

# CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DEL STOCK DE CAMBUMBIA, DIFERENCIAS O SIMILITUDES DE FORMACIÓN ENTRE EL CUERPO Y DIQUES PEGMATÍTICOS

El stock de Cambumbia, denominado así por primera vez por González (1980), y de edades reportadas en K/Ar de 86±16 Ma (Vinasco et al; 2003) o 113±3 Ma (González y Londoño, 2002) o 166.87 ± 22.14 Ma (ANH-UDC, 2011) conformado por gabros hornbléndicos, gabros piroxénicos, gabros olivínicos, gabronoritas y dioritas, deben su origen zona de subducción (Rojas-Lequerica et al, 2013). Este cuerpo presenta diques pegmatíticos que se componen de cuarzo y plagioclasa y feldespato potásico (Gonzalez y Londoño, 2002), que son atribuidos a las últimas fases de evolución de la cámara magmática del Stock de Cambumbia, sin embargo, si se parte que el magma que genero este cuerpo es de composición básica, es poco probable que las últimas fases de evolución puedan contener un nivel de sílice tan alto como para generar los diques de composición ácida (Reubi y Blundy, 2009), es por esto que se hace necesario hacer un estudio de los ambientes tectónicos de formación tanto de la roca básica (roca caja) así como las rocas ácidas (diques pegmatíticos) a través de la geoquímica y establecer asociaciones correctas con respecto a la fuente o fuentes que dieron origen a estas rocas.

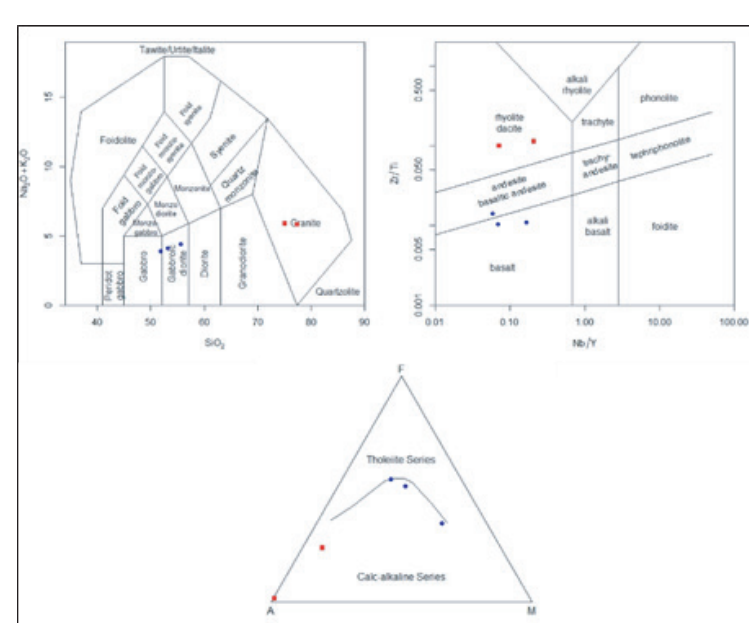
## GEOQUÍMICA

A continuación, se presenta la información y análisis geoquímico de elementos mayores y elementos traza, incluyendo tierras raras, de 5 muestras de roca distribuidas así: 2 para los diques pegmatíticos 3 para rocas básicas.

Los diques pegmatíticos presentan contenidos en sílice entre 75.2 % y 76.5% y álcalis (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) de 5.76 - 5.89; y 50.8 % - 54.8 .98 de Sílice y álcalis (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) de 3.81 % - 4.33 %, para la roca Básica (tabla 1). Se utiliza además de la clasificación Middlemost (1994) la de Pearce (1996, figura 1), observándose que las muestras de los diques en la figura 1 A corresponden a granitos (SiO<sub>2</sub> Vs Álcalis) y en la figura 1 B corresponden a riolitas. Las rocas básicas, la figura 1 B son clasificadas como gabros y dioritas gabroicas y la figura 1 B muestra que las rocas son basaltos y andesitas basálticas; y de acuerdo el diagrama de Irvine y Baragar (1971) tantos los diques como las rocas básicas son calcoalcalinos (figura 1C).

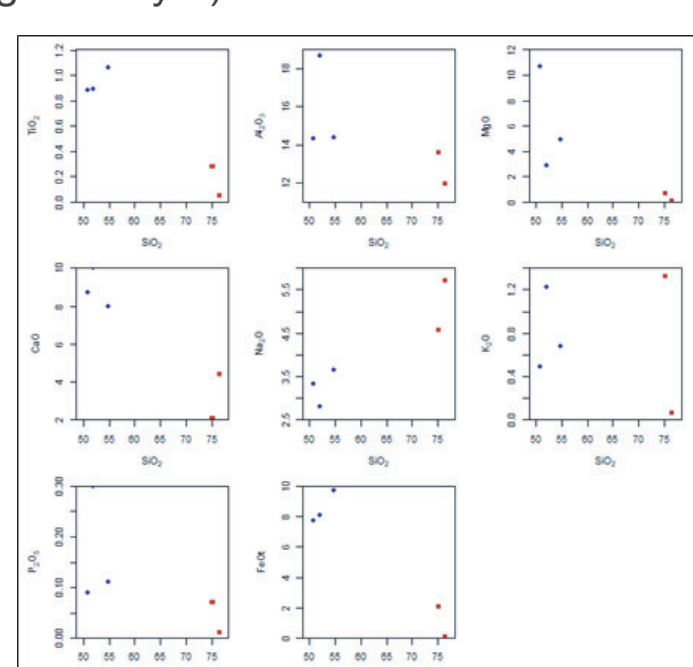
**Tabla 1.** Análisis químicos de en roca total para las rocas del stock de Cambumbia.

Roca	Diques		Roca Básica		
	STC-P1	STC-D3	STC-62	STC-6P6	STC-65
Muestra					
SiO <sub>2</sub>	76.5	75.2	54.8	52	50.8
TiO <sub>2</sub>	0.05	0.28	1.06	0.89	0.88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.95	13.6	14.4	18.7	14.35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	2.30	10.80	9.01	8.59
MnO	0	0.03	0.18	0.13	0.14
MgO	0.04	0.68	4.91	2.82	10.70
CaO	4.4	2.08	7.96	10	8.69
Na <sub>2</sub> O	5.70	4.57	3.65	2.80	3.32
K <sub>2</sub> O	0.06	1.32	0.68	1.22	0.49
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.07	0.11	0.30	0.09
LOI	1.92	1.33	2.70	2.44	2.93
Suma	24,23	101,46	101,25	100,31	100,98
Ba	14.4	125	251	580	113,5
Rb	1,5	41,8	21,5	26,1	14,2
Sr	35,5	106	210	506	195
Zr	30	191	66	58	74
Nb	3,7	11,8	1,6	3	1
Cr	20	30	120	50	650
La	15,4	23,7	5,8	6,2	4,1
Ce	33	52,8	13,7	13	11,6
Pr	4,15	6,59	2,01	1,78	1,86
Nd	16,7	24,7	9,3	8,6	9
Sm	5,86	6,87	3,03	2,38	2,55
Eu	0,66	0,82	1,16	0,85	1,05
Gd	8,56	9,12	3,75	3,36	3,13
Tb	1,57	1,52	0,68	0,53	0,5
Dy	9,81	9,73	4,09	3,41	3,09
Ho	1,83	2,03	0,89	0,68	0,62
Er	5,36	6,21	2,51	1,93	1,88
Tm	0,72	0,91	0,38	0,32	0,29
Yb	5,27	5,81	2,29	1,92	1,68
Lu	0,65	0,84	0,39	0,31	0,24
Y	51,8	56,6	23,4	18,2	17,2
Cs	0,11	1,12	0,83	0,38	0,53
Ta	0,3	0,7	0,2	0,2	0,1
Hf	1,3	5	2	1,6	2,2
Ga	10	17,4	17,3	18,6	16,2
Sn	2	3	2	2	2
Th	19,1	11,35	1,36	1,21	0,46
U	2,81	2,24	0,43	0,51	0,18
V	13	34	327	279	224
W	2	1	1	1	1



**Figura 1.** Clasificación química de las rocas. A. diagrama TAS de (Middlemost) 1994 B. Pearce (1996) y C. AFM de Irvine y Baragar (1971)

Los diagramas Harker tanto para elementos mayores como elementos traza, comparados con SiO<sub>2</sub> permiten ver un "gap" composicional entre los diques y la roca Básica (figuras 2 y 3).

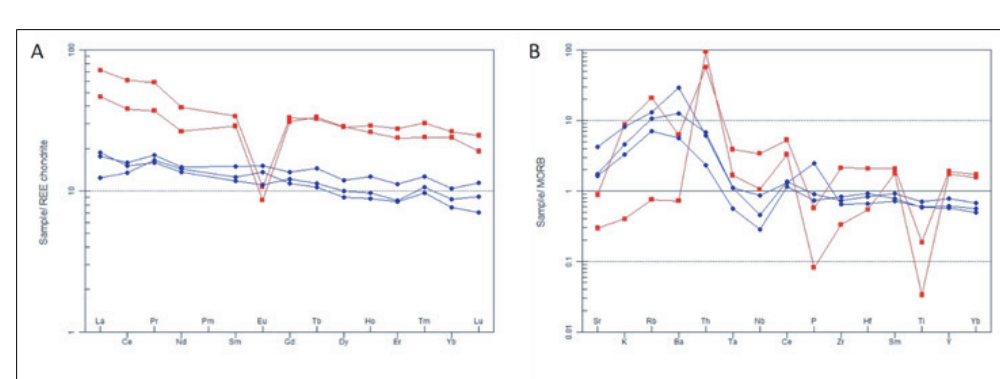


**Figura 2.** Diagramas Harker de óxidos mayores versus sílice para los diques pegmatíticos y roca básica.

Con la finalidad de mostrar la evolución del fundido y los procesos que actúan en la cristalización de ambientes tectónicos particulares, las muestras fueron normalizadas; y para el caso del diagrama de REE con respecto Condrito y para el diagrama multielementales al MORB, donde las rocas correspondientes a los diques y las rocas básicas no muestran un enriquecimiento significativo LREE con respecto a las HREE, (figuras 4 A)

Los diagramas multielementales muestran para las rocas básicas enriquecimiento en los elementos LILE y empobrecimiento en las HFSE (figura 4 B), reflejados en las altas relaciones de Ba/Nb (Valores promedio 154,5), siendo notorias las anomalías positivas en Ba y Th y anomalías negativas en Nb y Ti. No obstante, para las rocas constituyentes de los diques pegmatíticos, no muestra valores altos en la relación Ba/Nb (7,24). Lo que indicaría que el fraccionamiento en esta roca ocurrió en proporciones mucho menores.

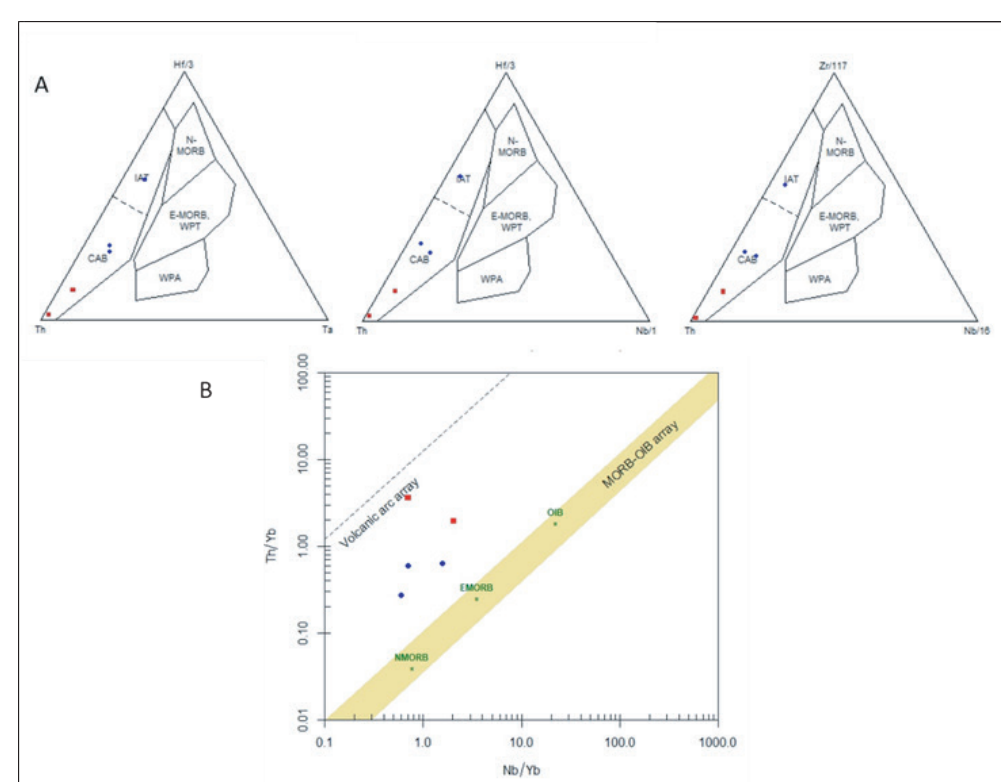
Las rocas básicas exhiben anomalías negativas en Nb, mientras que los diques presentan anomalías igualmente negativas en Ti y Eu (figuras 4 A y B).



**Figura 3.** Diagramas Spider de las rocas correspondientes a los diques pegmatíticos y la roca Básica. A. Normalización de las rocas a REE de condrito de nakamura en 1974. B. Normalización de las rocas a Multielemental MORB de Pearce (1983)

## INTERPRETACIÓN

Las rocas que componen los diques, y las rocas básicas que de acuerdo a la clasificación de Wood (1980), categorización de arcos volcánicos calcoalcalinos (figura 5 A) que es confirmada por la clasificación de Pearce (1996), donde las rocas de ubican en la zona de arreglo de arco volcánico.



**Figura 4.** Diagramas de discriminación tectónica para los diques y rocas básicas. A. diagrama de Wood (1980) B. Diagrama de Pearce (2008).

La anomalía negativa en Eu las rocas constituyentes de los diques, muestran que el europeo tuvo participación en formación de las plagioclasas y (Rollinson, 1993); en cuanto al enriquecimiento en Th y en tierras raras ligeras (LREE), en ambos tipos de roca Class et al. (2000) refieren que podrían reflejar la contribución de los sedimentos subducidos (insolubles en fluidos acuosos); Las anomalías negativas de Ti y Nb son controladas por cristalización de fases minerales de titanio como titanita, ilmenita, rutilo.

Aunque ambos tipos de roca presentan enriquecimientos en elementos LILE, y los patrones son consistente mente similares en los en la normalización a Condrito, la clasificación de las rocas a partir del diagrama TAS, AFM, Harker y "Spider" permiten observar un "gap" composicional entre los diques y las rocas básicas, que permitiría sugerir que las fuente y los procesos de evolución del magma que genero ambos tipos de rocas y que, aunque se incluyen de un mismo ambiente tectónico, involucraron procesos diferentes. Que deberán ser corroborados con técnicas complementarias como petrografía. Química mineral, geoquímica Isotópica y dataciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Nacional de Hidrocarburos & Universidad de Caldas. (2011b). Estudio integrado de los núcleos y registros obtenidos de los pozos someros (slim holes) perforados por la ANH. Agencia Nacional de Hidrocarburos, inedito, 304 p. Manizales.
- Gonzalez, H. (1980). Geología de las planchas 167 (Sonson) y 187 (Salamina), escala 1:100 000. INGEOMINAS. Boletín Geológico, 23(1): 1–174. Bogotá. URL: [http://aplicaciones1.ingeo Minas.gov.co/Bodega/i\\_raster/130/10/0000/14871/doc\\_ument/pdf/0301148710501000.pdf](http://aplicaciones1.ingeo Minas.gov.co/Bodega/i_raster/130/10/0000/14871/doc_ument/pdf/0301148710501000.pdf)
- Gonzalez, H. & Londoño, A.C. (1998). Edades K/Ar en algunos cuerpos plutónicos del graben Cauca-Patía y norte de la cordillera Occidental. Universidad Nacional de Colombia. Geología Colombiana, (23): 117–131. Bogotá. URL: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/geocoll/article/view/31476>
- Janousek, V., Farrow, C. M. & Erban, V. (2006). Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDKit). Journal of Petrology, 47(6), 1255–1259.
- Middlemost, E.A. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. Earth Science Reviews 37, 215–234.
- Reubi, O & Blundy, J. (2009). A dearth of intermediate melts at subduction zone volcanoes and the petrogenesis of arc andesites. Macmillan Publishers Limited. Nature. Vol 461, 1269–1274. <https://doi.org/10.1038/nature08510>
- Rojas Lequerica, S; Jaramillo, José; Concha, A; Jiménez-Quintero, C. (2013). Chemical Mineralogy, Geochemical Characterization and Petrography of the Cambumbia Stock, Northern Andes, South America, Colombia. Resúmenes EGU general assembly.
- Rollinson, H. R. (1993). Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. Longman, London, 102–117.
- Sun, S. S. & McDonough, W. S. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Geological Society, London, Special Publications, 42, 313–345.
- Vinasco, C.J; Cordani, U.G & Vasconcelos, P. (2003). Application of the 40Ar/39Ar methodology in the study of tectonic reactivations of shear zones: Romeral Fault System in the Central Cordillera of Colombia. IV South American Symposium on Isotope Geology. Resúmenes CD ROM, p. 138–144. Salvador de Bahía, Brasil.