



# Granito de Garzón

» **Cordillera Oriental**  
**Departamento del Huila**

---

Gabriel Rodríguez, María Isabel Arango,  
Gilberto Zapata, José Gilberto Bermúdez

Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia / Jurásico

Citación: Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2022). Granito de Garzón. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano <https://doi.org/10.32685/9789585313194.11>

**El magmatismo jurásico del Valle Superior del Magdalena comprende batolitos, *stocks* y unidades volcanosedimentarias espacialmente distribuidos en los bordes oriental de la cordillera Central y occidental de la cordillera Oriental de Colombia. Todos estos cuerpos fueron agrupados de acuerdo con su posición espacial actual, composición y edad, en plutones occidentales y orientales (Rodríguez *et al.*, 2018). El Granito de Garzón forma parte de los plutones orientales que afloran en el Valle Superior del Magdalena.**

**En este trabajo presentamos nuevos datos de petrografía, geoquímica de roca total y geocronología U-Pb (LA-ICP-MS) en circón, y se recopilan los datos publicados del magmatismo jurásico del VSM para mejorar el conocimiento y la evolución geológica jurásica de los Andes del norte.**

### 1. Proponente del nombre

Francisco Velandia, Paulina Ferreira, Gabriel Rodríguez y Alberto Núñez (2001).

### 2. Proveniencia del nombre y distribución geográfica

Este plutón, homónimo del municipio donde se encuentra, es parte de los plutones que afloran en el borde occidental de la cordillera Oriental, en el valle superior del Magdalena (plancha 366-Garzón).

Se trata de un cuerpo intrusivo de forma alargada, con una extensión de 13 km, en dirección NE, y con una amplitud máxima de 2,5 km, de composición monzogranítica predominante, con variaciones a granodiorita. Aflora al oriente de la falla de Garzón-Algeciras en la plancha 366, con un área de exposición aproximada de 15 km<sup>2</sup> (figura 1).

### 3. Reseña histórica

La primera referencia de este plutón corresponde a Raddelli (1962), quien lo llamó *pequeño plutón de Garzón*, y lo describe como un granito porfiroideo con cristales de ortosa hasta de 6 cm en una matriz cuarzo-plagioclásica con biotita y anfíbol. Posteriormente Rodríguez (1995), en un estudio petrográfico del grupo Garzón y del granito de anatexis de El Recreo, lo denomina *stock de Garzón*. Por último, Rodríguez *et al.* (1998) lo llaman *Granito de Garzón* en el mapa geológico de la plancha 366-Garzón, al igual que Velandia *et al.* (2001), quienes lo definen y describen en la memoria de la plancha 366.

### 4. Descripción geológica

De acuerdo con los análisis petrográficos, el cuerpo consiste predominantemente en un monzogranito con variaciones a granodiorita. Velandia *et al.* (2001) consideran que las rocas de este cuerpo corresponden a la serie granito-cuarzomonzodiorita-monzodiorita. Hacia el norte, el plutón presenta composición monzogranítica, es de color blanco moteado de rosado, con texturas hipidiomórfica inequigranular y granular, fanerítico de grano medio a grueso (figura 2), y hacia el sur varía a monzodiorita-cuarzomonzodiorita, con textura hipidiomórfica inequigranular, con rocas de borde con textura subofítica y un tamaño de grano fanerítico medio a fino. El plutón tiene meteorización con desarrollo de saprolitos arenosos de espesores mayores de 7 m, por lo cual se torna difícil obtener muestras frescas. Además, por la influencia de la falla Garzón-Suaza, que lo limita al occidente, y sistemas de fallas conjugadas que deforman de manera frágil gran parte del cuerpo, se desarrolla una intensa fracturación. El Granito de Garzón se encuentra emplazado en un bloque de basamento metamórfico precámbrico denominado *Grupo Garzón*.

#### 4.1. Petrografía

Se estudiaron petrográficamente cinco secciones delgadas (900715, 900716, 161837, 161908, 162012), cuyos resultados se presentan en la tabla 1, y la clasificación petrográfica se muestra en la figura 3.

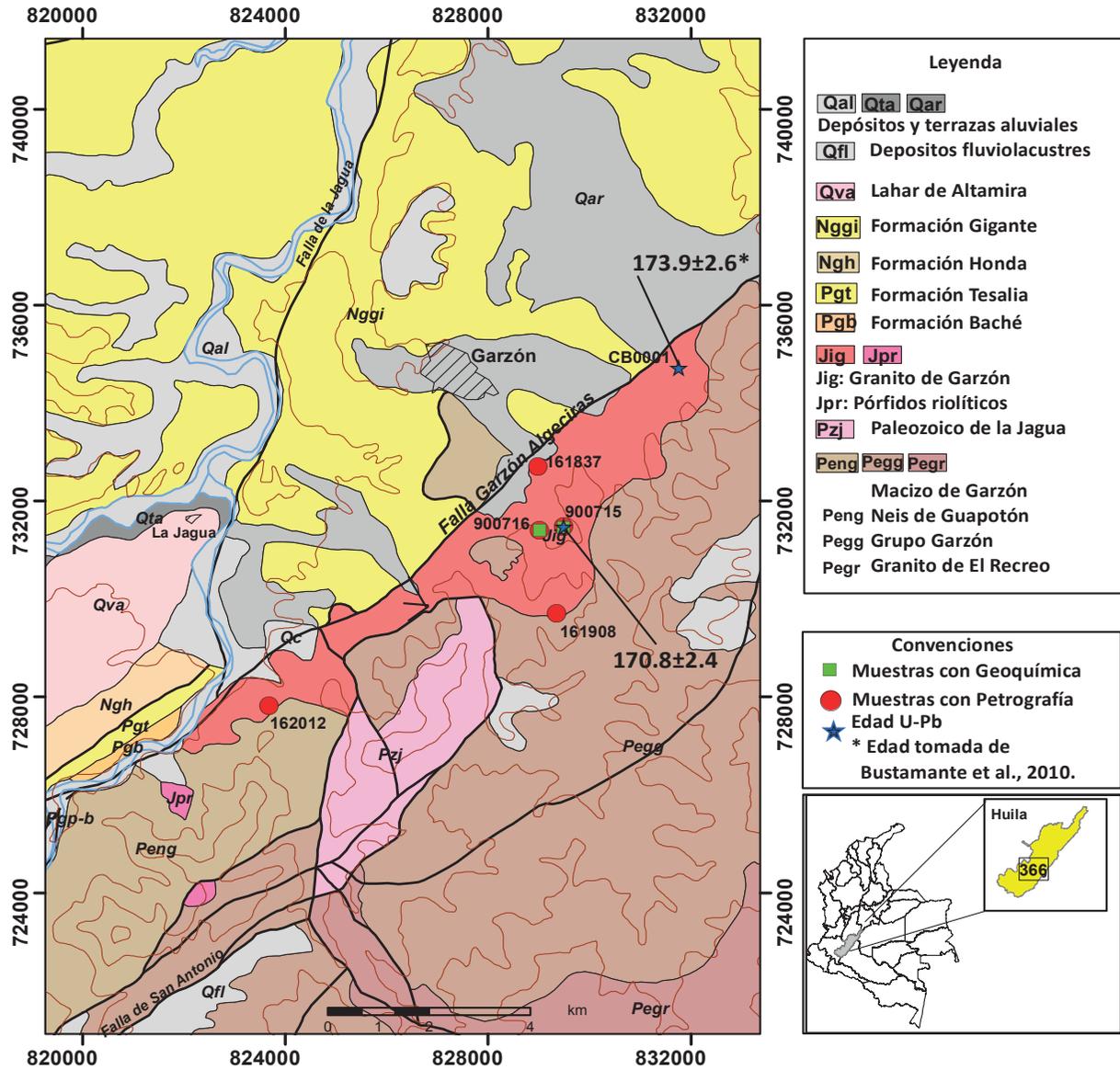


Figura 1. Localización del Granito de Garzón. Cartografía tomada de la plancha 366  
Fuente: Rodríguez *et al.* (1998).

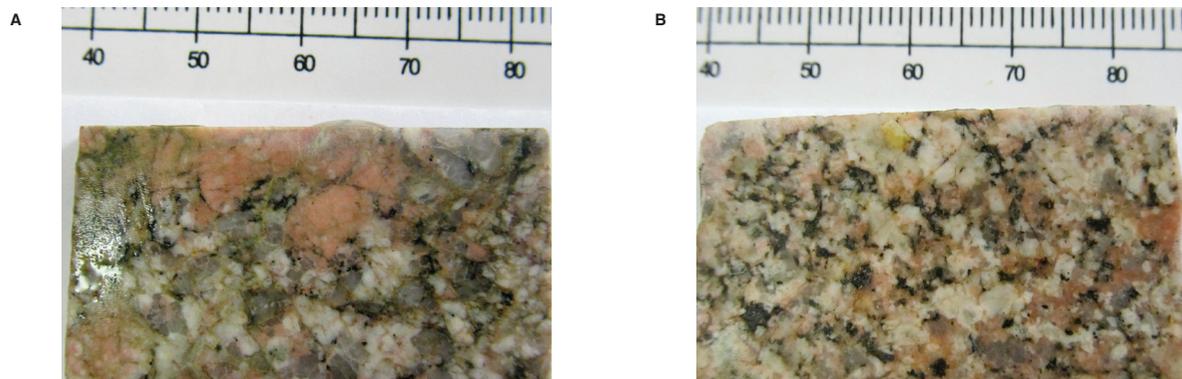


Figura 2. Aspecto macroscópico de rocas del granito de Garzón

### 4.2. Facies monzogranito-granodiorita

Los monzogranitos y granodioritas están constituidos por plagioclasa de tipo oligoclasa a andesina (An<sub>28</sub> a An<sub>34</sub>) en un 35 a 50%, feldespato potásico ortosa (23 a 39%), cuarzo (23 a 38%), y como mineral máfico se presenta la biotita en proporción menor al 4%. Las fases accesorias son circón, titanita, apatito y minerales opacos (figura 4).

La plagioclasa se encuentra en cristales euhedrales a subhedrales, inequigranulares, de tamaños que varían entre 0,16 mm y 2 mm, de formas tabulares, generalmente con maclas de albita, albita-Carlsbad y periclina, con el relieve cercano y levemente mayor que el del bálsamo. Al igual que el cuarzo, pueden estar afectada por deformación de la roca y presentar fracturas irregulares. En ocasiones la plagioclasa presenta contactos con desarrollo de intercrecimientos mirmequíticos con feldespato.

El feldespato potásico es ortosa, aparece como cristales anhedrales inequigranulares de tamaños entre 0,25 y 2,5 mm, con desmezclas peritíticas en parches y filoncillos, con extinción ondulatoria, relieve menor que el del bálsamo, y color de birrefringencia gris del primer orden. El feldespato no tiene maclas, presenta inclusiones de plagioclasa, y en algunos casos se presenta ligeramente poiquilítico (figura 4).

El cuarzo se presenta en cristales anhedrales inequigranulares, con tamaños variables entre 0,2 mm y 2,5 mm. Los cristales son limpios, con extinción ondulatoria marcada, con inclusiones microcristalinas a manera de líneas. Localmente se disponen de manera intersticial entre los feldespatos, y generalmente son del mismo tamaño. Presenta microfracturas y deformación superpuesta con desarrollo de subgranos en algunas rocas.

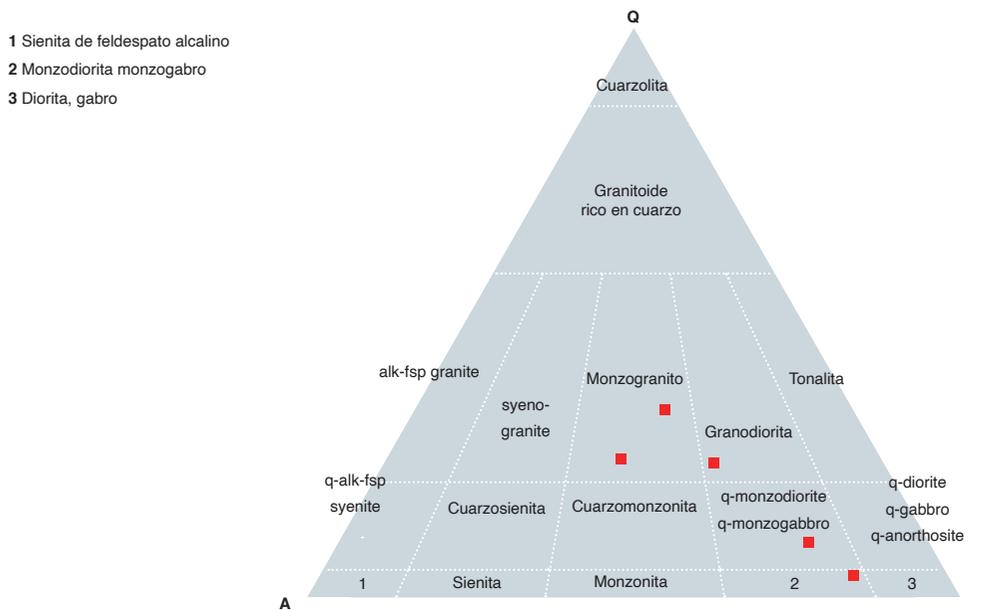


Figura 3. Diagrama QAP de Streckeisen (1976). Clasificación petrográfica con base en la composición modal del Granito de Garzón

Tabla 1. Resultados de los conteos modales de muestras del Granito de Garzón, expresados en porcentajes (símbolo de los minerales según Whitney y Evans, 2010)

N.º muestra	N.º campo	W	N	Qz	Pl	Fsp	Cpx	Hbl	Bt	Op	Tnt	Ap	Zrn	Clasificación petrográfica
900715	GR-6619	829485	731472	33,8	37,4	28,1	0,0	0,0	0,7	TR	TR	TR	TR	Monzogranito
900716	GR-6620	829015	731404	23,0	49,7	23,4	0,0	0,0	3,9	2	TR	TR	TR	Granodiorita
161837	GR-846	828980	732709	25,0	35,0	39,0	0,0	0,0	1,0	TR	TR	TR	TR	Monzogranito
161908	MR-428	829349	729708	3,0	65,0	10,0	13,0	1,0	6,0	1,0	0,0	1,0	TR	Monzodiorita piroxénica
162012	GR-1007	823670	727819	8,0	61,0	14,0	0,0	13,0	2,0	1,0	TR	TR	TR	Cuarzo monzodiorita

TR: trazas.

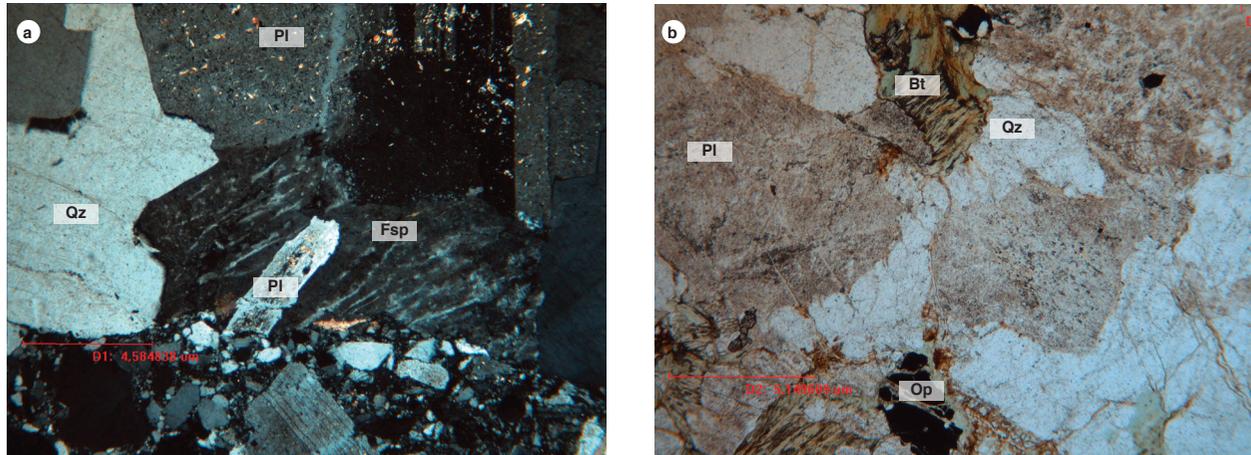


Figura 4. Microfotografías de rocas monzograníticas del Granito de Garzón. Cristales anhedrales de ortosa (Fsp) con desmezclas periticas en filoncles, junto a cuarzo (Qz), plagioclasa (Pl) y biotita (Bt). Muestras IGM-900715 e IGM-900716

La biotita se encuentra en cristales euhedrales intersticiales a los cristales de feldespato y cuarzo, de tamaño entre 0,25 mm y 0,9 mm. Tiene inclusiones de opacos, apatito, circón y titanita.

El circón se encuentra en microcristales euhedrales, de relieve muy alto y birrefringencia azul del segundo orden. La titanita se encuentra en cristales anhedrales asociados a opacos y biotita, de color pardo, relieve alto y birrefringencia del tercer orden; es ligeramente pleocroico, en tonos pálidos y medios. El apatito aparece asociado a opacos y biotita, como microcristales euhedrales con hábitos hexagonales en cortes basales y prismáticos en secciones longitudinales. Los opacos son finos, de tamaños menores de 0,3 mm, subhedrales a anhedrales, generalmente hospedados en la biotita y frecuentemente con inclusiones de apatito.

La alteración se manifiesta en la plagioclasa con presencia de sericita en escamas finas y arcilla de color pardo. En el feldespato potásico, la alteración a caolín le imprime un color pardo sucio, y en el caso de la biotita, sus cristales se ven totalmente reemplazados por clorita de color verde, con separación residual de titanita y magnetita.

#### 4.3. Facies monzodiorita y cuarzomonzodiorita

Según Velandia *et al.* (2001), las monzodioritas y cuarzodioritas afloran en la parte sur del Plutón y en zonas de borde del cuerpo. Estas rocas tienen texturas inequigranulares bimodales y granulares, algunas, porfídicas con matriz microgranular.

Están constituidas por plagioclasa de tipo andesina ( $An_{41}$ ) (61 a 64%), ortosa (10 a 14%), cuarzo (3 a 8%), y como minerales máficos se presentan hornblenda verde (1 a 12%), biotita (2 a 6%) y clinopiroxeno, que ocasionalmente puede alcanzar el 13% o estar ausente en la roca. Los minerales accesorios son titanita, circón, apatito y minerales opacos, que se encuentran en cantidades menores al 1% (figura 5).

La plagioclasa tiene una composición de andesina y se presenta en cristales tabulares, frecuentemente con extinción oscilatoria, maclas de albita, albita Carlsbad y Carlsbad, y pueden tener corona de ortosa alrededor de los cristales. Las inclusiones de minerales opacos, apatito, biotita y piroxeno pueden distribuirse zonalmente dentro de los cristales. Pueden presentar intercrecimientos gráficos (figura 5).

El feldespato corresponde a ortoclasa, se encuentra en cristales subhedrales a anhedrales, puede presentar macla de Carlsbad, así como intercrecimientos gráficos con cuarzo en los bordes de fenocristales.

Los cristales de cuarzo se encuentran en la matriz, en cristales anhedrales intersticiales y bordeando fenocristales. El cuarzo cristalizó tardíamente junto a ortosa y desarrolla texturas gráficas alrededor de cristales de plagioclasa.

La biotita se encuentra en cristales anhedrales finos, forma aglomeraciones de cristales con pleocroísmo amarillo pálido en dirección de X, y marrón en direcciones Y y Z, y en ella son comunes las inclusiones de opacos y apatito.

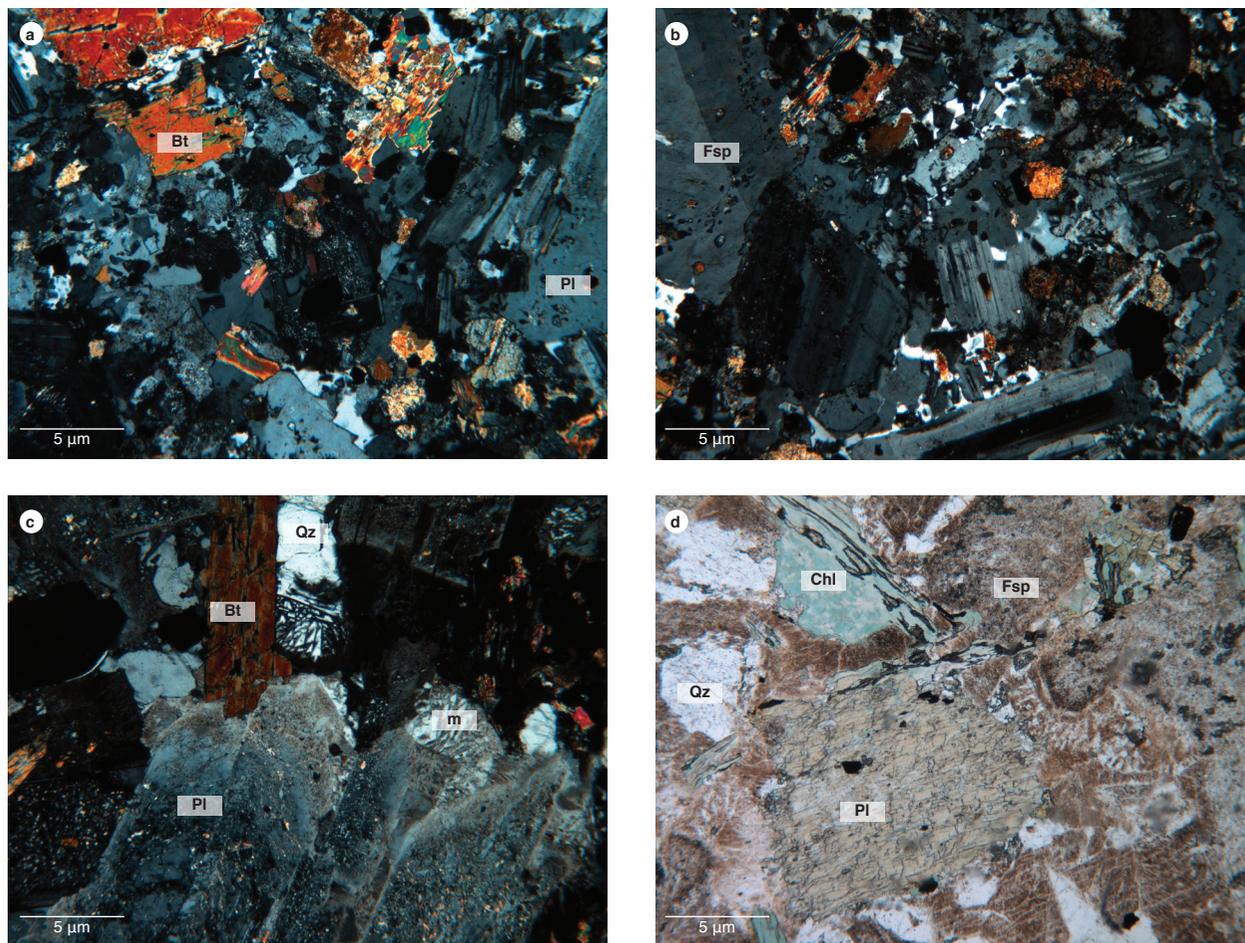


Figura 5. Aspecto microscópico de monzodioritas y cuarzomonzodioritas del Granito de Garzón a y b) Muestra IGM-161908 monzodiorita, nicols cruzados. c y d) Muestra IGM-162012 cuarzomonzodiorita, nicols cruzados y nicols paralelos. Simbología de los minerales según Whitney y Evans (2010).

Los cristales de clinopiroxeno son subhedrales y anhedrales, en cortes basales y prismáticos, con birrefringencia máxima azul de segundo orden. Pueden tener maclas dobles y polisintéticas, presentan leve pleocroísmo desde un verde pálido en dirección X y amarillo pálido en direcciones Y y Z, y son ligeramente poiquilíticos.

Los cristales de plagioclasa se alteran a saussurita, sericita y arcilla de manera zonal. El feldespato potásico se altera a caolín. La biotita se observa cloritizada, y el clinopiroxeno se uralitiza hacia los bordes.

## 5. Geoquímica

La caracterización geoquímica del Granito de Garzón se realizó a partir de dos análisis químicos de roca total en rocas clasificadas como monzogranitos, litología predominante del plutón. Los análisis se realizaron en el Laboratorio del Servicio Geológico Colombiano. Los

óxidos mayores se analizaron por fluorescencia de rayos X, y los elementos traza por ICP.

### 5.1. Óxidos mayores

Los resultados de análisis químicos de óxidos mayores en las muestras del Granito de Garzón se muestran en la tabla 2. Los valores recalculados de porcentaje en peso de  $\text{SiO}_2$  en muestras del Granito de Garzón varían entre 72,24 y 74,47%. Los valores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{CaO}$  disminuyen con el aumento de  $\text{SiO}_2$ ; el  $\text{Na}_2\text{O}$  y el  $\text{K}_2\text{O}$  son relativamente constantes con el aumento de  $\text{SiO}_2$ , y el  $\text{TiO}_2$  es menor de 0,5% en las dos rocas. Los contenidos de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  están entre 14,1 y 14,9%; el  $\text{MgO}$  es menor del 0,83%. Las rocas presentan un alto contenido de álcalis ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > 8\%$ ), bajas razones  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} < 1$ , bajo  $\text{TiO}_2$  (<0,5 %).

Tabla 2. Composición de óxidos mayores en rocas del Granito de Garzón (valores en % en peso)

IGM	N	W	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	LOI	Total
900715	731472	829485	72,9	0,3	14,1	1,7	0,36	1,4	4,66	3,4	0,08	0,00	1	99,9
900716	731404	829015	69,7	0,4	14,9	2,82	0,83	1,4	4,42	3,6	0,13	0,01	1,6	99,8

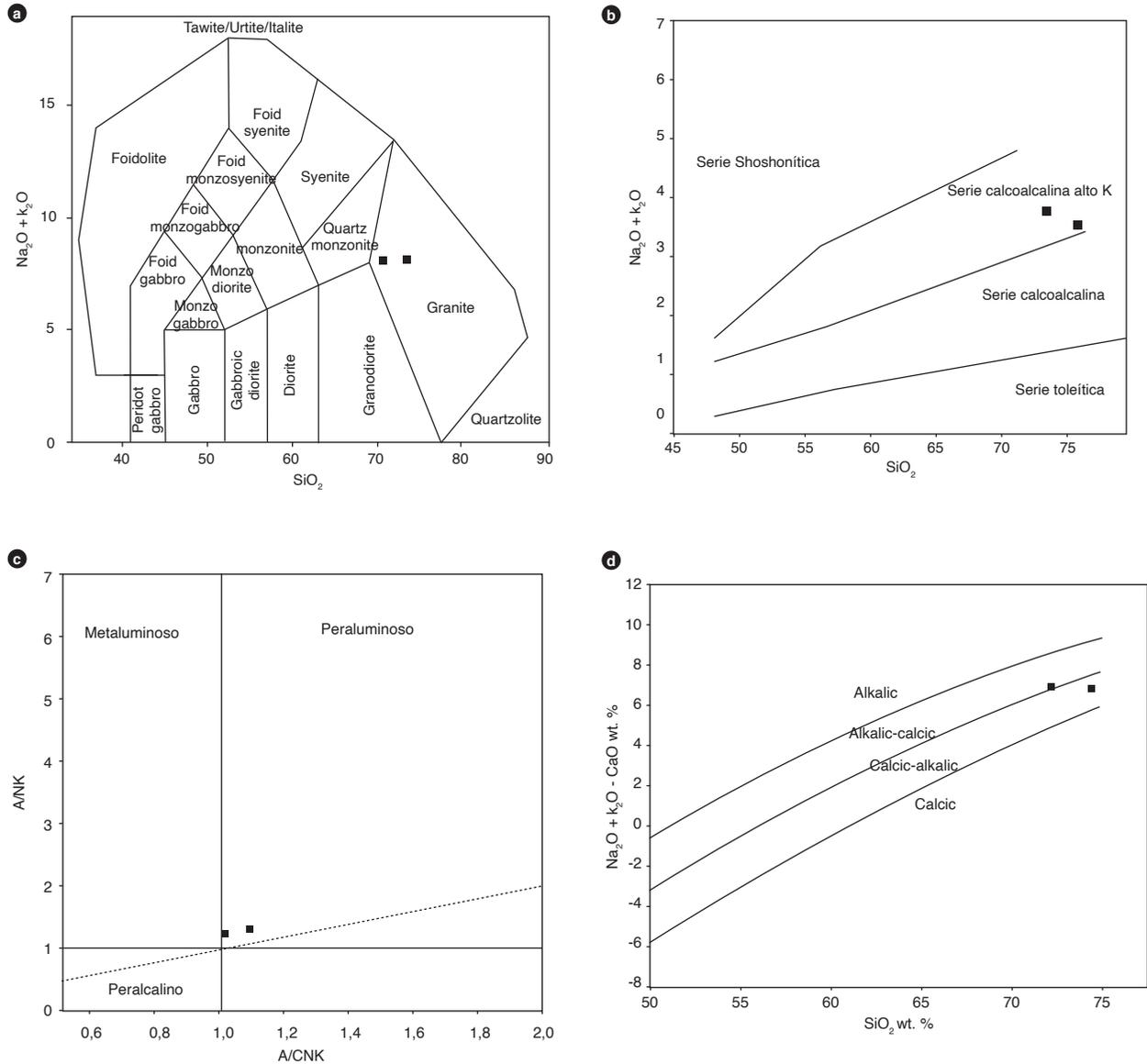


Figura 6. Diagramas de clasificación de rocas del Granito de Garzón a) Diagrama de Middlemost (1994) del Granito de Garzón. b) Diagrama K<sub>2</sub>O vs SiO<sub>2</sub> (Peccerillo y Taylor, 1976). c) Diagrama de alcalinidad-aluminosidad (Shand, 1943). Los símbolos en negro representan las muestras del Granito de Garzón.

Según el diagrama TAS de Middlemost (1994) (figura 6a), las rocas se clasifican en el campo de los granitos, lo que concuerda con la clasificación modal resultado del estudio petrográfico. En el diagrama K<sub>2</sub>O, contrastado con el SiO<sub>2</sub> (Peccerillo y Taylor, 1976), las muestras del

Granito de Garzón se ubican en las series calcoalcalinas altas en K, con contenidos de K<sub>2</sub>O entre 3,4 y 3,6% (figura 6b), siendo los contenidos de K<sub>2</sub>O < Na<sub>2</sub>O, lo cual marca una diferencia con el monzogranito de Algeciras, donde el K<sub>2</sub>O es mayor que el Na<sub>2</sub>O (Rodríguez *et al.* 2015).

En el diagrama de Shand (1943), las rocas del Granito de Garzón grafican en el campo peraluminoso con valores de  $A/NK > 1$  y valores de  $A/CNK > 1$ , lo que sugiere una posible contaminación del magma con corteza continental, roca de caja o alteración de las rocas. Específicamente corresponden a rocas con valores altos de  $SiO_2 > 69\%$  (figura 6c). En el diagrama índice de MALI vs. sílice (Frost *et al.*, 2001), las rocas graníticas se catalogan en el campo calcoalcalino y alcalino-calcíco (figura 6d).

**5.2. Elementos trazas y tierras raras**

En la tabla 3 se resumen los resultados de los análisis geoquímicos de elementos traza y tierras raras realizados a las rocas del Granito de Garzón, con valores expresados en partes por millón (ppm).

El diagrama de elementos de las tierras raras (REE) normalizado a condrito según los valores de Nakamura (1974) muestra en las rocas granitoides del Granito de Garzón un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE), con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), que terminan en un patrón plano entre Dy y Lu (figura 7).

Las muestras tienen una tendencia paralela entre ellas, con un comportamiento normal en rocas generadas en ambientes de subducción por encima de la placa subducida; además, presentan una leve anomalía positiva de Eu, que está relacionada con la cristalización de plagioclasa.

Los diagramas de multielementos normalizados a MORB (Pearce, 1983) y NMORB (Sun y McDonough, 1989) correspondientes a las dos rocas del Granito de Garzón muestran empobrecimiento de los elementos inmóviles Nb, Ti y P, que puede corresponder a separación de fases minerales accesorias como titanita, rutilo y apatito, lo que reflejaría una evolución magmática (Winter, 2001), donde el Nb puede comportarse geoquímicamente en forma similar al Ti. Los mayores valores de los

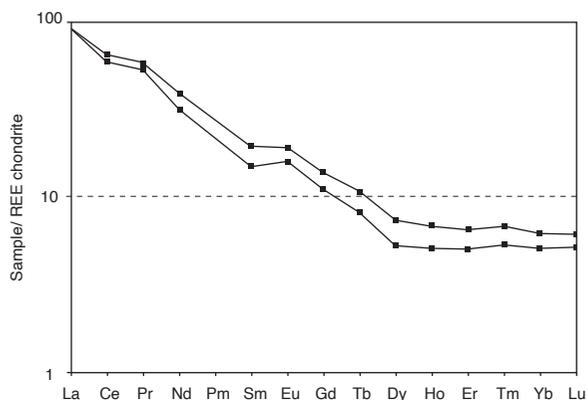


Figura 7. Diagrama de REE normalizado respecto a valores de condrito (Nakamura, 1974)

elementos litófilos de alto radio iónico (LILE) Cs, Ba y Th indican una afinidad de corteza continental (márgenes convergentes), donde abundan estos elementos altamente incompatibles. Valores mayores en Sr, K, Ba y Rb se deben a su movilización desde fluidos que interactúan en la zona de subducción hacia el magma (figura 8a), y las anomalías negativas de Nb, Ti y P son características de arcos magmáticos relacionados con ambientes de subducción, con empobrecimiento progresivo hacia los elementos pesados (Pearce, 1996) (figura 8b). Además, estos granitos tienen anomalía negativa de Nb, una signatura geoquímica típica de magmas originados en ambientes tectónicos relacionados a arcos (Pearce, 1996), con patrón subparalelo en las muestras.

**5.3. Discriminación de ambiente tectónico y tipo de granitoide**

Las rocas del Granito de Garzón muestran características de series magnesianas de magmas tipo andino o

Tabla 3. Resultados de los análisis geoquímicos de elementos traza y tierras raras correspondientes a muestras del granito de Garzón, expresados en partes por millón (ppm)

IGM	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Cd	In	Cs	Ba	La	Ce	Pr
900715	2,00	3,47	31,44	2,81	7,41	4,07	2,89	30,33	13,22	87,90	366,03	11,09	0,07	0,02	0,36	691,91	29,73	51,42	5,93
900716	1,48	5,35	38,42	3,15	8,05	4,16	11,60	35,01	15,80	89,34	329,22	13,90	0,12	0,02	0,35	942,55	30,61	56,59	6,54
IGM	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Ti	Pb	Bi	Th	U	Nb	Zr	
900715	19,98	3,05	1,23	3,07	0,39	1,81	0,36	1,14	0,16	1,13	0,18	0,44	4,89	0,08	7,94	1,71	6,90	133,25	
900716	24,69	3,97	1,49	3,85	0,51	2,53	0,48	1,48	0,21	1,37	0,21	0,39	5,22	<0,05	5,53	1,33	7,50	133,25	

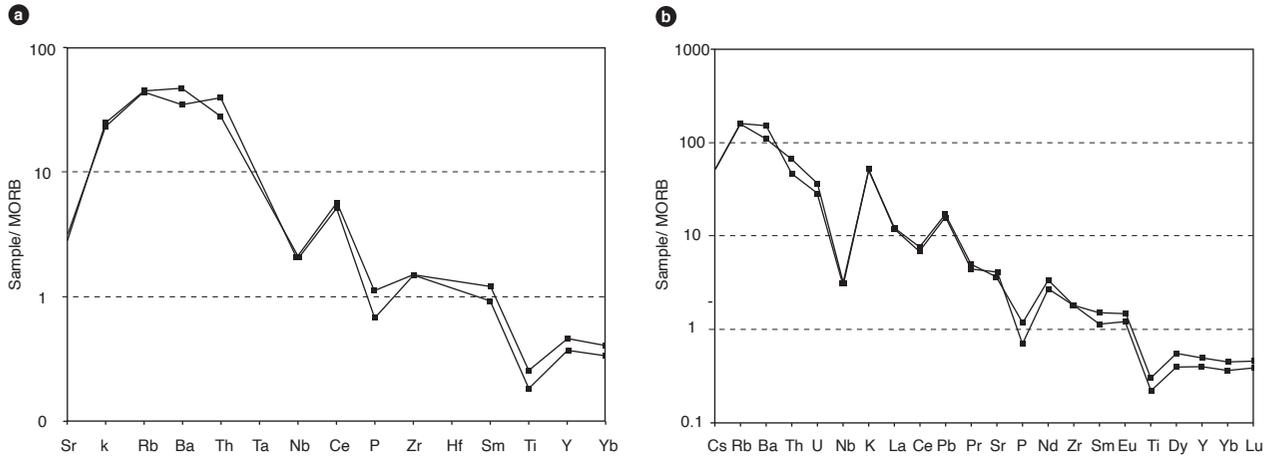


Figura 8. Diagramas multielementales para rocas del Granito de Garzón a) Diagrama multielemental normalizado a MORB (Pearce, 1983). b) Diagrama multielemental normalizado al NMORB (Sun y McDonough, 1989).

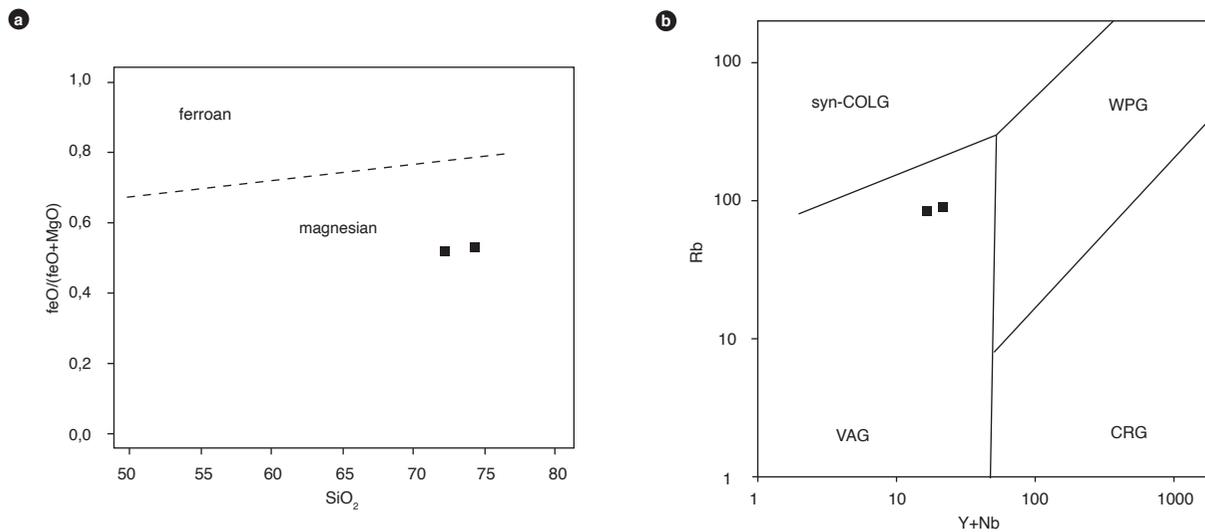


Figura 9. Diagramas de clasificación y discriminación del ambiente tectónico para rocas del Granito de Garzón a) Diagrama de Frost *et al.* (2001). b) Diagrama de Pearce *et al.* (1984).

cordillerano, de acuerdo con el diagrama de Frost *et al.* (2001) (figura 9a). Se ubican en el diagrama de Pearce *et al.* (1984) en el campo de los granitos de arco volcánico (figura 9b).

### 6. Posición estratigráfica y geocronología

El Granito de Garzón intruye las rocas metamórficas del Grupo Garzón en el borde oriental del cuerpo (Velandia *et al.*, 2001), y presenta xenolitos de migmatitas y granulitas. No se observan efectos térmicos ni aureola de

contacto clara y, además, Velandia *et al.* (2001) describen la presencia de cuerpos porfíricos de composición similar que cortan las metamorfitas. El límite occidental del plutón está dado por la falla Garzón-Algeiras, que desarrolla una amplia zona de cizallamiento y milonitización del plutón, poniéndolo en contacto con la Formación Gigante, que consiste en rocas sedimentarias del Paleógeno.

Se realizó la datación de una muestra del Granito de Garzón (GR-6619) y se retomó la datación realizada por

Bustamante *et al.* (2010), mediante el método U/Pb LA-ICP-MS, con el cual obtuvo una edad de  $173,9 \pm 1,6$  Ma. La localización de las dataciones se presenta en la figura 1, y para el cálculo de la edad se utilizó el programa Iso-plot versión 3.5.

La muestra GR-6619 fue datada en el Laboratorio de Geocronología de la Universidad Autónoma de México. Se encuentra localizada en las coordenadas N: 731472 y W: 829485, con origen Bogotá, y corresponde a un monzogranito de color blanco y rosado con motas negras debido a los minerales máficos. Su textura es hipidiomórfica inequigranular (figura 2a). De acuerdo con las imágenes de catodoluminiscencia, los circones son relativamente pequeños (50 a 100 micras), con formas

prismáticas en tallos y con zonamientos oscilatorios en algunos de ellos. Los análisis de U-Pb revelan la presencia de dos cristales heredados, con edades de ca. 2583 (discordante) y 1610 Ma (figura 10a). El grupo restante de circones indica una cristalización durante el Mesozoico, entre ca. 165 y ca. 180 Ma.

De los veinticuatro análisis de isótopos U-Th-Pb obtenidos inicialmente de la muestra GR-6619, fueron descartados los circones con valores de discordancia mayores del 15%, de acuerdo con la relación  $[(^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}) - (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) / ^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}]$ , con el fin de mejorar el rango de confiabilidad de la edad. Por lo tanto, para la interpretación de la edad de la muestra se trabajó con dieciséis circones.

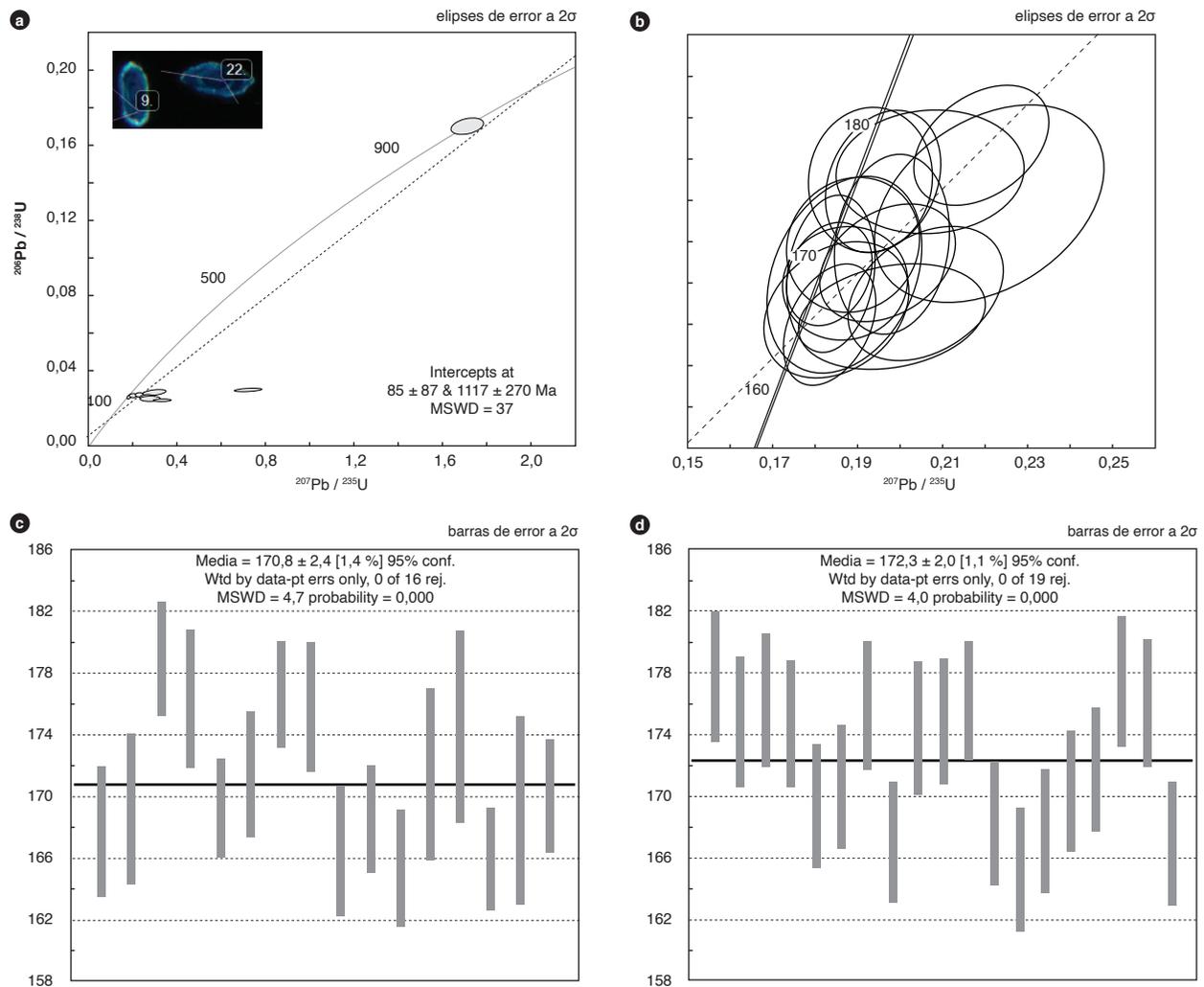


Figura 10. Resultados geocronológicos de las muestra GR-6619 y CB0001 a) Diagrama de concordia correspondiente a todos los circones de la muestra GR-6619, con cristales de circón prismáticos y zonados. b) Diagrama de concordia correspondiente a dieciséis circones escogidos. c) Diagrama del cálculo de la media y la desviación correspondiente a la muestra GR-6619. d) Diagrama recalculado de la media ponderada y la desviación correspondiente a la muestra CB0001, datada por Bustamante *et al.* (2010). Fuente: autores y Bustamante *et al.* (2010).

En la figuras 10b y c se muestra la edad de cristalización del Granito de Garzón, cuyos circones presentan un comportamiento concordante con respecto a las concentraciones de  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  vs.  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ . En el diagrama del cálculo de la media ponderada y la desviación se obtienen rangos moderadamente dispersos que se pueden integrar en un valor de edad representativo de la unidad litológica de  $170,8 \pm 2,4$  Ma para la muestra GR-6619 (MSWD = 4,7), y de  $172,3 \pm 2,0$  Ma (MSWD = 4,0) para el recálculo correspondiente a la muestra CB0001, datada por Bustamante *et al.* (2010) (figuras 10c y d).

Dichas edades, teniendo en cuenta la peculiaridad que tiene el circón en su temperatura de cierre cercana a los 900 °C, asociadas con eventos de cristalización magmática, indican que la edad de cristalización de la roca corresponde al Jurásico Medio. En términos generales, la edad del Granito de Garzón se encuentra en el intervalo entre  $170,8 \pm 2,4$  y  $172,3 \pm 2,0$  Ma, de acuerdo con los datos obtenidos.

En la muestra GR-6619, la relación Th/U varía entre 0,61 y 1,15 ppm. La mayoría de valores alrededor de 1 ppm se relacionan con un origen ígneo, consistente con la forma prismática corta de los circones y la zonación oscilatoria concéntrica.

El análisis de ICP-MS permitió determinar la abundancia de los elementos traza de cada circón analizado de la muestra GR-6619. Los valores de REE se normalizaron a condrito (McDonough y Sun, 1995) y se calcula-

ron las relaciones  $\text{Pm}^*$  y  $\text{Tm}^*$  de cada uno de ellos. En el diagrama correspondiente, expuesto en la figura 11, se observa un comportamiento paralelo y homogéneo en la mayoría de los circones.

La muestra GR-6619 tiene un circón enriquecido en tierras raras livianas (LREE), lo que sugiere que el circón cristalizó junto con otro mineral enriquecido en los elementos de las LREE.

**6.1. Contactos**

Este cuerpo intruye rocas metamórficas precámbricas del grupo Garzón y las sedimentitas de la formación La Jagua. Además, muestra un contacto por fallamiento con la formación Gigante, que cabalga sobre ella y se encuentra parcialmente cubierto por depósitos aluviales en el borde occidental.

**7. Correlaciones**

Debido a la ubicación, a su edad Jurásica entre  $170,8 \pm 2,4$  y  $172,3 \pm 2,0$  Ma, y a la similitud de características litológicas, el Granito de Garzón puede correlacionarse con el Monzogranito de Algeciras, la Cuarzolitita de Teruel y el Monzogranito de Altamira (Rodríguez *et al.*, 2015; Arango *et al.* 2015 a y b). Además, en cuanto a la posición tectonoestratigráfica, estos cuerpos intrusivos se hallan alineados al oriente de la falla Algeciras y representan un pulso magmático de edad Jurásica en el borde occidental de la cordillera Oriental de Colombia.

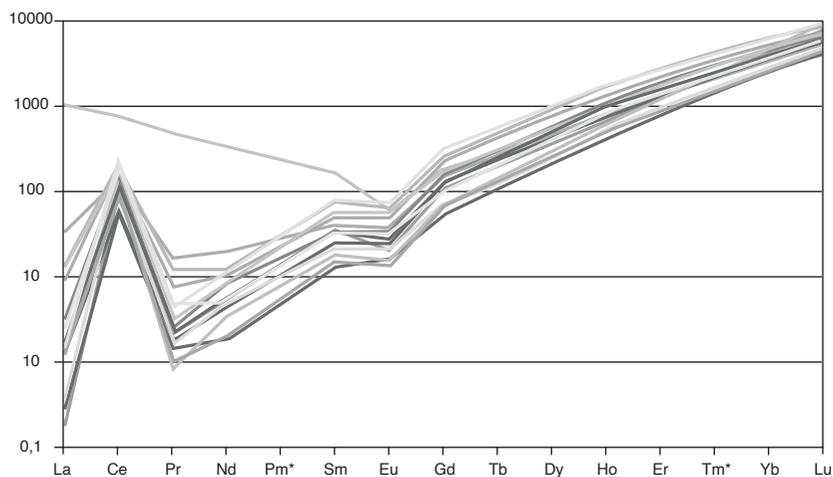


Figura 11. Patrón de tierras raras normalizadas a valores del condrito de McDonough y Sun (1995), de análisis de circones pertenecientes a la muestra GR-6619. Se grafican además las siguientes relaciones:  $\text{Pm}^* = (\text{Nd}^*\text{Sm})^2$  y  $\text{Tm}^* = (\text{Er}^*\text{Yb})^2$ .

## 8. Localidad tipo

El Granito de Garzón aflora al norte, en las cabeceras de la quebrada Chontaduro, en la quebrada de Garzón y en la vía que la bordea hasta la vereda Platanares, en el carretable que conduce a la vereda Buenos Aires, y en el sur, en la quebrada Aguacaliente. Se propone como localidad tipo la carretera que bordea la quebrada Garzón, y como localidad alternativa el corte por la carretera que bordea la quebrada Las Damas.

## 9. Génesis

De acuerdo con los resultados geoquímicos de la roca total y con la química isotópica, y características físicas de los circones, el Granito de Garzón es levemente peraluminoso de tipo I, cordillerano, formado en un ambiente de arco magmático, afín a la serie calcoalcalina alta en K y a magmas magnesianos.

El plutón tiene un origen por fusión de rocas ígneas, si se considera la presencia de hornblenda, con leve aporte de corteza o de rocas sedimentarias pertenecientes a la misma, por lo cual es levemente peraluminoso.

## 10. Recursos minerales

Hasta el momento no se conoce ninguna mineralización asociada al Granito de Garzón.

Una posibilidad de contemplar el Granito de Garzón como recurso minero estaría enfocada a considerarlo como roca de aplicación, destinando su explotación como material de construcción. En cuanto a la parte meteorizada del mismo, se recomienda la explotación de arcillas y arenas para la industria ladrillera del municipio de Garzón.

## Referencias

- Arango, M., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. (2015a). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia: monzogranito de Altamira*. Servicio Geológico Colombiano.
- Arango, M., Rodríguez, G., Zapata, G. y Bermúdez, J. (2015b). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia: cuarzolátita de Teruel-Serranía de Las Minas, Huila*. Servicio Geológico Colombiano.
- Bustamante, C., Cardona, A., Bayona, G., Mora, A., Valencia, V., Gehrels, G. y Vervoort, J. (2010). U-Pb LA-ICP-MS geochronology and regional correlation of Middle Jurassic intrusive rocks from the Garzon Massif, Upper Magdalena Valley and Central Cordillera, Southern Colombia. *Boletín de Geología*, 32(2), 93-109.
- Frost, B., Arculus, R., Barnes, C., Collins, W., Ellis, D. y Frost, C. (2001). A geochemical classification of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 42(11), 2033-2048. <https://doi.org/10.1093/petrology/42.11.2033>
- McDonough, W. y Sun, S. (1995). The composition of the Earth. *Chemical Geology*, 120(3-4), 223-253. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(94\)00140-4](https://doi.org/10.1016/0009-2541(94)00140-4)
- Middlemost, E. (1994). Naming materials in magma-igneous rock system. *Earth-Science Reviews*, 37(3-4), 215-224. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(94\)90029-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(94)90029-9)
- Nakamura, N. (1974). Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38(5), 757-775. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(74\)90149-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(74)90149-5)
- Paton, C., Woodhead, J., Hellstrom, J., Hergt, J., Greig, A. y Maas, R. (2010). Improved laser ablation U-Pb zircon geochronology through robust downhole fractionation correction. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 11(3). <https://doi.org/10.1029/2009GC002618>
- Pearce, J. (1983). Role of sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. En C. Hawkesworth, y J. Norry (eds.), *Continental basalts and mantle xenoliths* (pp. 230-249). Shiva.
- Pearce, J. (1996). *User's guide to basalt discrimination diagrams*. Association Géologique du Canada.
- Pearce, J., Harris, N. y Tindle, A. (1984). Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25(4), 956-983. <https://doi.org/10.1093/petrology/25.4.956>
- Peccerillo A. y Taylor, T. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58(1), 63-81. <https://doi.org/10.1007/BF00384745>
- Petrus, J. y Kamber, B. (2012). VizualAge: A novel approach to laser ablation ICP-MS U-Pb geochronology data reduction. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 36(3), 247-270. <https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.2012.00158.x>
- Radelli, L. (1962). Introducción al estudio de la petrografía del Macizo de Garzón (Huila-Colombia). *Geología Colombiana*, 3, 16-46.
- Rodríguez, G. (1995). Petrografía y microtexturas del grupo Garzón y el granito de anatexis de El Recreo,

- macizo de Garzón, cordillera Oriental, Colombia. *Revista Ingeominas*, 5, 17-36.
- Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. (2018). Petrotectonic characteristics, geochemistry, and U-Pb geochronology of Jurassic plutons in the Upper Magdalena Valley-Colombia: implications on the evolution of magmatic arcs in the NW Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 81, 10-30. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.10.012>
- Rodríguez, G., Ferreira, P., Velandia, F. y Núñez, A. (1998). *Geología de la plancha 366-Garzón. Escala 1:100.000*. Informe. Ingeominas.
- Rodríguez, G., Zapata, G., Arango, M. y Bermúdez, J. (2015). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia: monzogranito de Algeciras*. Informe. Servicio Geológico Colombiano.
- Shand, S. (1943). *Eruptive rocks: Their genesis, composition, classification, and their relation to ore-deposits with a chapter on meteorite*. John Wiley & Sons.
- Solari, L., Gómez Tuena, A., Bernal, J., Pérez Arvizu, O. y Tanner, M. (2010). U-Pb zircon geochronology with an integrated LA-ICP-MS microanalytical workstation: Achievements in precision and accuracy. *Geo-standards and Geoanalytical Research*, 34(1), 5-18. <https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.2009.00027.x>
- Streckeisen, A. (1976). Classification of the common igneous rocks by means of their chemical composition: a provisional attempt. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, H. 1, 1-15.
- Sun, S. y McDonough, W. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. En A. Sanders y M. Norry (eds.), *Magmatism in oceanic basins*. Special Publications 42. The Geological Society of London. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19>
- Velandia, F., Ferreira, P., Rodríguez, G. y Núñez, A. (2001). *Levantamiento geológico de la plancha 366 (Garzón)*. Escala 1:100 000. Ingeominas.
- Whitney, D. L. y Evans, B. W. (2010). Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95(1), 185-187. <https://doi.org/10.2138/am.2010.3371>
- Winter, J. (2001). *An introduction to igneous and metamorphic petrology*. Prentice Hall.