



Cuarzomonzonita de Anchique

» Cordillera Central y valle superior del Magdalena
Huila y Tolima

María Isabel Arango M., Gabriel Rodríguez G.;
José Gilberto Bermúdez C., Gilberto Zapata G.

Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia / Jurásico Inferior
(Pliensbachiense)

Citación: Arango, M. I., Rodríguez, G., Bermúdez, J. G. y Zapata, G. (2022). Cuarzomonzonita de Anchique. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Valle Superior del Magdalena*. Vol. 2. Servicio Geológico Colombiano. <https://doi.org/10.32685/9789585313194.7>

Este catálogo es resultado del proyecto “Magmatismo Jurásico de Colombia”, que tiene por objeto mejorar la información geológica básica y el conocimiento sobre los eventos magmáticos jurásicos en el territorio nacional. Por tanto, desde 2014, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) ha adelantado este proyecto dentro del cual se han desarrollado actividades de compilación, control de campo, muestreo para petrografía, química mineral, geoquímica de roca total y geocronología U-Pb en circón. Para esto, se ha recurrido a la información tanto de las muestras aquí recolectadas como de los estudios anteriores y datos del SGC y de otros investigadores, ya publicados.

La Cuarzomonzonita de Anchique aflora en el denominado Arco de Natagaima que forma parte del flanco oriental de la cordillera Central y del Valle Superior del Magdalena. El catálogo integra la información petrográfica de trabajos anteriores y se presenta nueva información petrográfica, litogeoquímica y geocronológica U-Pb para mejorar el conocimiento de este cuerpo intrusivo y del magmatismo de arco que ocurrió durante el Jurásico inferior y el Jurásico medio en este sector del Valle Superior del Magdalena.

1. Proponente del nombre

María Isabel Arango, Gabriel Rodríguez, José Gilberto Bermúdez y Gilberto Zapata, en este trabajo.

2. Origen del nombre y distribución geográfica

La unidad fue nombrada inicialmente por Cossio *et al.* (1994) como *stock del río Anchique*. En el presente trabajo se propone asignar el nombre de *Cuarzomonzonita de Anchique* por su composición modal predominante y el lugar geográfico propuesto por Cossio *et al.* (1994). Estos conceptos respetan las recomendaciones de la International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC) (1987 y 1994).

La unidad aflora al suroeste del municipio de Natagaima cerca de la vereda Guasimal Guadaleja, haciendo parte de la plancha 283 Purificación. Se presenta como un cuerpo de forma irregular, elongado con dirección NE, con un área aproximada de afloramiento de 7 km². Las mejores exposiciones están localizadas a lo largo del río Anchique y sus afluentes, las quebradas Pelarco Grande, Pelarquito y El Tigre. Otro cuerpo de menor dimensión se encuentra al noroeste de Natagaima, cerca de la vereda La Palma (figura 1).

3. Reseña histórica

Desde la cartografía geológica de la plancha 283 Purificación a escala 1:100.000 (Cossio *et al.*, 1994), en donde se indicó su relación intrusiva con respecto a la Formación Saldaña y su clasificación petrográfica como una

cuarzomonzonita, no se han realizado nuevos estudios de esta unidad.

4. Descripción geológica

4.1. Características macroscópicas

La Cuarzomonzonita de Anchique presenta sus mejores exposiciones en el cauce del río Anchique, donde la roca es predominantemente masiva, de textura fanerítica, equigranular a inequigranular, con rangos de tamaño que varían de medio a grueso. Cossio *et al.* (1994) reportan un aspecto porfirítico en algunos sitios, donde los cristales de plagioclasa y feldespato potásico alcanzan grandes tamaños.

Las rocas son leucocráticas a mesocráticas con variación de color de blanco a rosado, moteadas de verde (figura 2). Están constituidas por feldespato potásico en cristales subhedrales, plagioclasa de hábito prismático subhedral, y en menor proporción, cuarzo en cristales anhedrales. Como minerales ferro-magnesianos se reconoce hornblenda, algunos de cuyos cristales están alterados a epidota y biotita. También se observa piroxeno, aunque en menor porcentaje.

Son comunes los afloramientos con zonas de cizalla y desarrollo de meteorización esferoidal. En ocasiones se encuentra un nivel profundo de saprolitización con textura arenosa que se caracteriza por ser de color crema con parches de tonalidades rosadas.

La Cuarzomonzonita de Anchique se localiza regionalmente en el arco de Natagaima, que está constituido

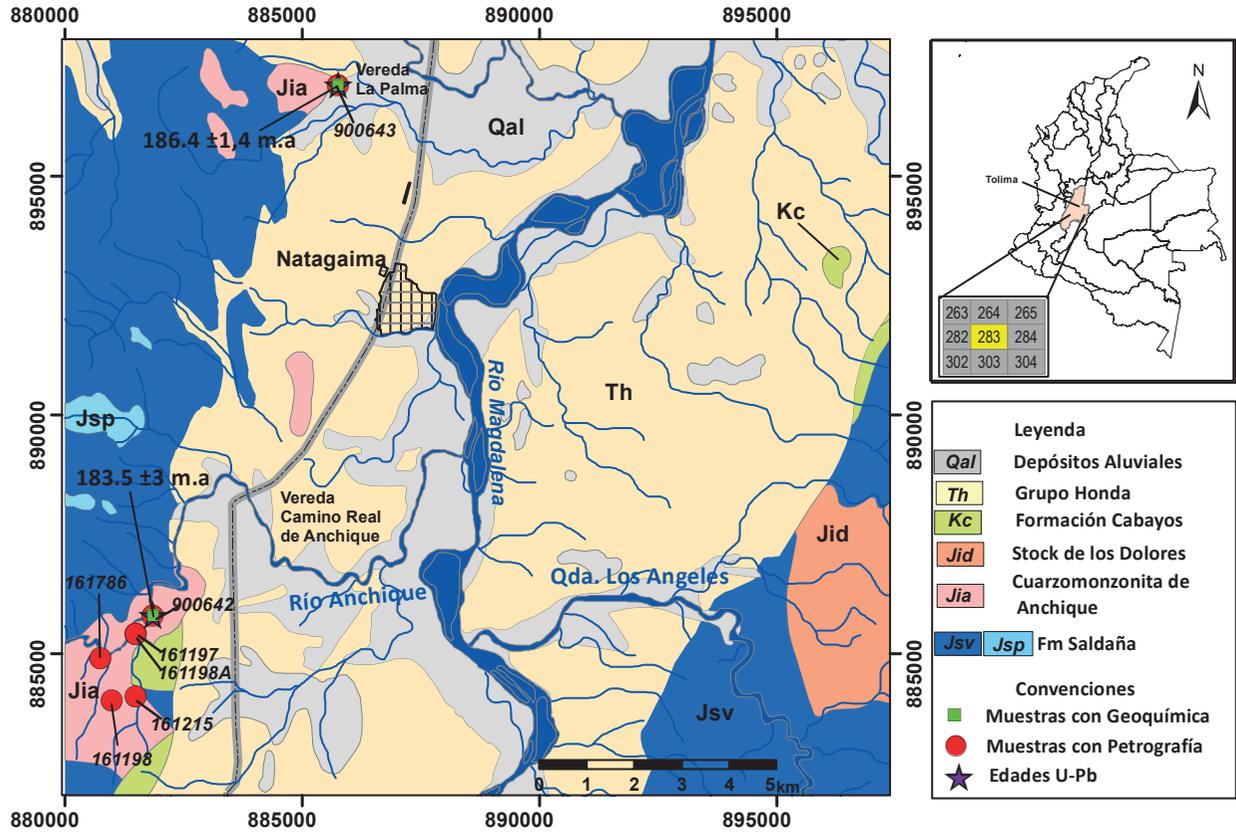


Figura 1. Localización de la Cuarzomonzonita de Anchique. Se indican los lugares en los que se tomaron las muestras. Origen de coordenadas Bogotá. Fuente: Cossio *et al.* (1994).

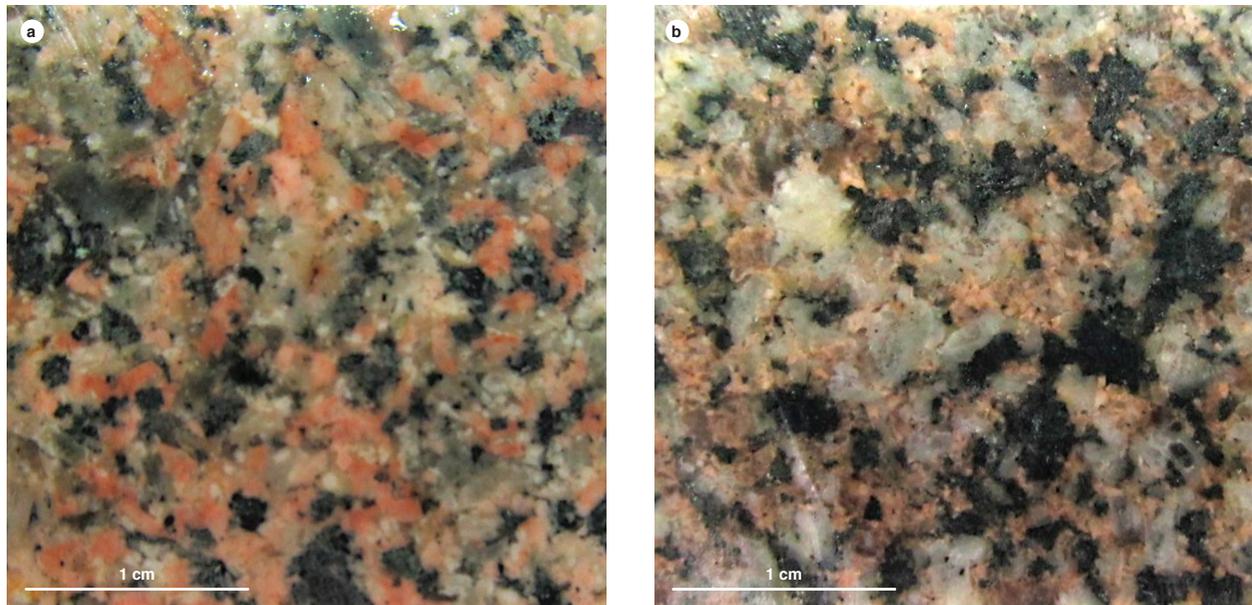


Figura 2. Aspecto macroscópico de las rocas de composición cuarzomonzonita, con textura fanerítica granular a) Muestra IGM 900643: cuerpo apófisis en la vereda La Palma. b) Muestra IGM 900642: cuerpo principal de la unidad.

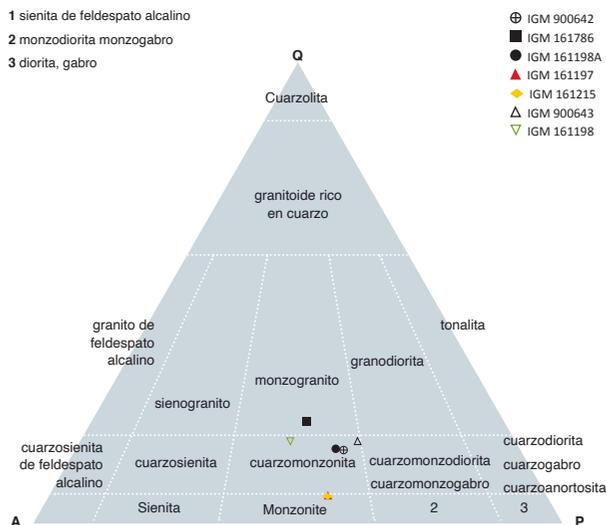


Figura 3. Clasificación modal de Streckeisen (1974) de las rocas de la Cuarzomonzonita de Anchique

por rocas volcánicas de la Formación Saldaña que son intruidas por plutones jurásicos.

4.2. Características microscópicas

Para el análisis petrográfico se tomaron cinco muestras de roca de la cartografía de la plancha 283 (Cossio *et al.*, 1994) y se incluyeron dos secciones del presente trabajo, cuyos resultados se presentan en la tabla 1, su distribución geográfica en la figura 1 y su clasificación petrográfica según Streckeisen (1974) en la figura 3.

Petrográficamente, la unidad se caracteriza por facies de rocas intermedias, constituidas por cuarzomonzonitas, con monzonitas y monzogranitos subordinados. La textura general es hipidiomórfica a alotriomórfica, granular, de tamaño de grano medio a grueso y texturas particulares de intercrecimiento como micrográficas, pertíticas, mirmequíticas de cuarzo en cristales de plagioclasa y poiquilítica, con inclusiones de cuarzo en

feldespato potásico, plagioclasa en feldespato potásico, opacos en cuarzo y plagioclasa en hornblenda.

La plagioclasa es de tipo oligoclasa-andesina (An 28-30) y se presenta en forma de cristales subhedrales a anhedrales con maclas tipo albita y albita-carlsbad. El tamaño de los cristales varía entre 0,5 y 0,8 mm. Generalmente se encuentran saussuritizados a sericitizados. Presentan inclusiones de titanita, apatito y opacos.

El feldespato potásico es de tipo ortosa, se encuentra en cristales anhedrales empolvados de aspecto sucio por alteración a minerales arcillosos. Se presenta en tamaños que varían de 0,5 a 0,8 mm. Desarrolla texturas pertíticas, como intercrecimientos de plagioclasa en forma de lamelas; micrográfica, como un crecimiento simultáneo entre cuarzo y feldespato potásico; mirmequítica y poiquilítica, con inclusiones de plagioclasa, hornblenda, opacos, biotita y apatito.

El cuarzo se presenta de manera intersticial entre la plagioclasa y el feldespato potásico, como cristales anhedrales de tamaños de 0,4 a 0,6 mm. Son incoloros, con color de interferencia gris de primer orden y baja birrefringencia. Algunos cristales presentan inclusiones fluidas y apatitos.

Entre los minerales ferro-magnesianos predomina la hornblenda en cristales tabulares subhedrales de tamaños entre 0,2 y 1 mm, de color verde con pleocroísmo X = verde, Y = verde oliva, y colores de interferencia marrón a amarillo de segundo orden. Muestra dos planos de exfoliación en cortes basales entre 60° y 120° y extinción oblicua de 12°. Los cristales presentan textura poiquilítica constituida por inclusiones de apatitos, opacos y circón. Algunos cristales exhiben alteración a epidota y clorita.

La biotita se encuentra en láminas tabulares subhedrales de color verde a castaño con fuerte pleocroísmo, color de interferencia verde a castaño fuerte del segundo

Tabla 1. Composición petrográfica modal de rocas de la Cuarzomonzonita de Anchique obtenidos a partir de conteo > 250 puntos

| IGM | X (E) | Y (N) | Qz | Pl | Fsp | Cpx | Hbl | Tr/Act | Bt | Chl | Opq | Ap | Zrn | Ttn | Ep | OTROS | Clasificación petrográfica |
|----------|--------|--------|----|----|-----|-----|-----|--------|----|-----|-----|----|-----|-----|----|----------|----------------------------|
| 161786* | 880750 | 884900 | 19 | 35 | 32 | | 8 | TR | 1 | 5 | TR | | | | | | Monzogranito |
| 161215* | 881500 | 884100 | 15 | 45 | 32 | | 8 | | TR | | 1 | TR | TR | | | | Cuarzomonzonita |
| 161198* | 880990 | 884010 | 4 | 50 | 40 | | 3 | | 2 | | 1 | TR | TR | | | | Cuarzomonzonita |
| 161197* | 881500 | 885420 | 4 | 50 | 40 | | 3 | | 2 | | 1 | | TR | | | | Monzonita |
| 161198A* | 881500 | 885420 | 17 | 35 | 38 | | TR | | 2 | 8 | TR | | TR | | | | Cuarzomonzonita |
| 900642 | 881859 | 885798 | 12 | 37 | 25 | | 13 | | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | TR | | Cuarzomonzonita |
| 900643 | 885763 | 896902 | 15 | 45 | 25 | 7 | | | | 2 | 1 | 1 | TR | 0 | 2 | Ser (2%) | Cuarzomonzonita |

*. TR: contenidos traza. Contenido inferior a 0,1% del mineral. Abreviaturas minerales según Whitney y Evans (2010). Fuente: Cossio *et al.* (1994) y autores.

orden. Se observa una dirección de clivaje en la que se encuentran titanita y agregados de opacos muy finos.

En el cuerpo apófisis se presenta clinopiroxeno que probablemente corresponde a augita, en cristales subhedrales tabulares incoloros de relieve alto con colores de interferencia amarillo del primer orden al azul del segundo orden. Los cristales son levemente pleocroicos, están alterados a calcita y esmectita y tienen extinción oblicua de 39°.

Los minerales opacos están diseminados en la roca e incluidos en biotita y hornblenda; son anhedrales y de tamaños menores de 0,1 mm.

Como minerales accesorios se encuentran apatito, titanita, circón y allanita. El apatito se presenta en forma de cristales finos de tamaños entre 0,05 y 0,1 mm. Son

subhedrales a euhedrales prismáticos, incoloros, con colores de interferencia blancos del primer orden y baja birrefringencia. Están incluidos en cristales de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita y hornblenda.

El circón se presenta en cristales prismáticos subhedrales, incoloros con fuertes colores de interferencia azul al verde del segundo orden. Tienen extinción paralela y relieve muy alto, y aparecen como inclusiones en hornblenda y biotita con desarrollo de halos pleocroicos.

La titanita es subhedral, de color castaño claro con birrefringencia castaño fuerte y relieve alto. Se presenta de manera intersticial entre cristales de cuarzo y plagioclasa y como agregados granulares en planos de clivaje de biotitas.

La allanita se observa en cristales subhedrales a euhedrales prismáticos de color pardo con pleocroísmo

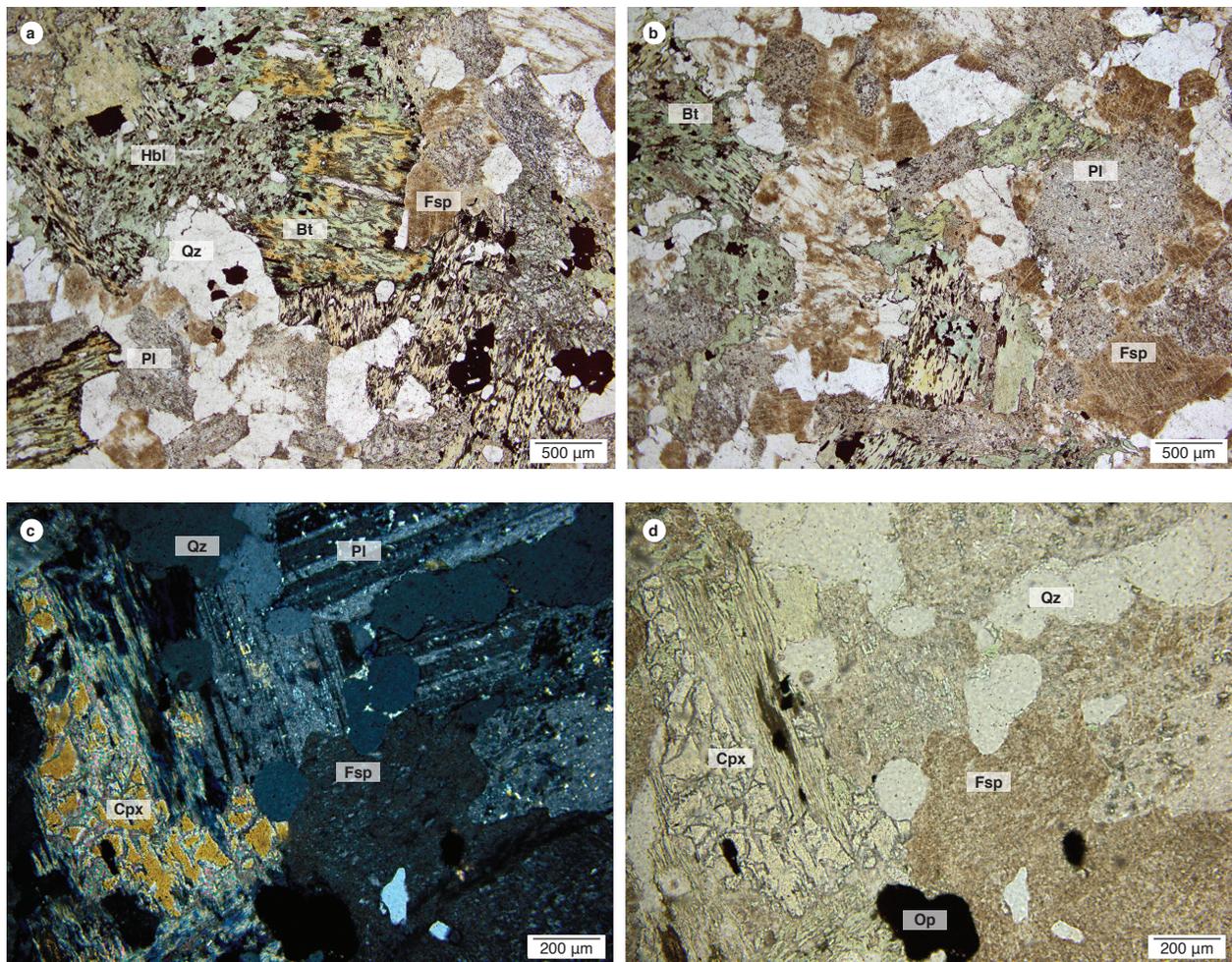


Figura 4. Aspecto microscópico de las muestras IGM 900642 (a y b) e IGM 900643 (c y d)

a) Cristal de hornblenda (Hbl) con inclusiones de opacos, plagioclasa (Pl) alterada, feldespato potásico (Fsp) alterado a caolín y cuarzo (Qz). b) Hornblenda con inclusiones de opacos. Biotita (Bt), plagioclasa con alteración a sericita (Pl). c) textura poiquilítica, cuarzo en plagioclasa sericitizada, clinopiroxeno (Cpx) con desarrollo de alteración. d) Alteración de cristal de feldespato potásico, inclusión de minerales opacos en clinopiroxeno.

Tabla 2. Composición química (%) de los óxidos mayores de la cuarzomonzonita de Anchique

| Muestra | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | MnO | FeO | LOI |
|---------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| 900642 | 64,590 | 0,655 | 14,970 | 4,770 | 2,200 | 3,363 | 3,404 | 4,338 | 0,228 | 0,161 | 2,620 | 1,040 |
| 900643 | 64,100 | 0,585 | 15,510 | 3,910 | 1,524 | 3,516 | 4,275 | 3,661 | 0,199 | 0,218 | 2,130 | 2,390 |

leve, color de interferencia azul-rosado de segundo orden, extinción recta y alto relieve. Se encuentra junto a epidota con tamaños de grano de 0,05 a 0,1 mm.

La clorita se encuentra como producto de alteración de hornblenda, biotita y clinopiroxeno. La saussurita enmascara cristales de plagioclasa junto con la sericita, como finas láminas incoloras con colores de interferencia fuertes que van desde fucsia a amarillo del segundo orden.

El caolín se presenta como una masa de aspecto terroso de color pardo que está cubriendo cristales de feldespato potásico. La epidota se encuentra en agregados granulares de color verde intenso, con color de interferencia azul-amarillo de segundo orden, fuertemente pleocroico y relieve alto. Es producto de alteración de plagioclasa y hornblenda.

5. Geoquímica

La descripción geoquímica se les realizó a dos de las muestras colectadas: una en el cuerpo principal (IGM 900642), y otra en el cuerpo apófisis (IGM 900643) (figura 1). Los valores de los óxidos mayores presentes en las rocas clasificadas petrográficamente como cuarzomonzonitas se muestran en la tabla 2.

5.1. Óxidos mayores

Las rocas se localizan dentro de las facies intermedias con contenidos de SiO₂ entre 52 y 66%; pertenecen al campo de las cuarzomonzonitas, como lo indica el TAS (Middlemost, 1994) (figura 5), con relaciones de álcalis de alrededor del 8%. Presenta contenidos de Al₂O₃ alrededor de 15% y contenidos menores de Fe₂O₃ entre 3,9 y 4,7%, CaO entre 3,3 y 3,5% y MgO entre 1,5 y 2,2%; el # Mg es de 43,57 en el caso de la muestra IGM 900643, y de 47,74 en la muestra IGM 900642.

Las rocas grafican en la serie calco-alcalina (Irvine y Baragar, 1971) (figura 6), con valores de álcalis que se ajustan a los de Peacock (1931) para las de este tipo. De acuerdo con la clasificación de Shand (1927) (figura 7), el álcalis molar indica una impronta metaluminosa dada por la asociación mineralógica que predomina en estas rocas de feldespato potásico + plagioclasa + horn-

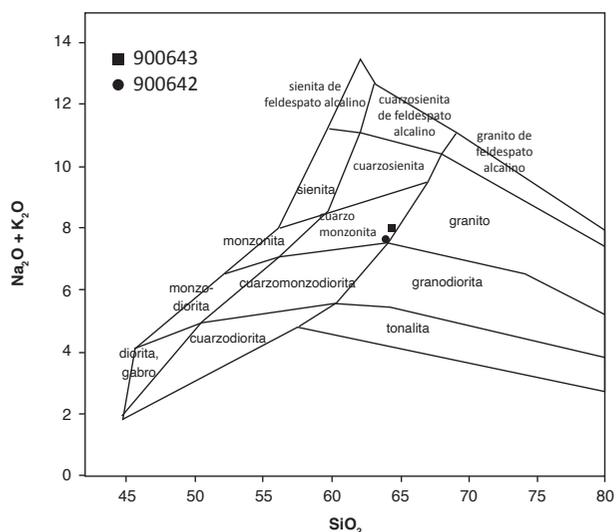


Figura 5. Diagrama TAS (Middlemost, 1994) correspondiente a las rocas de Cuarzomonzonita de Anchique

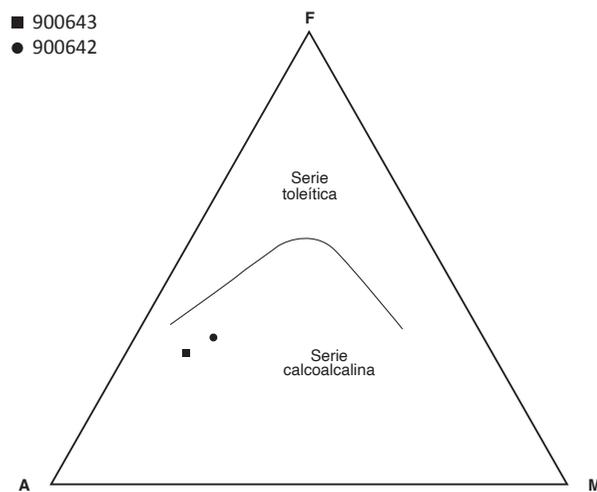


Figura 6. Diagrama AFM (Irvine y Baragar, 1971) correspondiente a las rocas de la Cuarzomonzonita de Anchique

blenda + biotita + cuarzo, donde A < CNK, valores promedio de 0,1488 < 0,1650 pero A > NK con valores de 0,1488 > 0,1039.

En el diagrama de Peccerillo y Taylor (1976) (figura 8), la muestra IGM 900643 grafica en el campo de la se-

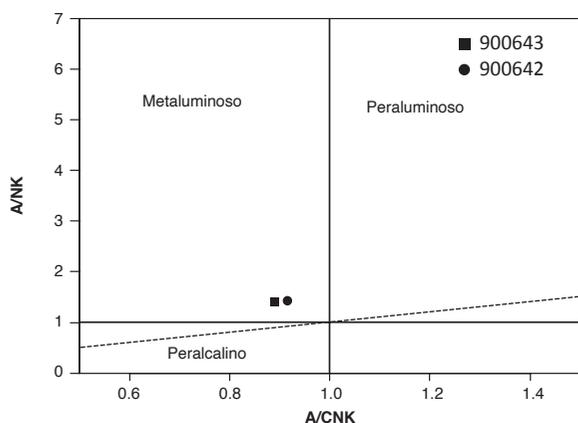


Figura 7. Diagrama de alcalinidad-aluminosidad correspondiente a las rocas de la Cuarzomonzonita de Anchique

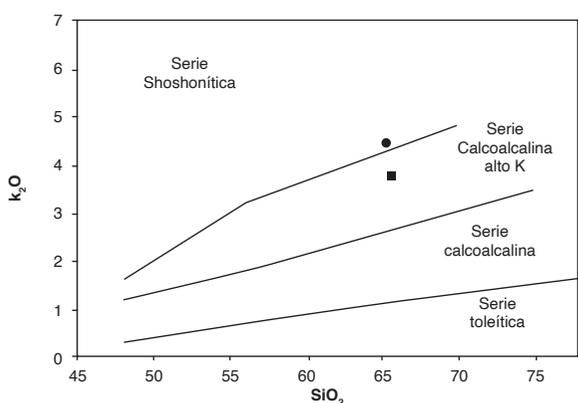


Figura 8. Diagrama K₂O Vs SiO₂ (Peccerillo y Taylor, 1976) correspondiente a las rocas de la Cuarzomonzonita de Anchique

rie calcoalcalina alta en K, con un valor de K₂O de 4,33%, mientras que la muestra IGM 900642 se encuentra en el campo de las rocas shoshoníticas, con un valor de K₂O de 3,66%; esto probablemente se relaciona con el mayor grado de alteración hidrotermal observado en esta última.

5.2. Elementos traza y tierras raras

Los elementos traza se midieron mediante espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente, ICP-MS, Perkin Elmer NexION. Para la disolución de la muestra se realizó un ataque por pasos utilizando ácidos inorgánicos fuertes (HF, HNO₃, HClO₄ y HCl). El proceso se llevó a cabo en sistema abierto, empleando distintas rampas de temperatura y tiempos de calentamiento. En la tabla 3 se presentan los valores de elementos traza y tierras raras de la cuarzomonzonita de Anchique.

En el diagrama de REE normalizado a condrito según los valores de Nakamura (1974) (figura 9) se observa

Tabla 3. Elementos traza y tierras raras de las rocas de la Cuarzomonzonita de Anchique

| Elemento | Muestra | |
|----------|---------|---------|
| | 900642 | 900643 |
| La | 57,34 | 45,83 |
| Ce | 109,48 | 89,63 |
| Pr | 12,34 | 9,76 |
| Nd | 44,46 | 35,72 |
| Sm | 8,22 | 6,57 |
| Eu | 2,32 | 2,01 |
| Gd | 6 | 5,01 |
| Tb | 1,01 | 0,82 |
| Dy | 4,53 | 3,9 |
| Ho | 0,87 | 0,76 |
| Er | 2,7 | 2,3 |
| Tm | 0,35 | 0,3 |
| Yb | 2,39 | 2,03 |
| Lu | 0,37 | 0,31 |
| Sc | 12,57 | 11,12 |
| Y | 23,46 | 19,74 |
| V | 89,63 | 84,02 |
| Zr | 259,11 | 214,69 |
| Hf | 68,9 | 68,9 |
| Li | 13,99 | 11,27 |
| Be | 2,82 | 1,78 |
| Cr | 41,74 | 26,9 |
| Co | 15,61 | 14,21 |
| Nb | 11,5 | 8,8 |
| Ni | 17,85 | 13,38 |
| Cu | 49,7 | 29,01 |
| Zn | 55,76 | 46,22 |
| Ga | 19,19 | 18,28 |
| As | 2,44 | 1,97 |
| Rb | 209,72 | 128,34 |
| Sr | 606,1 | 454,38 |
| Ag | 0,9 | 0,9 |
| Ad | 0,08 | 0,72 |
| In | 0,05 | 0,04 |
| Cs | 4,02 | 1,63 |
| Ba | 1315,62 | 1271,06 |
| Tl | 0,49 | 0,4 |
| Pb | 17,35 | 21,14 |
| Bi | 0,04 | 0,04 |
| Th | 29,33 | 16,9 |
| U | 4,31 | 3,69 |

un enriquecimiento de las rocas hacia las tierras raras ligeras (LREE) respecto a las tierras raras pesadas (HREE), con una tendencia homogénea y una buena correlación de los elementos de tierras raras entre el cuerpo principal y el cuerpo apófisis.

En el diagrama NMORB normalizado al condrito de Sun y McDonough (1989) (figura 10), las rocas muestran perfiles paralelos entre ellas, con enriquecimientos en Cs, K y Pb (LILE).

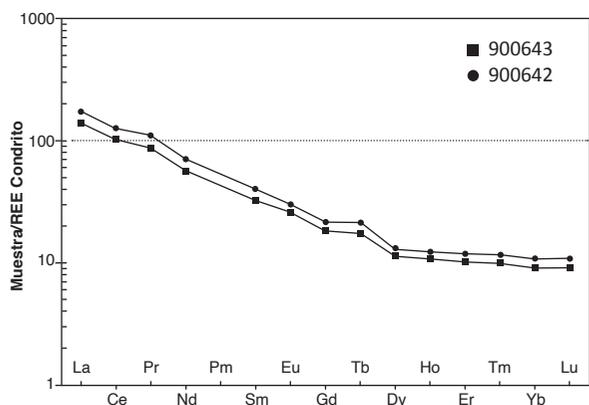


Figura 9. Diagrama REE normalizado a condrito según valores de Nakamura (1974) correspondiente a las rocas de la Cuarzomonzonita de Anchique

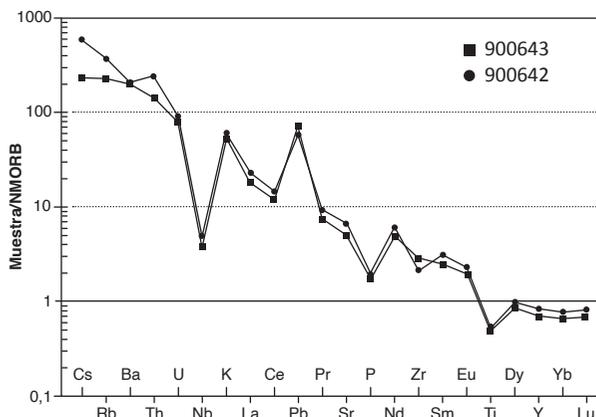


Figura 10. Diagrama de elementos traza normalizado al NMORB de Sun y McDonough (1989) correspondiente a las rocas de la Cuarzomonzonita de Anchique

Las rocas de la Cuarzomonzonita de Anchique presentan anomalías negativas muy marcadas en Nb, P y Ti que son indicativas de magmas generados en ambientes de arco, donde estos elementos, que son de carácter inmóvil, son disipados durante la evolución magmática en minerales tales como apatito, titanita e incluso hornblenda (Winter, 2001).

Los valores de Ni entre 10 y 60 ppm, Cr 25 a 100 ppm y relaciones de La/Yb_N 17,17 y 22,61 para las muestras IGM 900642 e IGM 900643, respectivamente, son compatibles con valores promedio típicos de arco publicados por Winter (2001).

La roca IGM 900642 presenta valores más altos en Th, con una ligera anomalía positiva, que se puede re-

lacionar con el mayor contenido modal de circón en la petrografía (figura 10).

5.3. Discriminación de ambiente tectónico

Las rocas que forman parte de la Cuarzomonzonita de Anchique se ubican en el campo de ambientes de subducción, según el diagrama catiónico de Batchelor y Bowden (1985), o en granitos de tipo magnesiano, de acuerdo con Frost *et al.* (2001) (figura 11). Las rocas pertenecen a los granitos tipo I, con una geoquímica predominantemente calcoalcalina-metaluminosa, correspondiente a ambientes orogénicos, de granitos de arco continental producto de un fundido parcial (Maniar y Piccoli, 1989).

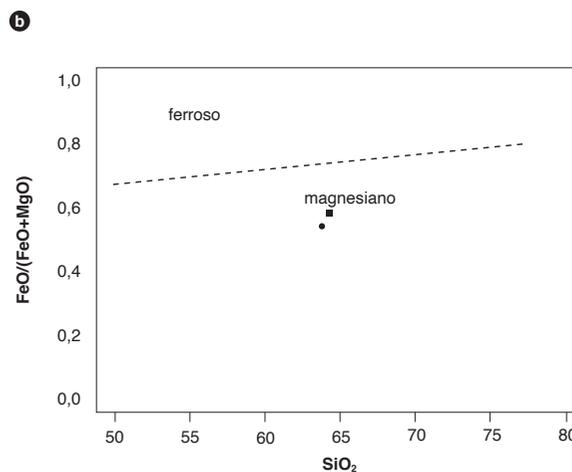
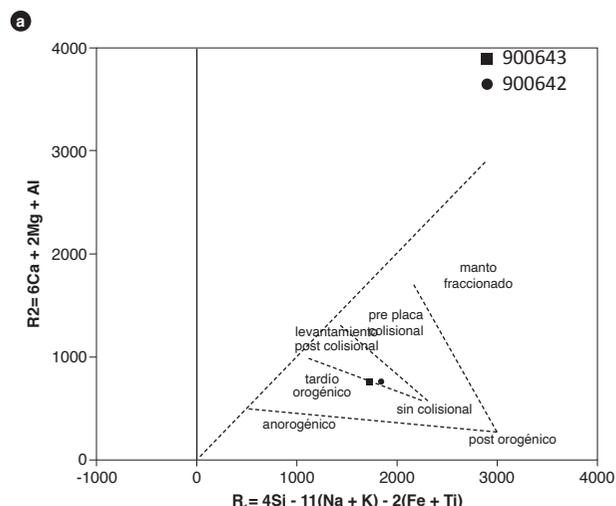


Figura 11. Diagramas de ambiente tectónico correspondientes a la Cuarzomonzonita de Anchique a) Muestras graficadas en el diagrama de Batchelor y Bowden (1985). b) Muestras graficadas en el diagrama de Frost *et al.* (2001).

5.4. Geoquímica de elementos traza en circones

La técnica de espectrometría de masas ICP-MS permitió, además, definir la cantidad de REE contenidos en la estructura de los circones. Los patrones que describen estos elementos traza y tierras raras permiten inferir la composición y el ambiente de cristalización del magma parental (Belousova *et al.*, 2002; Hoskin y Schaltegger, 2003).

Los valores de REE hallados en los circones de las rocas de la Cuarzomonzonita de Anchique se encuentran enriquecidos con respecto al valor normalizado al condrito de Sun y McDonough (1989) (figura 12). Los valores presentan una pendiente positiva hacia los REE pesados, siendo mayor y más uniforme en la roca IGM 900643. Ambas rocas muestran anomalías positivas en Ce, lo que, de acuerdo con Belousova *et al.* (2002), está relacionado con una alta oxidación del magma parental. Igualmente, es clara la anomalía negativa de europio en la muestra IGM 900643, con relaciones Eu/Eu^* entre 0,1 y 0,34; por el contrario, se observa una ausencia de esta anomalía en la muestra IGM 900642.

La relación Th/U en los circones es cercana a 0,8 en la muestra IGM 900642, y a 1,0 en la IGM 900643, lo que, de acuerdo con Rubatto (2002) evidencia un origen ígneo.

Para diferenciar granitos tipo I, A y S a partir de los contenidos de elementos traza de los circones se utilizaron patrones geoquímicos característicos que han sido descritos por Wang *et al.* (2012). En la Cuarzomonzonita de Anchique los circones presentan concentraciones de Pb y Th que se relacionan con el campo de granitos tipo I (figura 13a).

Asimismo, las relaciones Hf (wt%) y Y (ppm) permiten discriminar la química del magma generador de los circones, lo cual muestra afinidad entre los campos II y III, con menor dispersión hacia el campo IV, que corresponde a rocas ígneas intermedias con contenidos de cuarzo (figura 13b).

6. Posición estratigráfica y edad

Rodríguez y Fuquen (1989) ubican el Stock de Los Naranjos y plutones correlacionables, entre los que se encuentra la Cuarzomonzonita de Anchique, como posteriores a la Formación Saldaña y anteriores a la depositación de la Formación Yaví, y les asignan una probable edad del Jurásico Superior. Por su parte, Cossio *et al.* (1994) correlacionan el Stock de Anchique con el Stock de Dolores, por sus relaciones de campo y similitudes petrográficas, tanto macro como microscópicas.

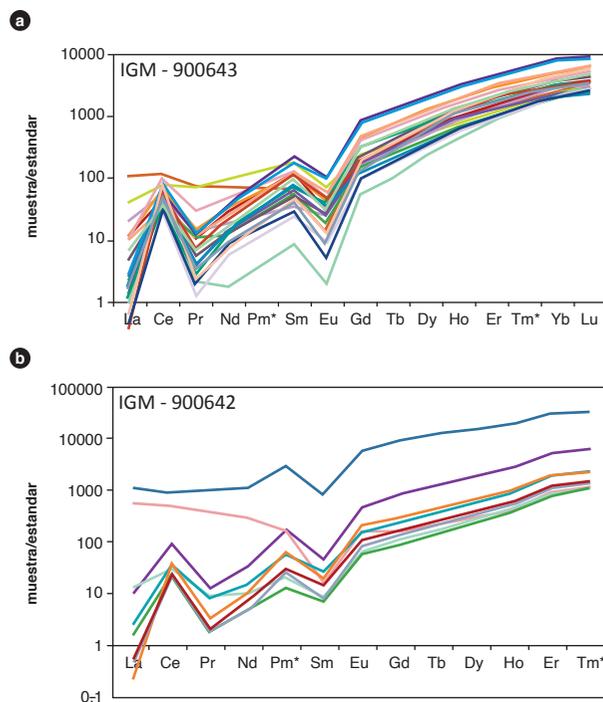


Figura 12. Valores de REE normalizados al condrito de Sun y McDonough (1995) correspondientes a los circones de la Cuarzomonzonita de Anchique

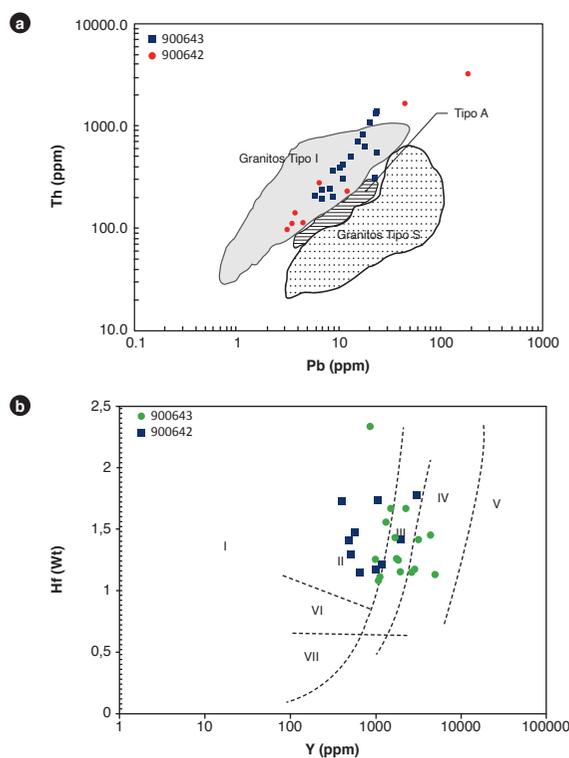


Figura 13. Discriminación de ambientes de los circones de la Cuarzomonzonita de Anchique
Campos I: kimberlitas; II: rocas ultramáficas, máficas e intermedias; III: rocas intermedias con cuarzo e intermedias; IV: rocas félsicas con alto contenido de SiO₂; V: greisen; VI: rocas alcalinas; VII: carbonatitas. Fuente: autores, y a) modificado de Wang *et al.* (2012). b) Shnukov *et al.* (1997) en Belousova *et al.* (2002).

En el presente trabajo se realizaron dos dataciones por el método U-Pb en circón a partir de saprolito colectado en el mismo afloramiento de roca; una datación del cuerpo principal (IGM 900642) a orillas del río Anchique con coordenadas este = 885798 y norte = 881859, y otra que corresponde a la muestra IGM 900643, perteneciente al apófisis, con coordenadas este = 885763 y norte = 896902.

El material colectado en campo para la separación de circones consistió en concentrados de saprolito de colores crema y gris a rosa pálido, con textura arenosa a areno-arcillosa, en los cuales se conservan algunas biotitas lixiviadas y cristales de cuarzo.

La obtención de minerales densos se realizó en el laboratorio químico del Servicio Geológico Colombiano, sede Medellín, donde se realizó separación hidrodinámica, magnética, y por último, el montaje de los circones.

Estos fueron analizados usando la técnica de espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS), que se llevó a cabo en el Laboratorio de Geocronología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Los datos obtenidos en las muestras IGM 900642 e IGM 900643 fueron graficados e interpretados en el software Isoplot/Ex vers. 4.15 (Ludwig, 2008) (figura 14a y c; figura 15a y c). Los circones separados ($n = 23$ para la muestra IGM 900642 y $n = 40$ para la IGM 900643) son en general euhedrales, pequeños, alargados y de color rosa a café tenue (figuras 14d y 15d). En las figuras 14b y 15b se observa, en las imágenes de catodoluminiscencia, una zonación moderada en la mayoría de los cristales.

Para el tratamiento de los datos se realizó un filtro de los datos para descartar los circones con valores discor-

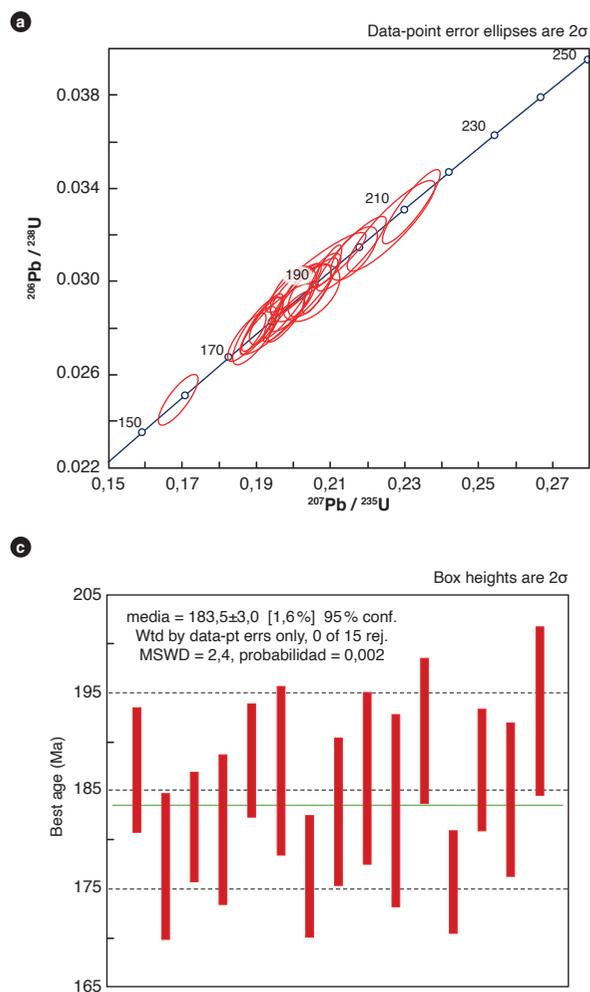


Figura 14. Geocronología de U-Pb en circones de la roca IGM 900642

a) Diagrama de concordia. b) Imagen de catodoluminiscencia de los circones analizados. c) Diagrama del cálculo de la media y la desviación estándar. d) Sección delgada de la roca vista con 40 X (nícoles paralelos).

dantes (discordancias > al 15% y/o errores > 5%) 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. En el caso de la muestra IGM 900642 se trabajó con 15 circones, y con la IGM 900643, con 20 circones.

En las figuras 14a y 15a se observa un comportamiento de los circones concordante con una agrupación promedio de los datos entre 181 y 184 Ma. En los diagramas de cálculo de la media ponderada y desviación estándar (figuras 14c y 15c), se observan rangos poco dispersos con MSWD de 2,4 y 1,5. Solo unos pocos datos, correspondientes a las edades más viejas e interpretadas como herencias de hasta 210 Ma, son ligeramente discordantes.

Las edades que se obtuvieron de la Cuarzomonzonita de Anchique son de $183,5 \pm 3$ en el cuerpo principal, y

$186,4 \pm 1,4$ Ma en el apófisis, pertenecientes al Jurásico Inferior (Pliensbachiense). Estas edades se interpretan como el rango de edad de cristalización de la roca.

7. Correlaciones

Rodríguez y Fuquen (1989) correlacionan el *Stock* de Anchique con la Cuarzomonzonita de los Naranjos y el *Stock* de Dolores. Igualmente, Cossio *et al.* (1994) correlacionan el *Stock* de Anchique con el *Stock* de Dolores, teniendo en cuenta que las edades K/Ar reportadas para el *Stock* de Dolores por Guerrero y Támara (1982) en Cossio *et al.* (1994) son de 182 ± 4 Ma en biotita y 176 ± 4 Ma en hornblenda (Jurásico Inferior —Toarciense—).

Núñez *et al.* (1996) correlacionan los plutones pequeños que afloran en el valle superior del río Magdalena, tales como los *stocks* de San Cayetano, de Los Na-

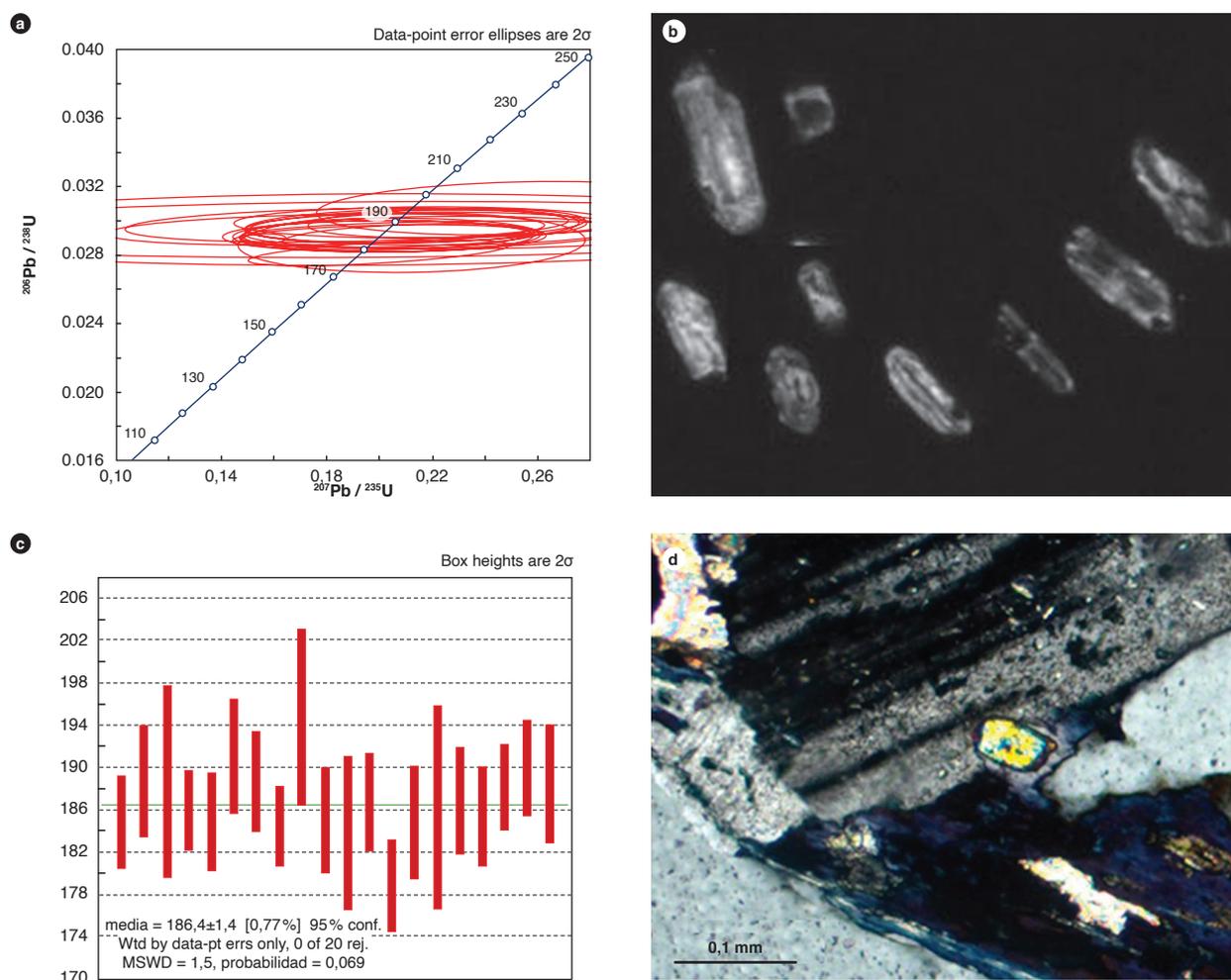


Figura 15. Geocronología de U-Pb en circones de la muestra IGM 900643 a) Diagrama de concordia. b) Imagen de catodoluminiscencia de los circones analizados. c) Diagrama del cálculo de la media y la desviación estándar. d) Sección delgada de la roca vista con aumento 10 X (nícoles cruzados).

ranjos, de Anchique y el Batolito de Teruel, y les asignan una edad precretácica y posttriásica; adicionalmente, sugieren la posibilidad de que estos estén relacionados con las rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Formación Saldaña de edad Jurásica. Se asume que el cuerpo llamado por estos autores *Batolito de Teruel* corresponde espacialmente a parte del Batolito de Ibagué. Sin embargo, Núñez (1998) indica que los plutones granitoides localizados hacia el sur del valle superior del río Magdalena probablemente representan pulsos magmáticos diferentes al que generó el Batolito de Ibagué.

La Cuarzomonzodiorita de Anchique se correlaciona, por distribución geográfica, tectónica, composición litológica, química y edad, con un grupo de plutones que afloran en el borde occidental del valle superior del Magdalena y la Serranía de Las Minas. De sur a norte, estos cuerpos corresponden a la Monzodiorita de Las Minas, con dos edades: U/Pb de $181,6 \pm 3,4$ y $187,4 \pm 2,3$ Ma; la Cuarzomonzonita del Astillero, con una edad U/Pb de $187 \pm 3,3$ Ma; la Cuarzomonzonita de Los Naranjos, con una edad U/Pb de $187,9 \pm 1,3$ Ma, y la Cuarzomonzodiorita de Páez con edades de alrededor de 188 Ma. Adicionalmente, estas unidades plutónicas están asociadas al evento volcánico que representa la Formación Saldaña, con edades U/Pb de alrededor de $187,2 \pm 2,8$ Ma en el borde oriental de la cordillera Central, pero que hacia el otro lado del valle superior del Magdalena (borde occidental de la cordillera Oriental) presenta edades más jóvenes.

8. Localidad tipo

Se propone como localidad tipo el carretable que conduce hacia la vereda Guasimal, partiendo del municipio de Aipe hacia Natagaima, a orillas del río Anchique (plancha 283-III-C). Esto debido a que en ese sector el cuerpo muestra los afloramientos más frescos y de fácil acceso.

9. Génesis

La Cuarzomonzonita de Anchique contiene abundante ortoclasa, característica de rocas plutónicas formadas en ambientes de temperaturas intermedias. De acuerdo con el análisis de resultados geoquímicos de roca total y en circones, se encontró que los magmas de los cuales se formó la unidad son metaluminosos, magnesianos, pertenecientes a granitos de tipo I. Los diagramas de tierras raras y elementos traza presentan pendientes marcada-

mente negativas, así como anomalías negativas de Nb, P y Ti, que son características de rocas formadas en ambientes de arco continental. Finalmente, los diagramas de discriminación de ambiente de formación sugieren que las rocas se generaron en un ambiente de subducción.

10. Recursos minerales

No se conocen mineralizaciones asociadas a este cuerpo ígneo.

Bibliografía

- Batchelor, R. y Bowden, P. (1985). Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, 48(1-4), 43-55. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(85\)90034-8](https://doi.org/10.1016/0009-2541(85)90034-8)
- Belousova, E., Griffin, W., O'Reilly, S. y Fisher, N. (2002). Igneous zircon: Trace element composition as an indicator of source rock type. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 143(5), 602-622. <https://doi.org/10.1007/s00410-002-0364-7>
- Cossio, U., Rodríguez, G y Rodríguez, M. (1994). *Geología de la plancha 283 Purificación. Memoria explicativa*. Ingeominas.
- 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>
- Guerrero, B. y Tamara, A. (1982). *Petrografía de los intrusivos Triásico-Jurásicos y sus relaciones con la formación Saldaña al occidente de Dolores, Tolima* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Colombia.
- Hoskin, P. y Shaltegger, U. (2003). The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 53(1), 27-62. <https://doi.org/10.2113/0530027>
- International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC). (1994). *International Stratigraphic Guide: A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure*. Geological Society of America. <https://doi.org/10.1130/9780813774022>
- International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC). (1987). Stratigraphic classification and nomenclature of igneous and metamorphic rock bodies. *GSA Bulletin*, 99(3), 440-442. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1987\)99<440:SCA-NOI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1987)99<440:SCA-NOI>2.0.CO;2)

- Irvine, T. y Baragar, W. (1971). A guide to the chemical classification of the common igneous rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8(5), 523-548. <https://doi.org/10.1139/e71-055>
- Ludwig, K. (2008). *Isoplot version 4.15: A geochronological toolkit for Microsoft Excel*. Special Publication n.º 4. Berkeley Geochronology Center.
- Maniar, P. y Piccoli, P. (1989). Tectonic discrimination of granitoids. *GSA Bulletin*, 101(5), 635-643. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1989\)101<0635:T-DOG>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1989)101<0635:T-DOG>2.3.CO;2)
- 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. *Geochimical et Cosmochimical 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)
- Núñez, A., Bocanegra, A. y Gómez, J. (1996). Los plutones jurásicos del valle superior del Magdalena. En *VII Congreso Colombiano de Geología*, tomo 2, 226-239.
- Peacock, M. (1931). Classification of igneous rock series. *The Journal of Geology*, 39(1), 54-67. <https://doi.org/10.1086/623788>
- 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>
- Rodríguez, G. y Fuquen, J. (1989). *Geología y prospección geoquímica de la plancha 302-Aipe (Huila)*. Informe 2023. Ingeominas.
- Rollinson, H. (1993). *Using geochemical data: evaluation, presentation and interpretation*. Longman.
- Rubatto, D. (2002). Zircon trace element geochemistry: Partitioning with garnet and the link between UePb ages and metamorphism. *Chemical Geology*, 184(1-2), 123-138. [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(01\)00355-2](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(01)00355-2)
- Shand, S. (1927). *The eruptive rock*. John Wiley.
- Streckeisen, A. (1974). Classification and nomenclature of plutonic rocks recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of Igneous Rocks. *Geologische Rundschau*, 63(2), 773-786. <https://doi.org/10.1007/BF01820841>
- 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>
- Wang, Q., Zhu, D., Zhao, Z., Guan, Q., Zhang, X., Sui, Q., Hu, Z. y Mo, X. (2012). Magmatic zircons from I-, S- and A-type granitoids in Tibet: Trace element characteristics and their application to detrital zircon provenance study. *Journal of Asian Earth Sciences*, 53, 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2011.07.027>
- 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.