	2.58	0.20
A19-17/9103	15.54	34.89	4.19	15.65	3.62	0.89	3.16	0.53	3.08	0.60	1.61	0.23	1.45	0.21	7.85	0.81
A19-17/9104	37.10	81.73	9.45	36.81	7.56	1.39	7.38	1.02	5.10	0.90	2.14	0.28	1.72	0.24	16.34	0.57
A19-17/9105	18.80	41.74	4.54	17.08	4.00	0.65	4.15	0.61	3.61	0.69	1.80	0.25	1.56	0.22	9.24	0.49
A18-16/9801	41.74	101.96	10.42	41.50	8.33	1.28	8.42	1.07	5.63	1.05	2.88	0.38	2.62	0.39	11.45	0.47
A19-21/9051	23.26	47.13	6.03	23.60	5.03	0.77	4.65	0.73	4.22	0.82	2.24	0.31	1.97	0.29	8.37	0.49
A20-17/9801	19.31	40.36	4.47	16.42	3.81	0.60	3.40	0.57	3.44	0.70	1.88	0.28	1.80	0.26	7.79	0.51
A20-17/9802	30.04	64.80	7.26	27.29	5.74	1.02	5.52	0.76	4.00	0.73	1.77	0.24	1.60	0.22	14.23	0.56
A20-18/9801	64.52	119.16	13.53	49.66	8.76	1.68	8.13	0.93	3.81	0.61	1.32	0.19	1.25	0.18	37.41	0.61
A20-18/9802	31.86	63.58	7.15	26.95	6.02	0.87	5.91	0.85	4.57	0.85	2.14	0.29	1.79	0.26	13.26	0.45
A20-18/9803	21.85	49.87	5.59	21.02	4.72	0.67	4.47	0.68	3.95	0.76	2.12	0.31	2.06	0.30	7.78	0.44
A20-18/9804	48.84	101.78	11.93	45.18	8.94	1.17	8.23	0.99	4.11	0.65	1.36	0.18	1.20	0.17	30.13	0.42
A20-18/9805	11.74	26.81	3.12	11.02	2.77	0.26	3.09	0.50	3.31	0.68	1.89	0.30	1.94	0.27	4.63	0.27
A20-18/9806	39.55	77.68	9.39	35.63	7.43	1.35	6.97	0.99	5.37	1.00	2.53	0.36	2.33	0.33	12.79	0.57
A20-18/9807	15.56	34.43	4.03	14.99	3.14	0.72	2.67	0.42	2.51	0.55	1.65	0.27	1.90	0.29	5.60	0.76

Muestras no Hercínicas

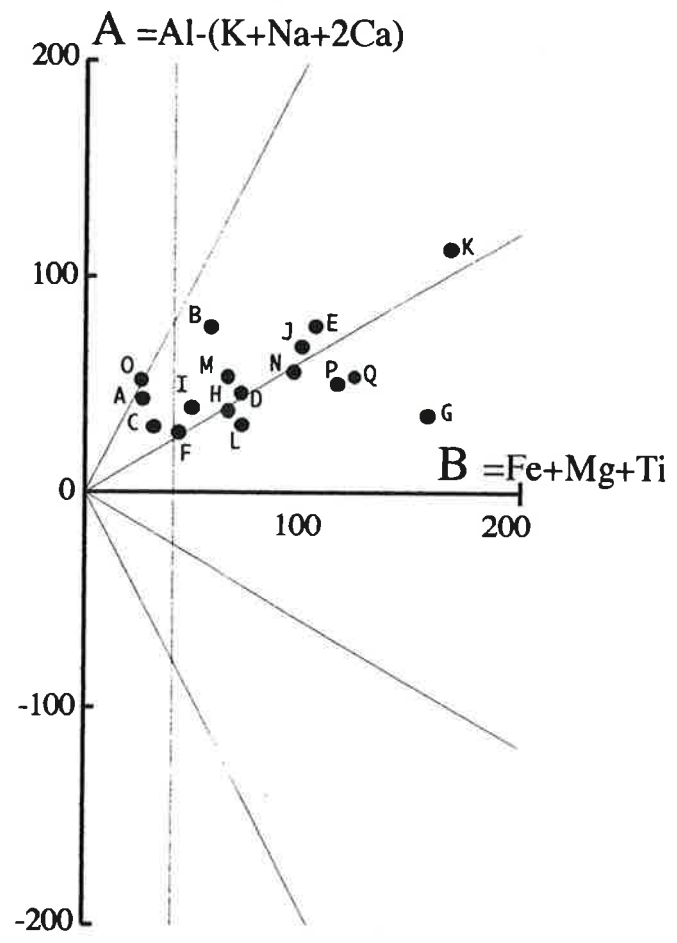
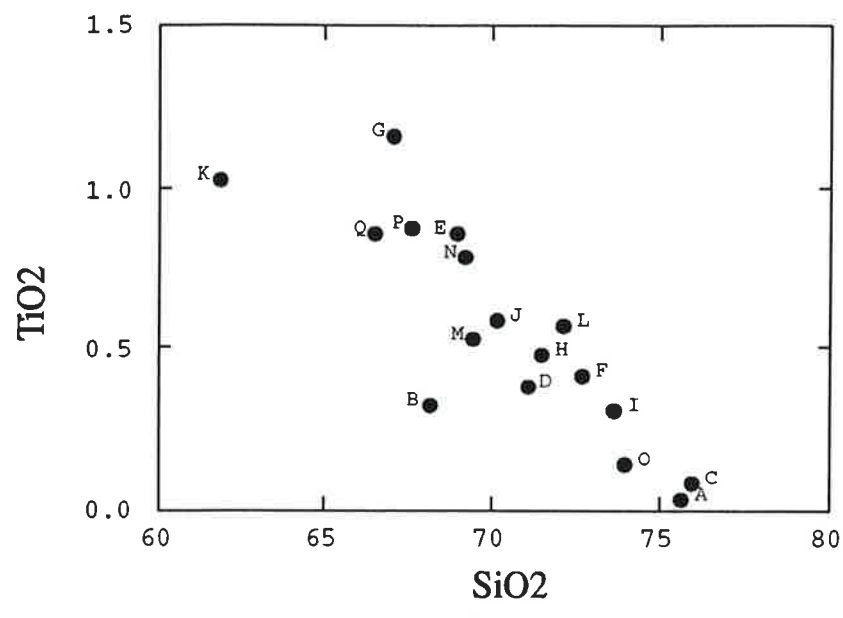
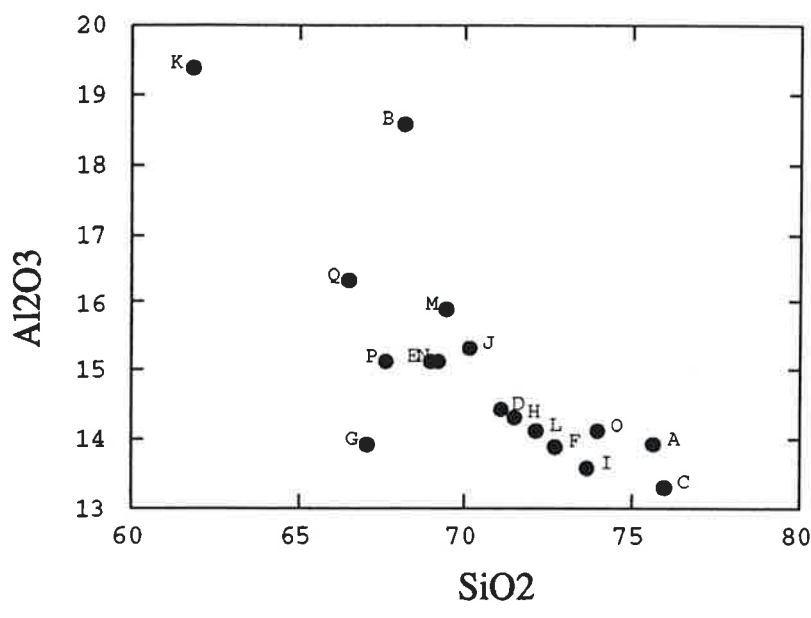


Diagrama Tipológico de Debon & Le Fort (1982)

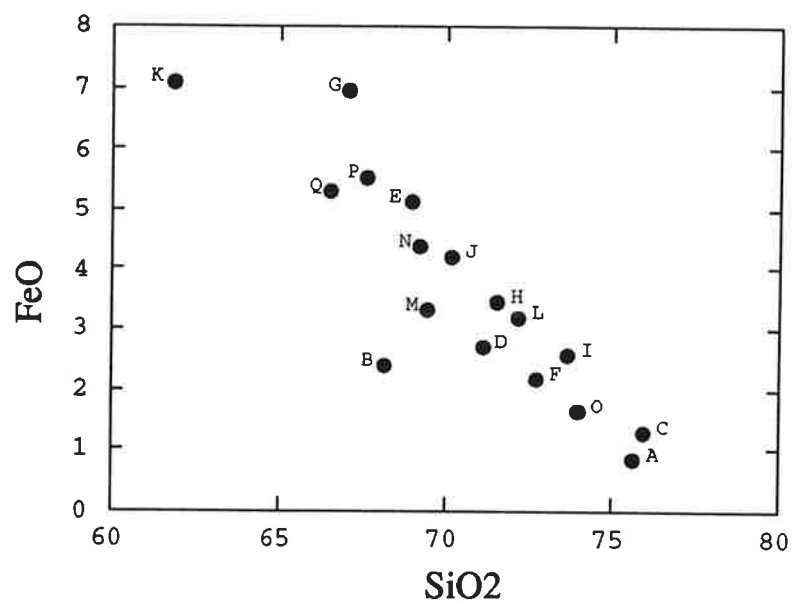
Muestras no Hercínicas



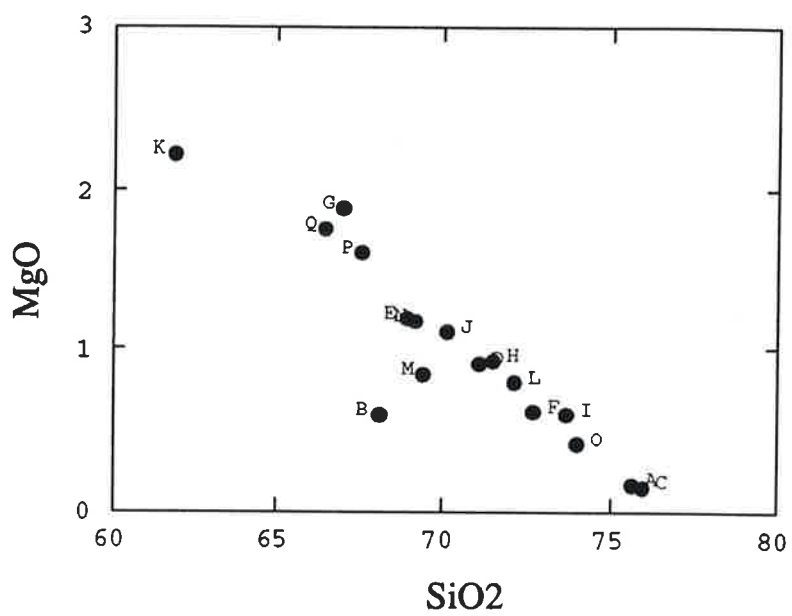
Muestras no Hercínicas



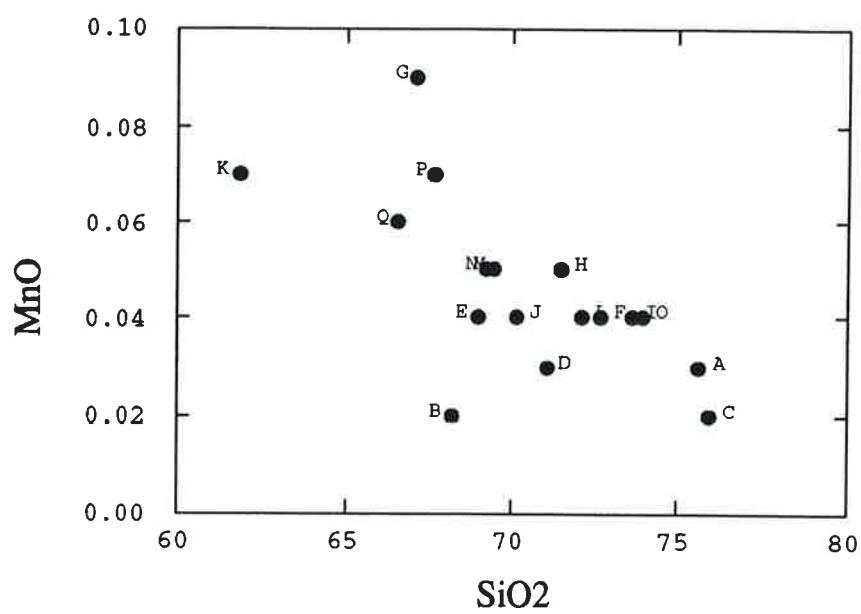
Muestras no Hercínicas



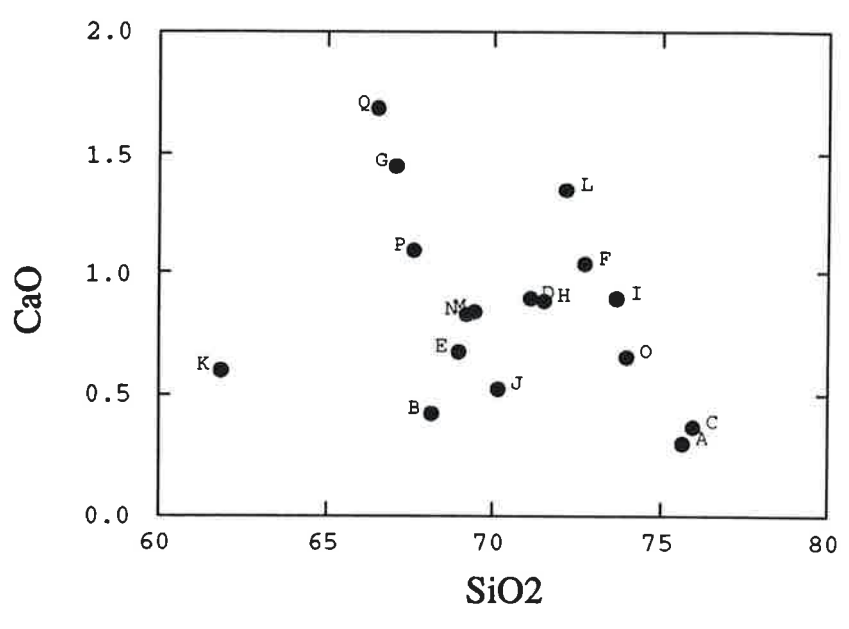
Muestras no Hercínicas



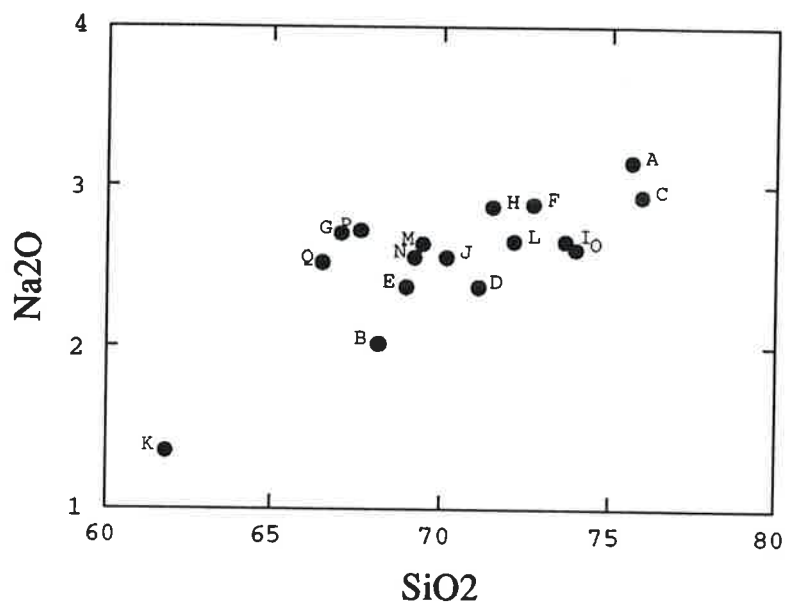
Muestras no Hercínicas



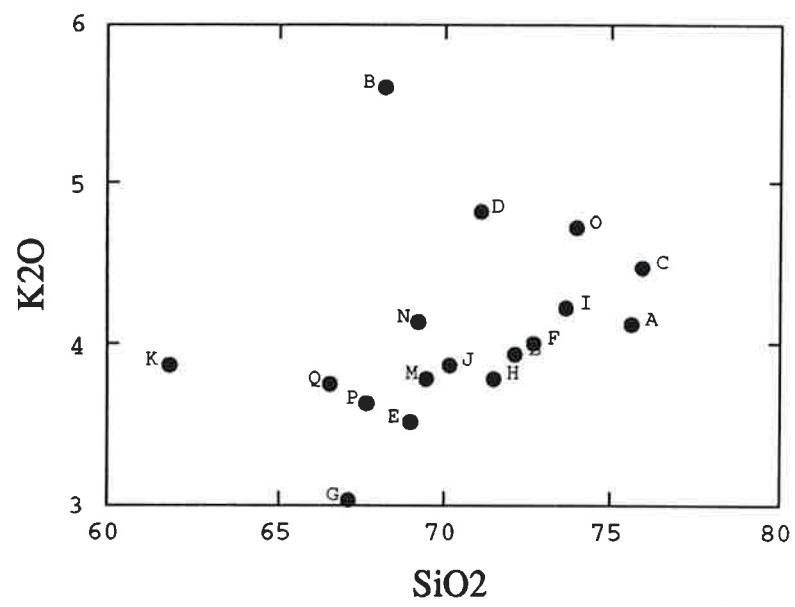
Muestras no Hercínicas



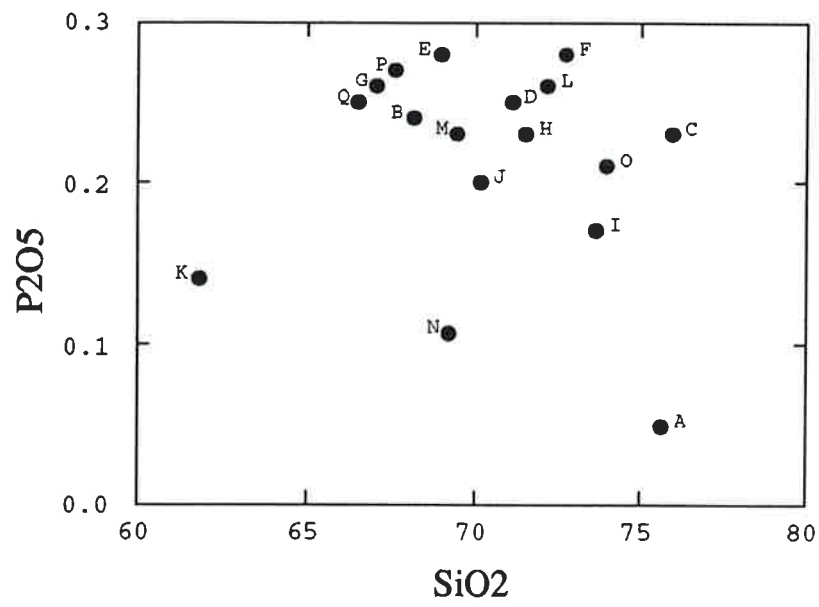
Muestras no Hercínicas



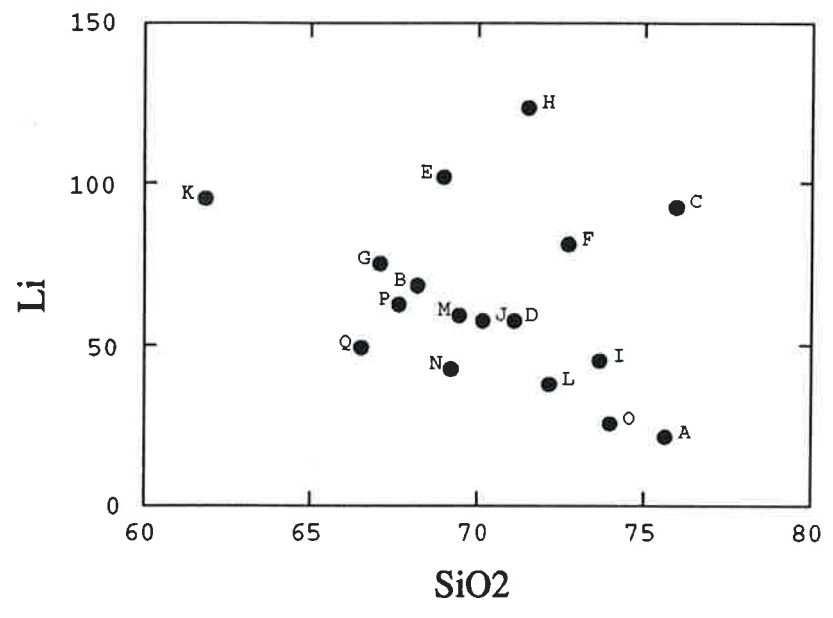
Muestras no Hercínicas



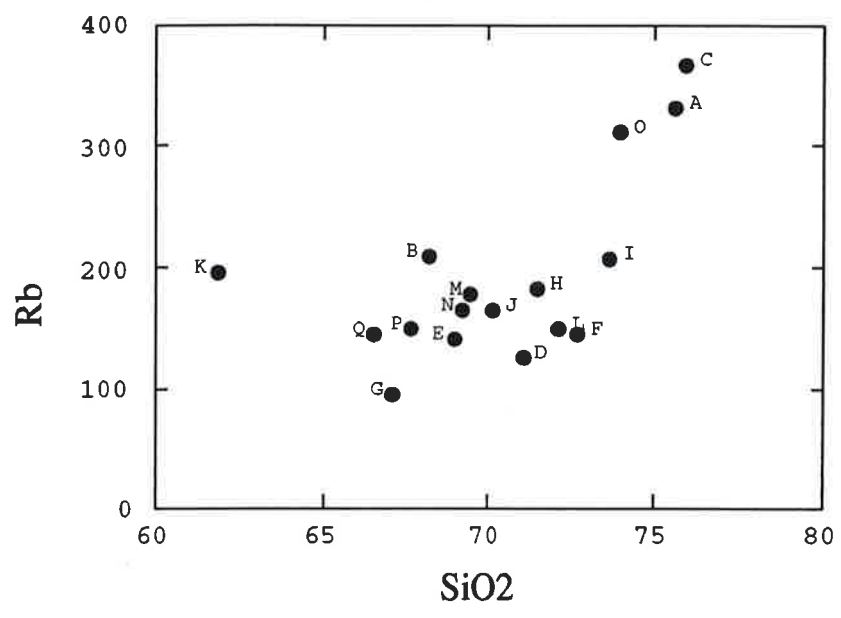
Muestras no Hercínicas



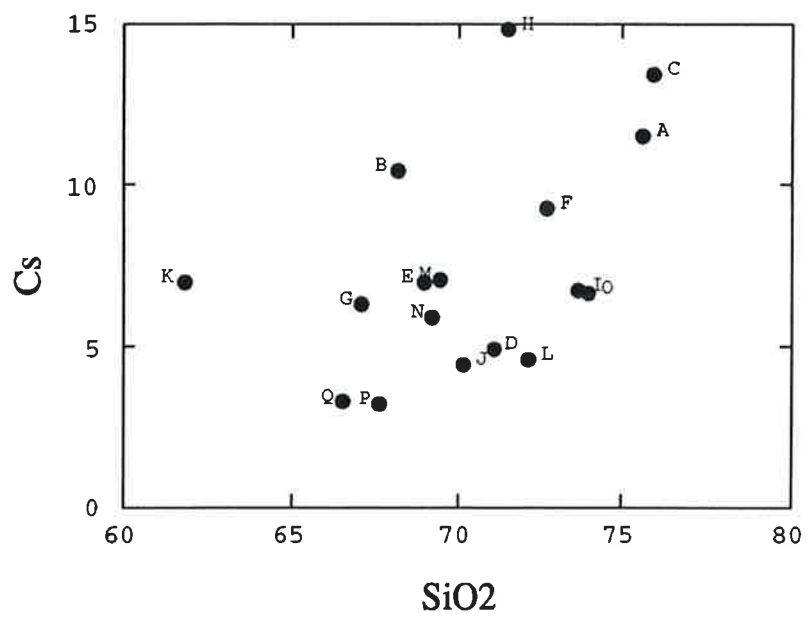
Muestras no Hercínicas



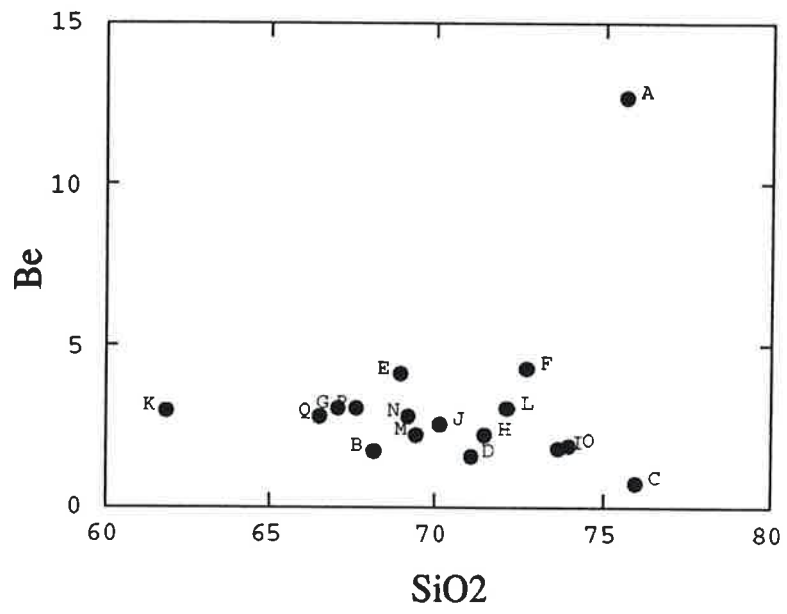
Muestras no Hercínicas



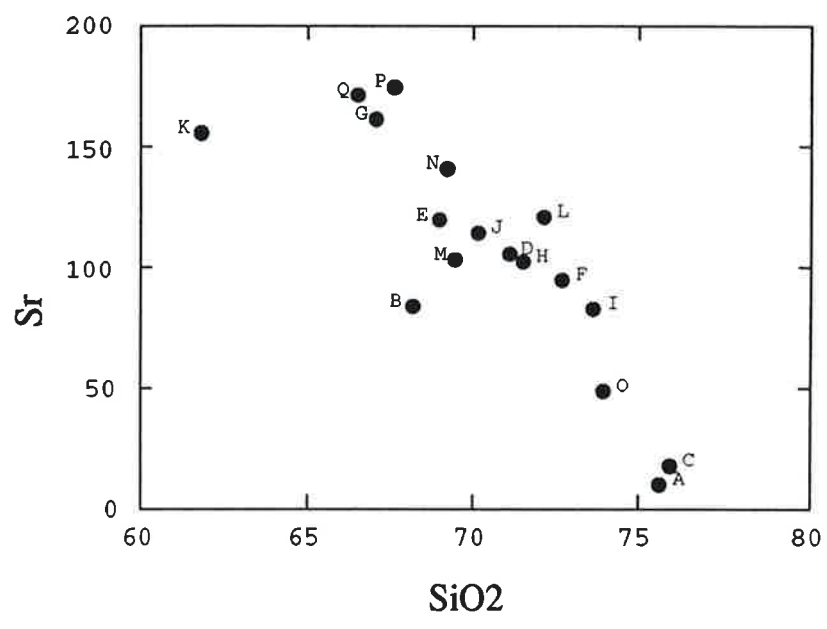
Muestras no Hercínicas



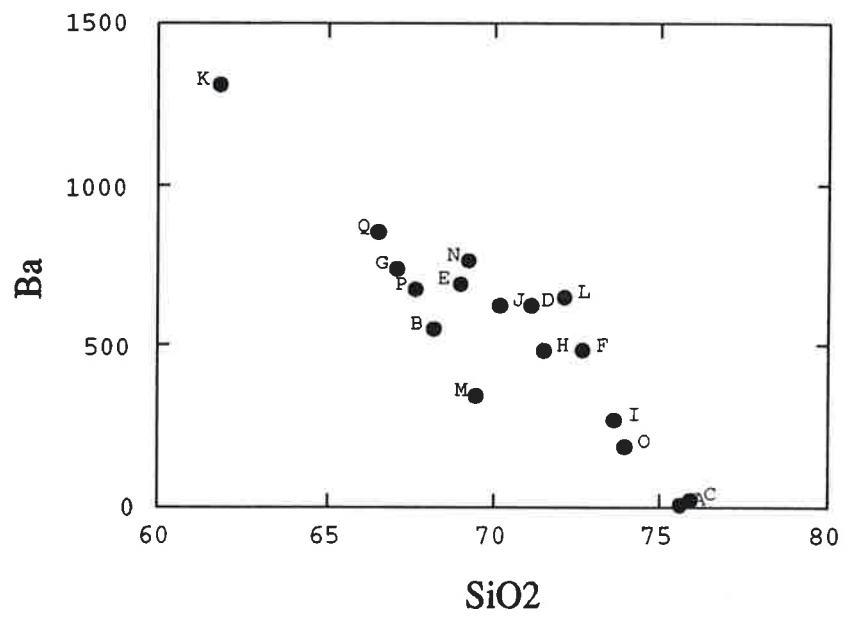
Muestras no Hercínicas



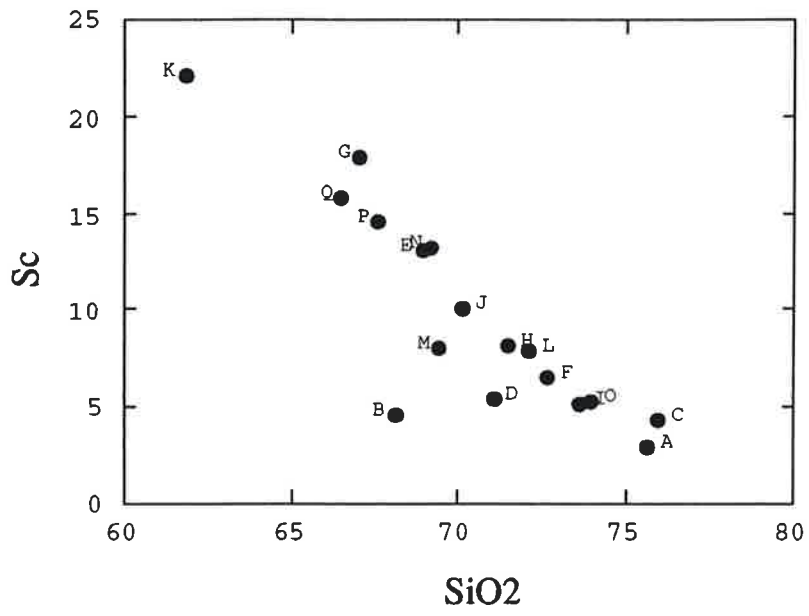
Muestras no Hercínicas



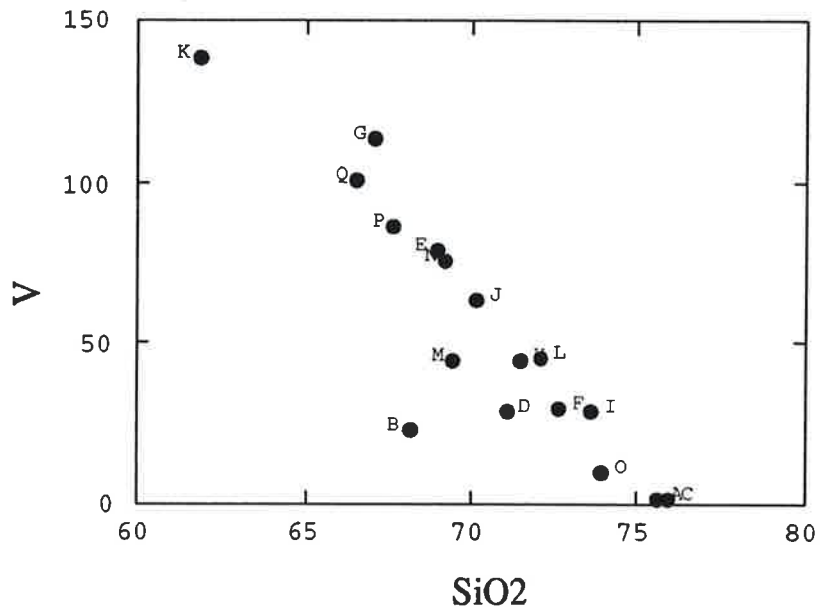
Muestras no Hercínicas



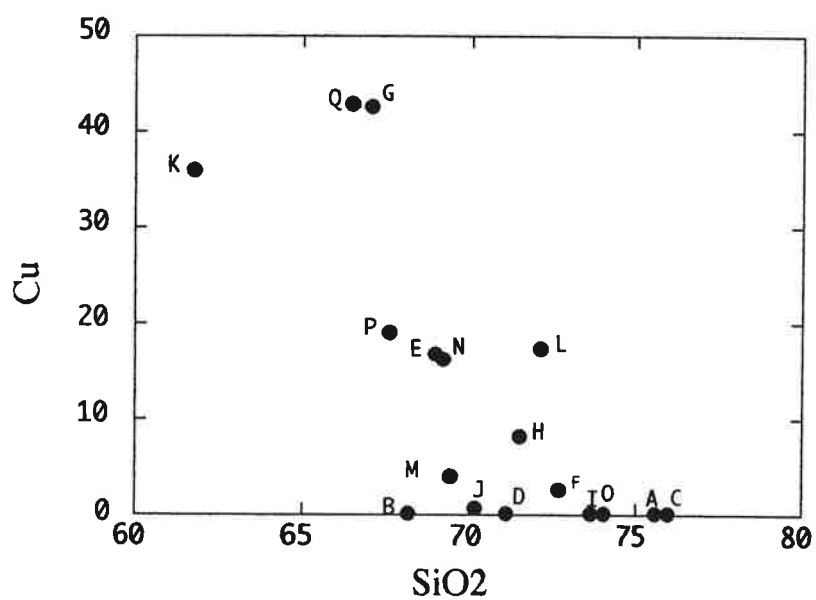
Muestras no Hercínicas



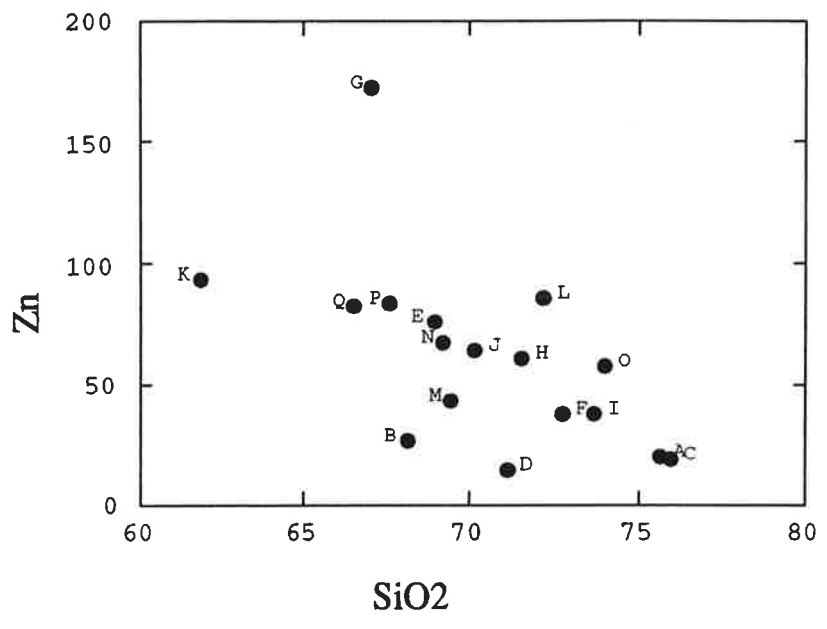
Muestras no Hercínicas



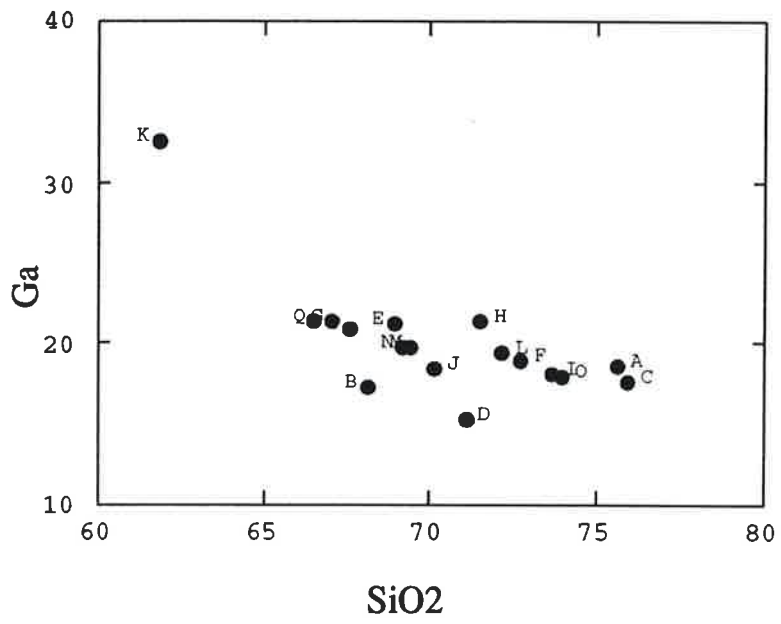
Muestras no Hercínicas



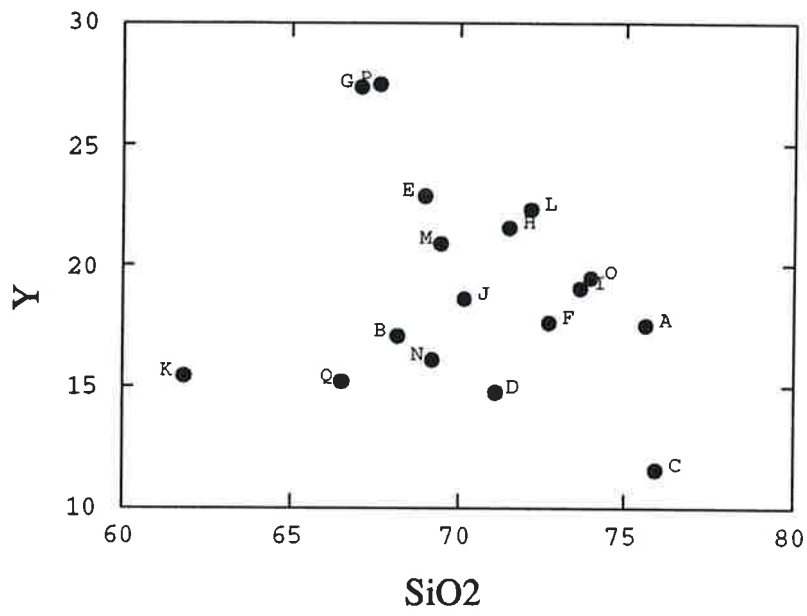
Muestras no Hercínicas



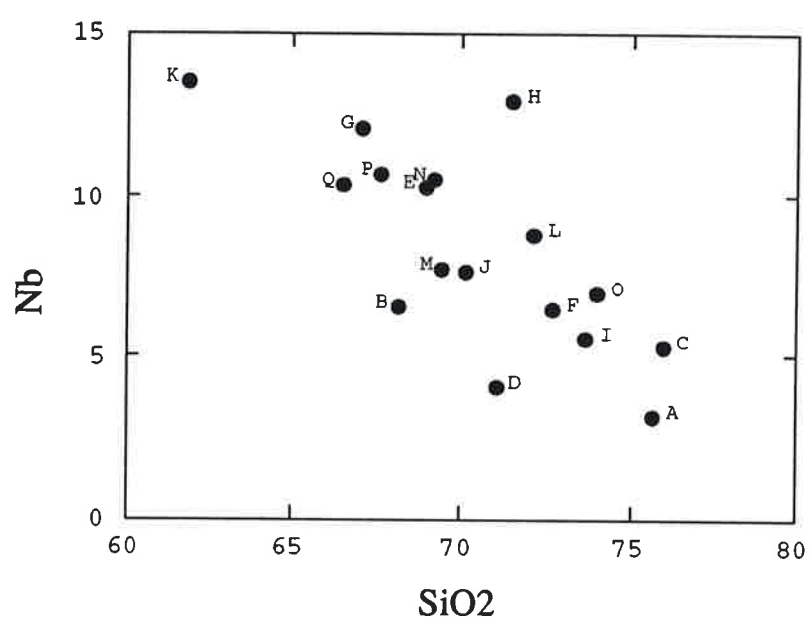
Muestras no Hercínicas



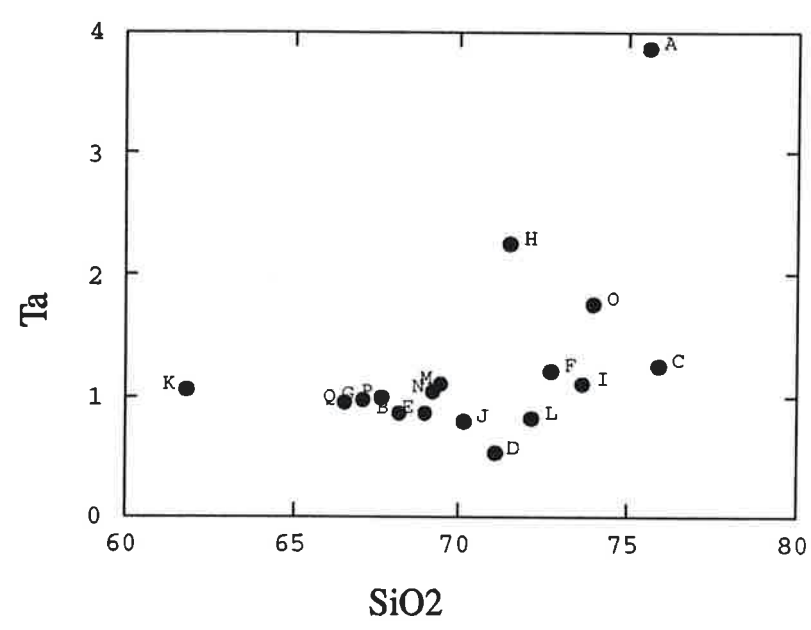
Muestras no Hercínicas



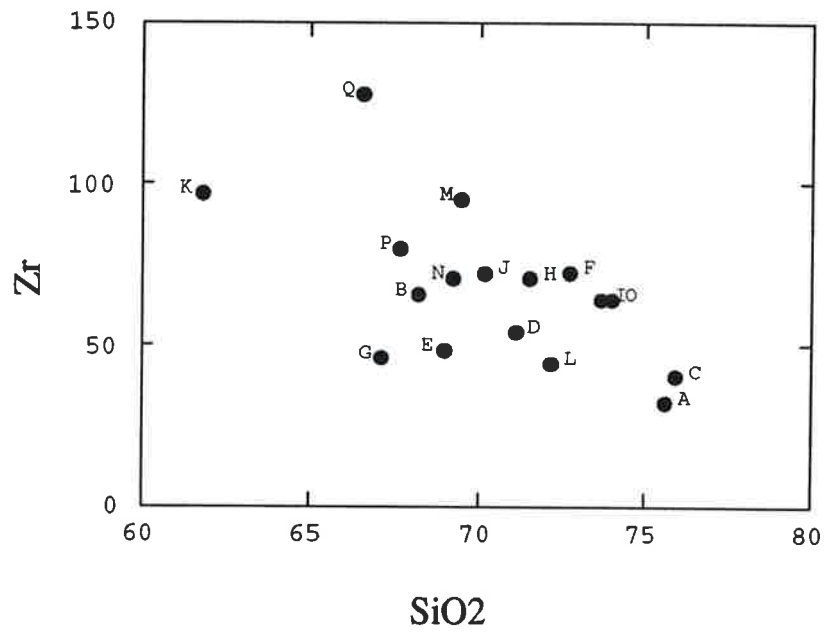
Muestras no Hercínicas



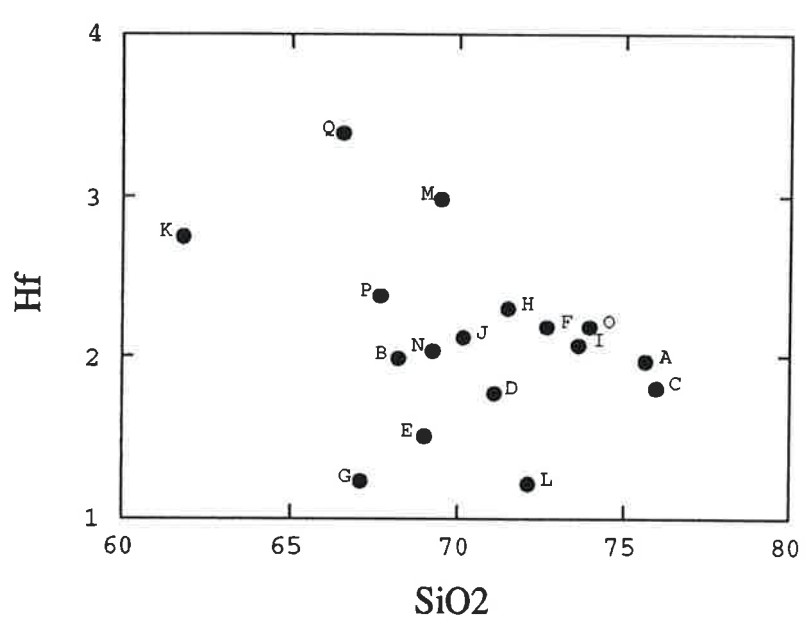
Muestras no Hercínicas



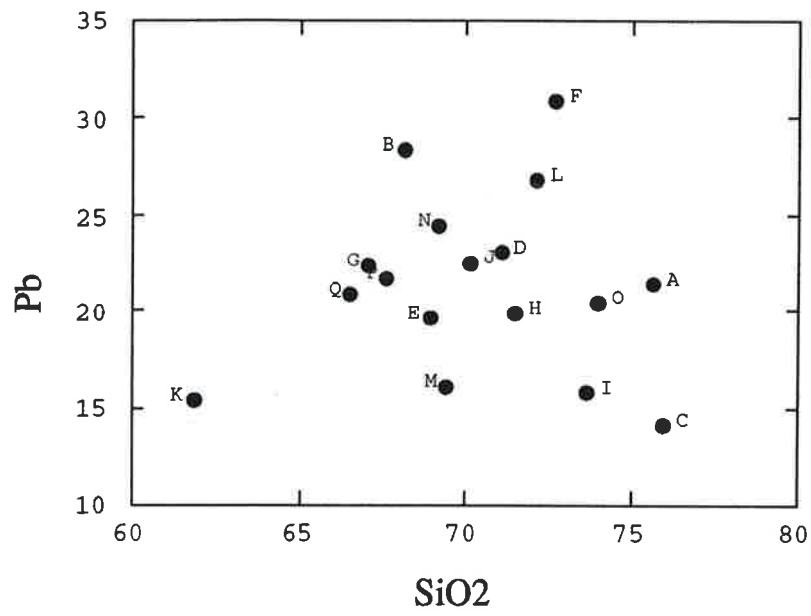
Muestras no Hercínicas



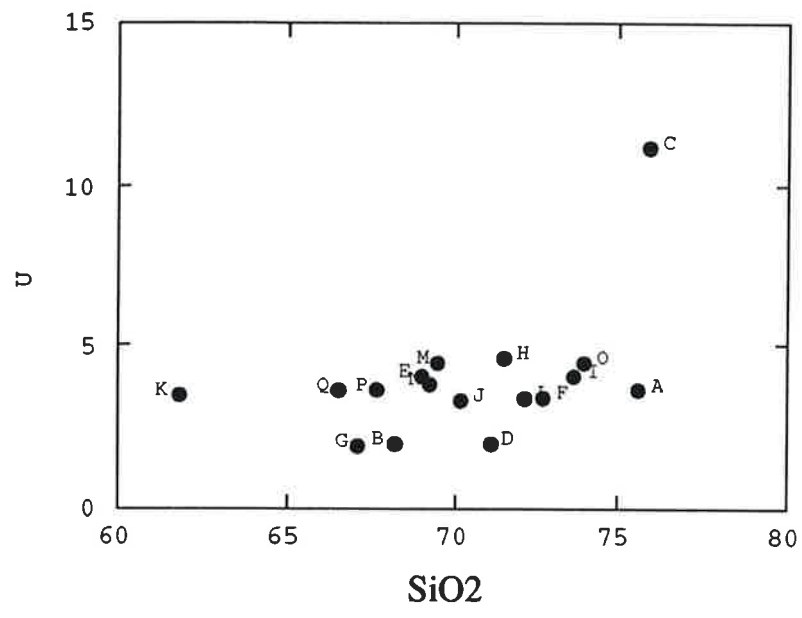
Muestras no Hercínicas



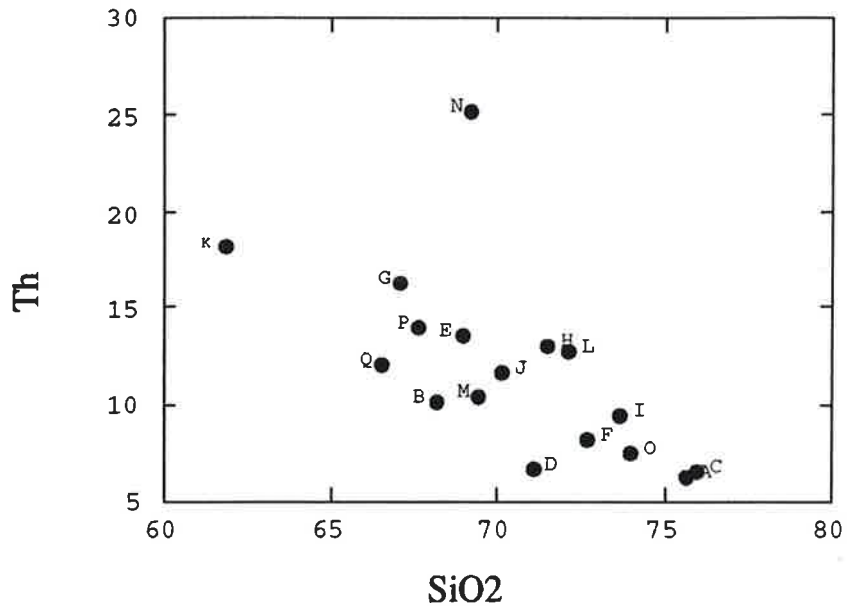
Muestras no Hercínicas

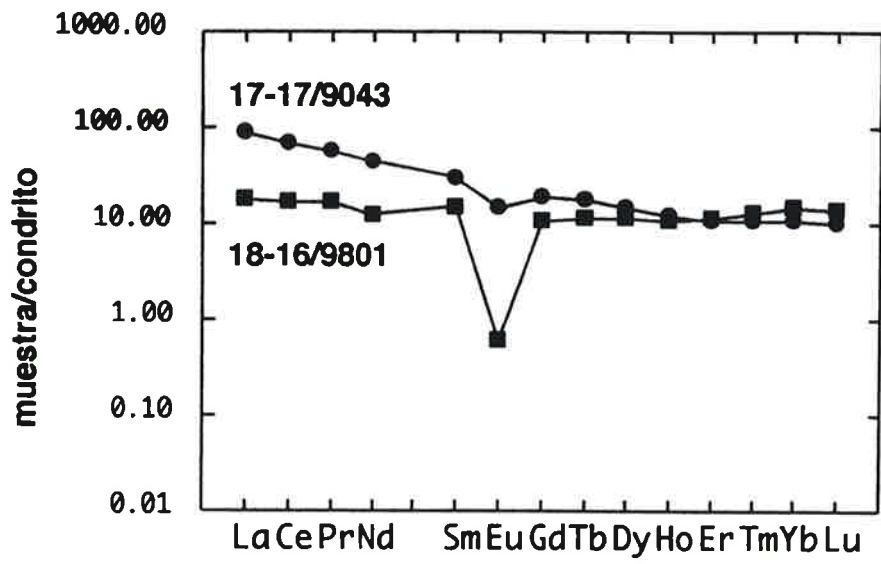


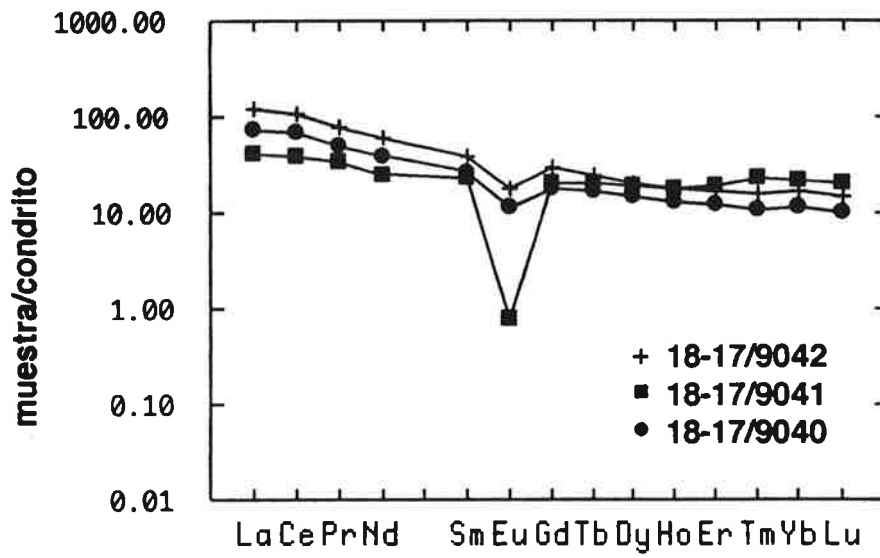
Muestras no Hercínicas

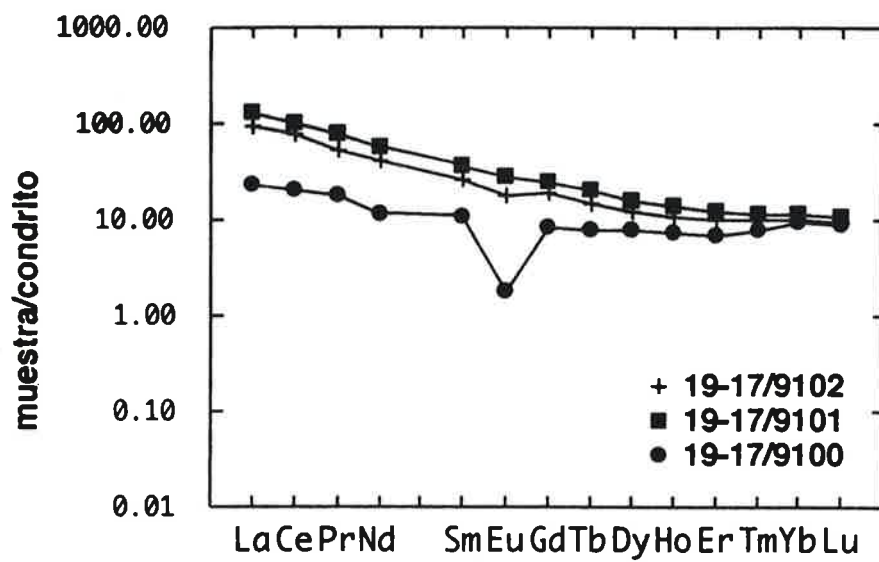


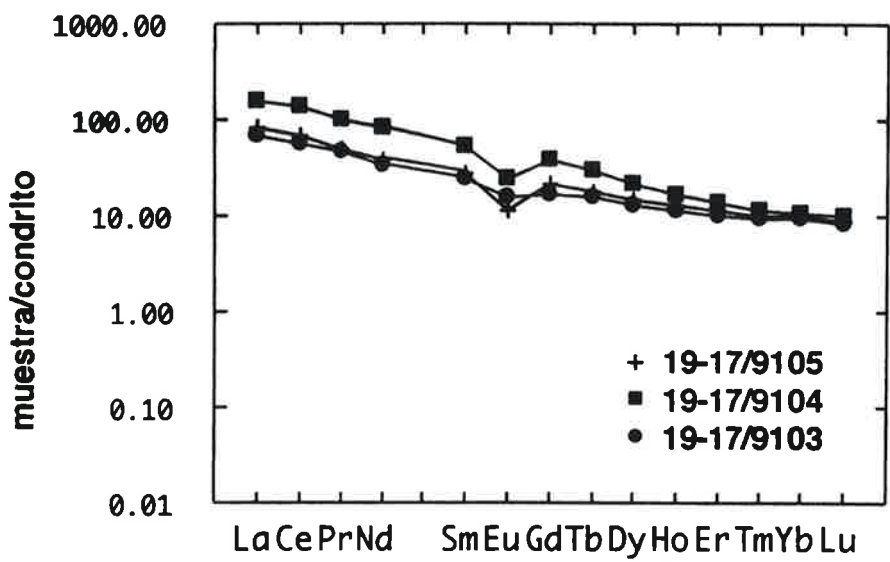
Muestras no Hercínicas

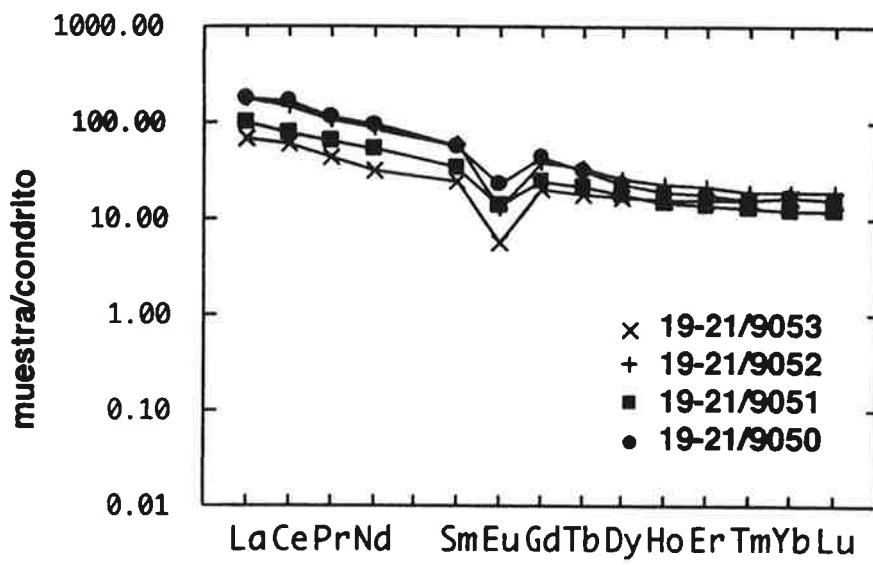




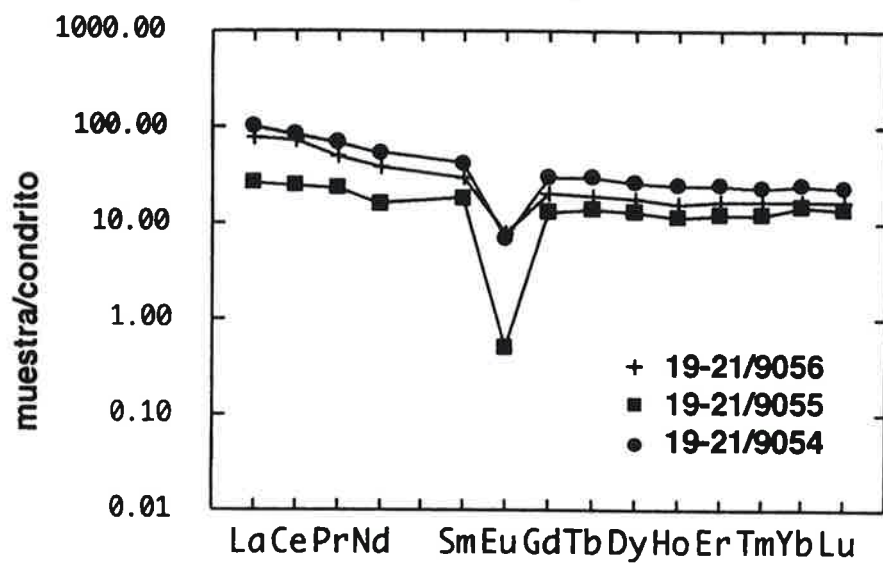


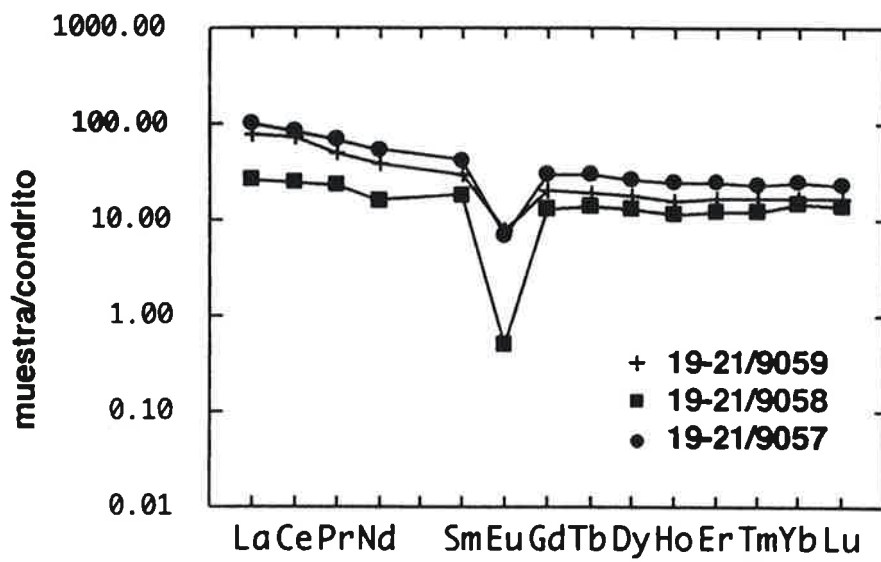




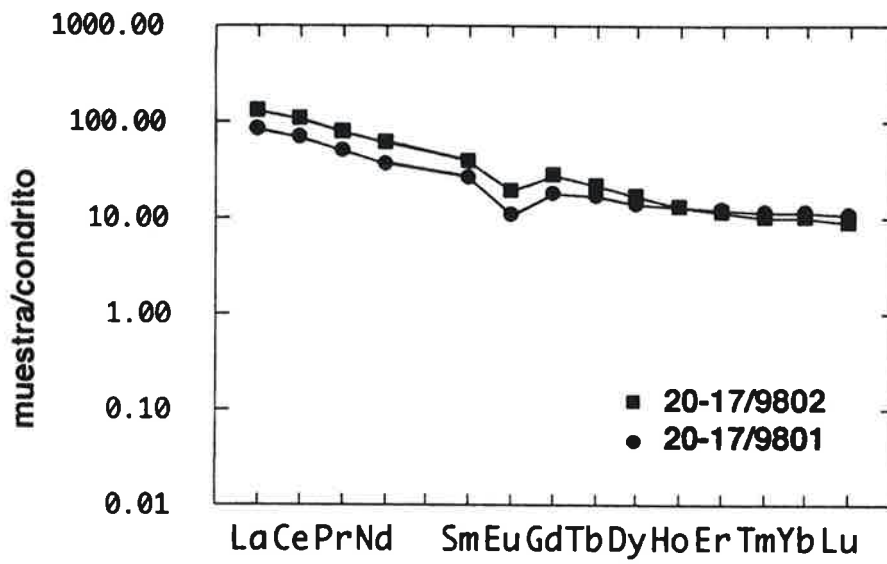


REE

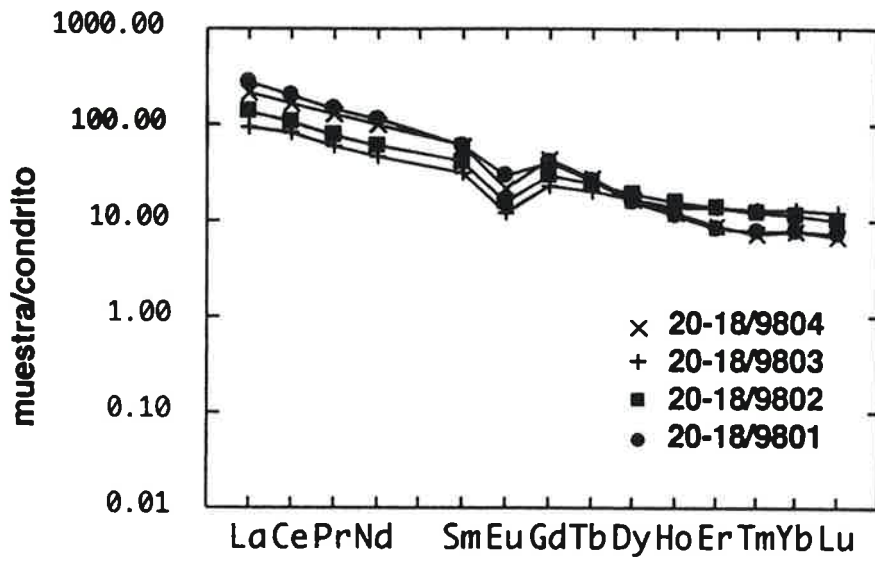




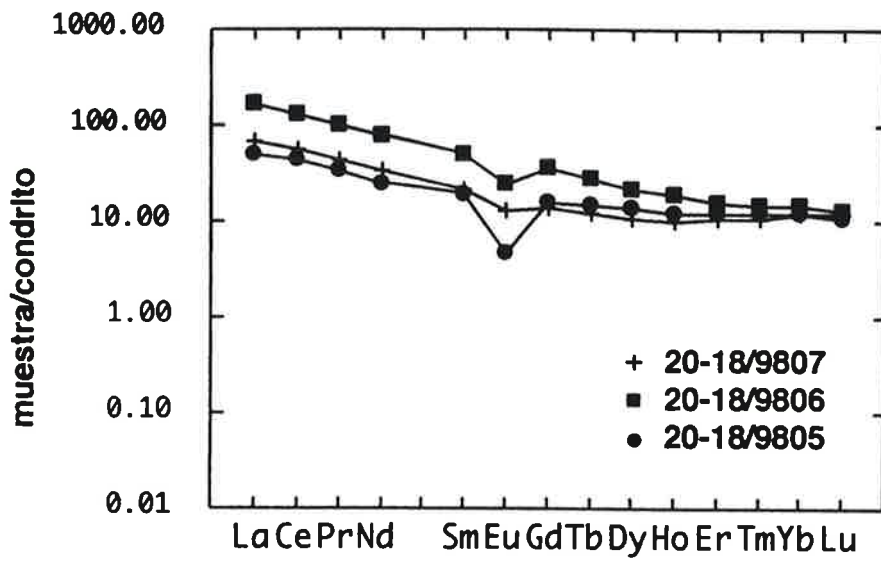
2577



REE



20-18/9801



20-10
20-10