

RIOLITAS EL UVO

» **Cordillera Oriental**
Departamento de Santander

Gilberto Zapata, María Isabel Arango,
Ana María Correa Martínez y Gabriel Rodríguez

Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia / Jurásico

Citación: Zapata, G., Arango, M. I., Correa Martínez, A. M. y Rodríguez, G. (2020). Riolitas El Uvo. En *Catálogos de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Macizo de Santander*. Vol. 1. Servicio Geológico Colombiano. <https://doi.org/10.32685/9789585279445.7>

En el desarrollo del proyecto Magmatismo Jurásico en el Macizo de Santander, llevado a cabo por el grupo de Estudios Geológicos Especiales de la regional Medellín del Servicio Geológico Colombiano, en el Batolito de Mogotes se encontró un cuerpo de riolitas que no estaba cartografiado ni referenciado en la bibliografía geológica. La mayor parte del cuerpo aflora en el extremo oriental-suroccidental de la Plancha 136, Málaga, y en una menor proporción en el extremo noroccidental la Plancha 152, Soatá, planchas del Ingeominas a escala 1:100.000. Este cuerpo de rocas volcánicas compone una unidad geológica que se denominó Riolitas El Uvo.

En este catálogo se presentan las características del cuerpo subvolcánico Riolitas El Uvo, determinadas por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), donde se incluyen su presencia en campo, datos petrográficos macro y microscópicos, geoquímicos y una datación geocronológica U/Pb en circon por el método LA-ICP-MS, las posibles correlaciones del cuerpo con otros semejantes de la región y un análisis general del potencial mineral de la unidad. Con el presente trabajo se pretende contribuir al conocimiento de la geología del Macizo de Santander y de los eventos magmáticos del Jurásico en Colombia.

1. Proponente del nombre

El nombre *Riolitas El Uvo* es propuesto por los autores del presente Catálogo, siguiendo las recomendaciones de la International Subcommission on Stratigraphic Classification of IUGS (1987, 1994). La denominación tiene en cuenta la litología dominante y el nombre geográfico de donde se describió originalmente la unidad.

2. Origen del nombre y distribución geográfica

El nombre de este cuerpo proviene de la composición modal dominante, que son rocas hipoabisales de composición riolítica y de su localización geográfica.

La unidad Riolitas El Uvo aflora en dos planchas geológicas del Ingeominas: 136, Málaga (Vargas *et al.*, 1984) y 152, Soatá (Vargas *et al.*, 1987), a escala 1:100.000, sobre la vía vereda Santa Fe-El Uvo, en el municipio de San Joaquín, departamento de Santander (figura 1) y se presenta como un cuerpo alargado en sentido norte-sur, con un área aproximada de 16 km².

3. Reseña histórica

Las Riolitas El Uvo no aparecen en la cartografía regional de las planchas 136, Málaga (Vargas *et al.*, 1984) y 152, Soatá (Vargas *et al.*, 1987), a escala 1:100.000, ni son mencionadas en la memoria de esas planchas (Vargas *et al.*, 1981), donde el área en la que aflora la unidad de riolitas está cartografiada y descrita como Cuarzomonzonita biotítica blanca a rosada (JRcm) o Batolito de Mo-

gotes. En el presente trabajo se delimita su contorno con base en la cartografía de campo y fotointerpretación, se describe su litología y con petrografía se define la composición modal predominante.

4. Descripción geológica

Las Riolitas El Uvo afloran al oeste de la falla de Bucaramanga, en el sector suroccidental del Macizo de Santander, y están enmarcadas por el Monzogranito de Mogotes al cual intruyen.

4.1. Marco geológico

El Macizo de Santander, localizado en la cordillera Oriental de Colombia, está enmarcado por un bloque de forma triangular delimitado al occidente por las fallas de Santa Marta-Bucaramanga, al norte por la falla de Oca, y al oriente por la falla de Boconó.

El basamento del Macizo de Santander incluye rocas metamórficas del Neis de Bucaramanga (Ward *et al.*, 1973) conformado por paraneises migmatíticos de alto grado con edad proterozoica (García y Ríos, 1999; Ordóñez *et al.*, 2006) con un pico de metamorfismo en 1057±28 Ma U/Pb-Shrimp en circones, edad relacionada con la orogenia Grenvilliana. Estudios más recientes (Van der Lelij, 2013; Van der Lelij *et al.*, 2016; Zuluaga *et al.*, 2017; Rodríguez *et al.*, 2017) obtuvieron edades de metamorfismo de 477 Ma, correspondientes a la orogenia Caparonensis o Famatiniana.

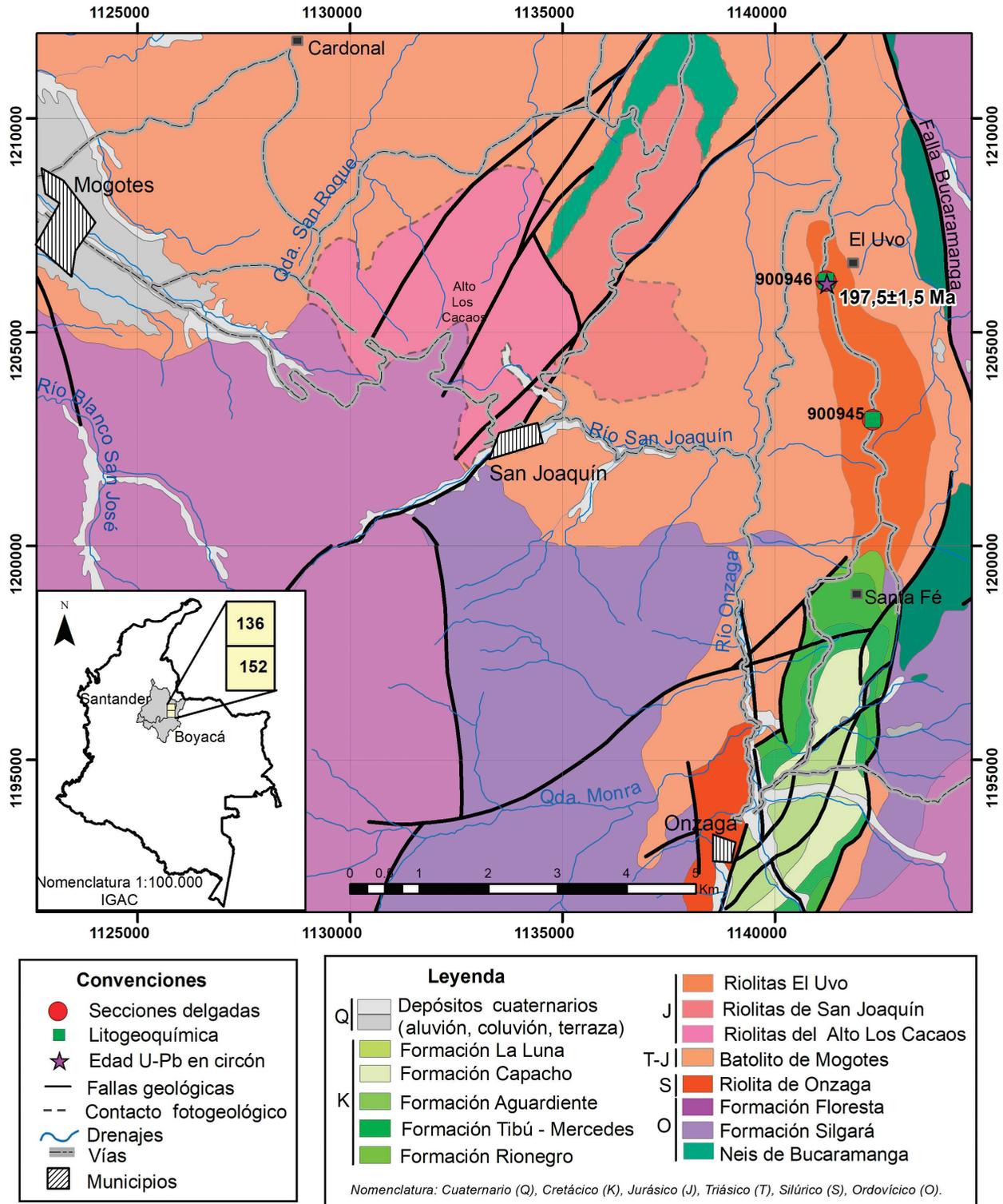


Figura 1. Mapa geológico generalizado de parte de las planchas 136, Málaga, y 152, Soatá, a escala 1:100.000, donde se muestra ubicación de las Riolitas El Uvo, localización de las muestras con sección delgada, geoquímica y datación.

Fuente: modificado a partir de Vargas *et al.* (1984) y Vargas *et al.* (1987). Datos de este trabajo

Al neis lo suprayace la Formación Silgará, compuesta por ortoanfibolitas, esquistos, filitas, metalodolitas, metaareniscas y mármoles con edades de metamorfismo del Ordovícico inferior-medio (Forero, 1990; Ríos *et al.*, 2003; Ordóñez-Cardona *et al.*, 2006; Clavijo *et al.*, 2008; Mantilla *et al.*, 2013). Algunas edades U/Pb en circón muestran magmatismo posterior al metamorfismo, representado por metavulcanitas y plutones que intruyen el basamento metamórfico, con edades U/Pb en circón del Silúrico, Devónico inferior, Carbonífero y límite Triásico-Jurásico.

En el límite de los periodos Triásico y Jurásico, dentro del basamento metamórfico, en la margen occidental del Macizo de Santander, se desarrolló magmatismo de arco, con emplazamiento de cuerpos graníticos y riolíticos subvolcánicos (Goldsmith *et al.*, 1971; Ward *et al.*, 1973; Van der Lelij, 2013).

Las unidades sedimentarias cretácicas reposan inconformemente sobre el basamento metamórfico y los plutones. Durante el Mioceno se presentó un nuevo magmatismo, que emplazó pequeños cuerpos de pórfidos con mineralizaciones de oro (Leal Mejía, 2011; Mantilla *et al.*, 2013).

4.2. Características macroscópicas

Las Riolitas El Uvo son rocas faneríticas inequigranulares de grano medio a fino, porfídicas, leucocráticas, con matriz afanítica felsítica, con microfenocristales subredondeados y bipiramidales de cuarzo, cuyo tamaño varía de 0,2 a 10 mm, cristales subhedrales de feldespato potásico de color rosado con tamaños de 0,1 a 0,8 mm, cristales prismáticos de plagioclasa y biotita en láminas de color negro, con bordes oxidados (figura 2).

4.3. Características microscópicas

De las Riolitas El Uvo se analizaron dos secciones delgadas que corresponden a rocas porfídicas holocristalinas, compuestas por cuarzo (38,9% a 39,6%), feldespato potásico (40% a 46,2%), plagioclasa (11,4% a 18,4%), biotita (1%) (tabla 1). Como minerales accesorios se encuentran opacos, apatito, prehnita y allanita con $\leq 1\%$, y de alteración epidota. Los porcentajes se obtuvieron con el conteo de puntos en el análisis petrográfico, y en la clasificación modal se utilizó el diagrama QAP para rocas volcánicas de Streckeisen (1978). Ambas muestras se clasifican como riolitas (figura 3).

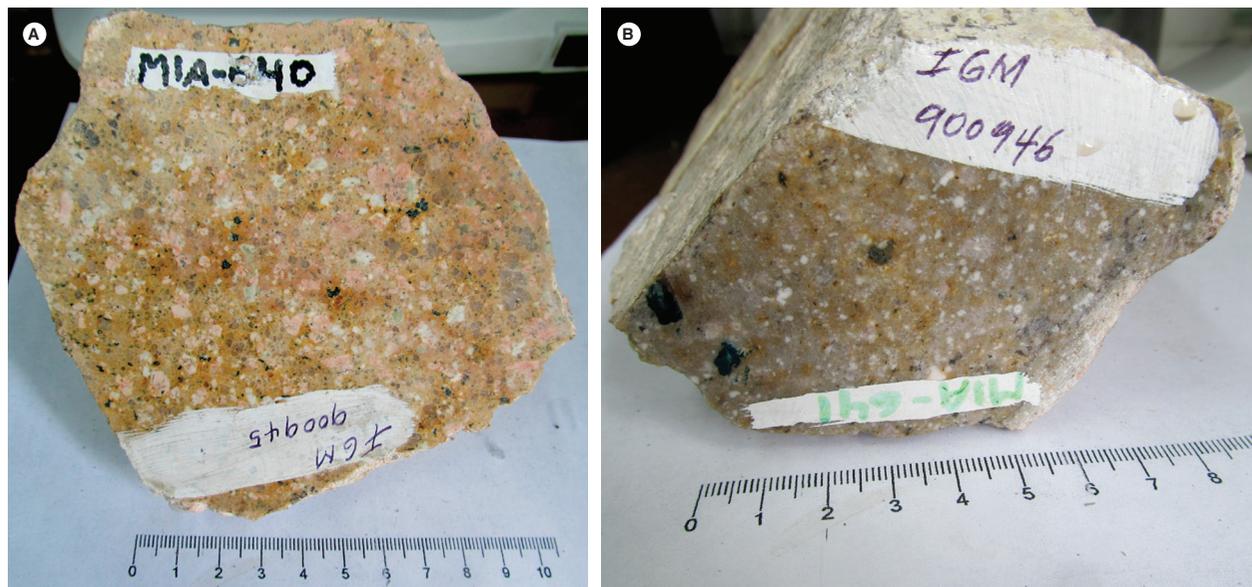


Figura 2. Aspecto macroscópico de las rocas de las Riolitas El Uvo. Textura porfídica

La textura general es microporfídica (figura 4). También se presentan texturas glomeroporfídica, poiquilítica, pertitas, mirmequitas, micrográfica y de reabsorción. La matriz es microcristalina felsítica en agregados de cuarzo y feldespato (figura 4). En una de las muestras hay agregados microgranofídicos, y en la otra, biotita y opacos, que también hacen parte de los agregados mi-

crocristalinos. La relación matriz (52% a 56,2%)/fenocristales (43,8% a 48%) es de aproximadamente 1:1. La muestra IGM 900945 tiene 1% de amígdalas.

Las principales alteraciones son argilización del feldespato potásico, sericitización de la plagioclasa y cloritzación de la biotita. El grado de alteración de las muestras es moderado.

Tabla 1. Composición modal de las Riolitas El Uvo

IGM	Este	Norte	Qtz	Pl	Kfs	Bt	Op	Ap	Prh	Matriz	Fenocristales	Clasificación petrográfica
900945	1142307	1202953	38,9	11,4	46,2	1	0,5	1	1	56,2	43,8	Riolita porfídica
900946	1141207	1206200	39,6	18,4	40	1	1	Tr		48	52	Riolita porfídica

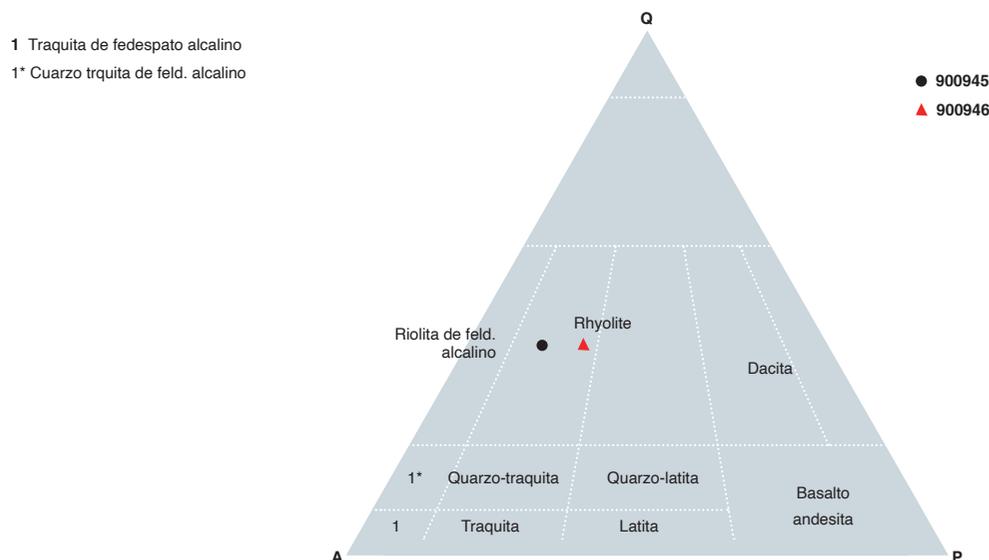


Figura 3. Clasificación modal de las rocas de las Riolitas El Uvo en el triángulo de Streckeisen (1978).

El feldespato potásico se encuentra en cristales individuales y en glomerocristales xenomórficos a subidiomórficos, alterados a caolín, de aspecto empolvado. El color de interferencia es gris del primer orden, con texturas de exsolución en forma de pertitas y textura micrográfica. Cristales de tamaños que oscilan entre 1,1 y 5 mm. Los cristales de feldespato potásico muestran inclusiones poiquilíticas de plagioclasa (figura 4).

Los fenocristales y microcristales de cuarzo tienen tamaños de 0,3 a 7 mm, exhiben formas subidiomórficas

bipiramidales (figura 4C), algunos, con bordes corroídos por la matriz; son incoloros, con inclusiones fluidas alineadas y de rutilo en agujas finas.

La plagioclasa es andesina (An₃₂₋₃₄) y se presenta en cristales tabulares subidiomórficos alterados a sericita (figura 4 C, D), con maclas de albita, y sus tamaños varían de 0,9 a 1,2 mm. Presenta texturas mirmequíticas en los bordes de los fenocristales por reacción con la matriz.

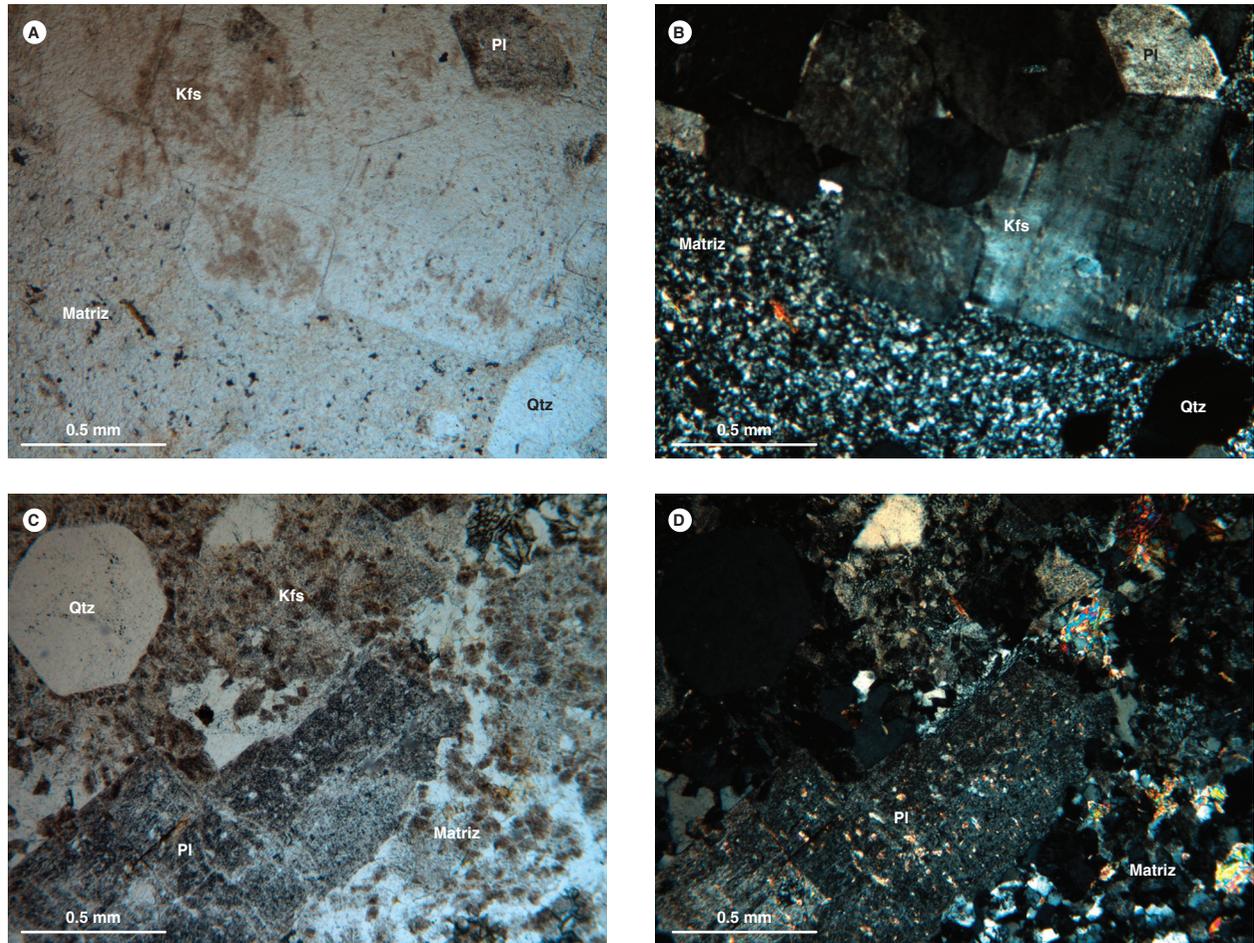


Figura 4. Características microscópicas de las riolitas. Objetivo 4X.

A) IGM 900946, nicols paralelos. B) IGM 900946, nicols cruzados. Matriz felsítica microgranular (Matriz), glomerocristales de feldespato potásico (Kfs) y cristales de plagioclasa (Pl) y cuarzo (Qtz). C) IGM 900945, nicols paralelos. D) Nicols cruzados. Textura porfídica, matriz felsítica (Matriz), fenocristales de cuarzo (Qtz), feldespato (Kfs) y plagioclasa (Pl)

La biotita se observa como láminas tabulares subidiomórficas de color castaño, pleocroicas. X: castaño claro, Y: castaño fuerte, con color de interferencia amarillo naranja del segundo orden. Los cristales tienen inclusiones de circón, allanita, opacos y titanita, y presentan alteración a clorita y epidota. Los tamaños de los cristales van de 0,6 a 1 mm. La biotita también se encuentra en la matriz como láminas intersticiales finas, con tamaño 0,03 mm.

En las muestras se encuentran algunos cristales de allanita de forma alargada, de color pardo rojizo, levemente pleocroicos, con relieve alto. El color de interferencia está enmascarado por el color del mineral. Su tamaño es de 0,2 mm.

La titanita está en cristales incoloros xenomórficos de relieve alto, con colores de interferencia del tercer orden. Tamaño: 0,2 mm.

La prehnita se encuentra relleno vesículas irregulares con diámetros ≤ 1 mm, en agregados radiales de cristales incoloros, colores de interferencia azul y verde del segundo orden, con extinción paralela a ondulante. Se presenta junto con epidota y agregados finos de titanita.

Los opacos se presentan en los planos de clivaje de biotitas en cristales xenomórficos. Llegan a medir hasta de 0,5 mm y son secundarios.

El apatito se presenta en cristales subidiomórficos hexagonales, incoloros, de 0,1 mm, generalmente asociados a biotitas y opacos.

Los minerales de alteración observados en las placas son: moscovita en láminas incoloras subidiomórficas que se presentan en la matriz con tamaño 0,1 mm; epidota en agregados xenomórficos de relieve alto, como alteración de biotita y caolín a partir de feldespato potásico.

5. Geoquímica

La caracterización litogeoquímica de las Riolitas El Uvo se realizó a partir de los análisis de dos muestras de roca, a las que se les realizó análisis petrográfico.

Los análisis químicos de las muestras se hicieron en los laboratorios del Servicio Geológico Colombiano (Bogotá). Los óxidos mayores y menores se analizaron con un espectrómetro de fluorescencia de rayos X, FRX, Panalytical Axios Mineral para análisis elemental, y la cuantificación de los mayores se realizó en muestra fundida con metaborato y tetraborato de litio, mientras que la de elementos menores se hizo en muestra prensada. En los análisis de elementos traza se usó un espectrómetro de masas con plasma inductivamente acoplado, ICP-MS, Perkin Elmer Nexion. La disolución de la muestra se hizo mediante un ataque por pasos utilizando ácidos inorgánicos fuertes (HF, HNO₃, HClO₄ y HCl). El proceso se

realizó en sistema abierto, empleando distintas rampas de temperatura y tiempos de calentamiento.

Los resultados de óxidos mayores se presentan en porcentaje en peso (wt%), y los de elementos traza y tierras raras, en partes por millón (ppm).

Algunos diagramas geoquímicos se generaron con el programa de GCDKit versión 4.0 (Janoušek *et al.*, 2006).

5.1. Óxidos mayores

Los resultados de óxidos mayores son similares en las dos muestras, y se exponen en la tabla 2. Los valores de SiO₂ en rocas de las Riolitas El Uvo varían entre 75,80% y 76,81%; los valores de Al₂O₃ (12,68 y 13,06); el TiO₂ es menor de 0,16%; el MgO está por debajo del 0,21%; presentan un alto contenido de álcalis (Na₂O+K₂O > 7%), y la relación K₂O/Na₂O > 1.

Tabla 2. Composición de óxidos mayores en rocas de las Riolitas El Uvo

IGM	N.º campo	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI
900945	MIA-640	75,80	0,15	13,06	1,01	0,21	0,65	2,62	5,45	0,026	0,95
900946	MIA-641	76,81	0,12	12,68	0,85	0,19	0,69	3,00	4,91	0,024	0,59

Con el fin de observar posibles modificaciones químicas en las muestras por meteorización o alteración hidrotermal, estas se analizaron en los diagramas de Nesbitt y Young (1984) y de Hughes (1972). En el primero (figura 5A), que sirve para analizar tendencias de meteorización, se observa que las dos muestras están un poco distantes de la composición de riolitas frescas, lo

que sugiere modificación química por meteorización. En el segundo, que presenta los campos de rocas con composición ígnea y campos de alteración sódica y potásica (figura 5B), se aprecia que una de las muestras conserva su composición ígnea (IGM900946), mientras que la otra está alterada (IGM900945).

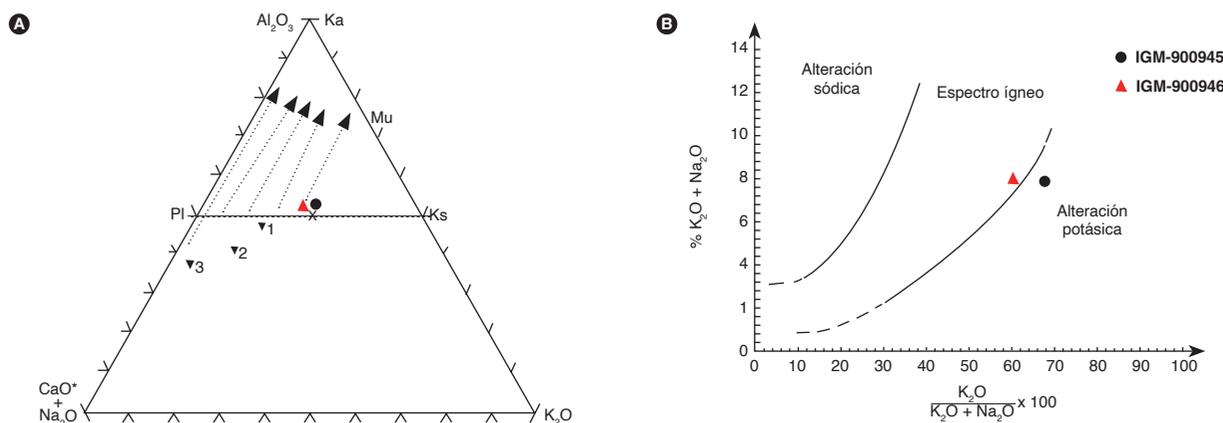


Figura 5. Diagramas para analizar la meteorización y alteración hidrotermal de las muestras de alteración las Riolitas El Uvo. A) Diagrama de Nesbitt y Young (1984) donde se muestran composiciones de rocas frescas y tendencias de meteorización. B) Diagrama de Hughes (1972), algunos de cuyos campos indican composiciones ígneas y, otros, alteraciones hidrotermales. En la figura 5A, Pl: plagioclasa; Ks: feldespato potásico; Mu: moscovita; Ka: caolinita. 1: composición promedio de riolita; 2: promedio de latita; 3: promedio de basalto

En el diagrama de Le Bas *et al.*, (1986), las rocas de las Riolitas El Uvo químicamente se localizan en el campo de las riolitas, lo que confirma la clasificación petrográfica (figura 6A), y son de la serie subalcalina. En el diagrama de Peccerillo y Taylor (1976), ambas muestras se ubican en el campo de las rocas calcoalcalinas ricas en potasio, con contenidos de $K_2O > 4,9\%$ (figura 6B), don-

de el contenido de K_2O de la muestra IGM-900945, que grafica más arriba, puede haber aumentado por la alteración.

En el diagrama de alcalinidad-aluminosidad (Shand, 1943) (figura 6C) se graficó la muestra IGM-900946, que parece conservar más su composición original; esta se ubica en el campo de las rocas peraluminosas.

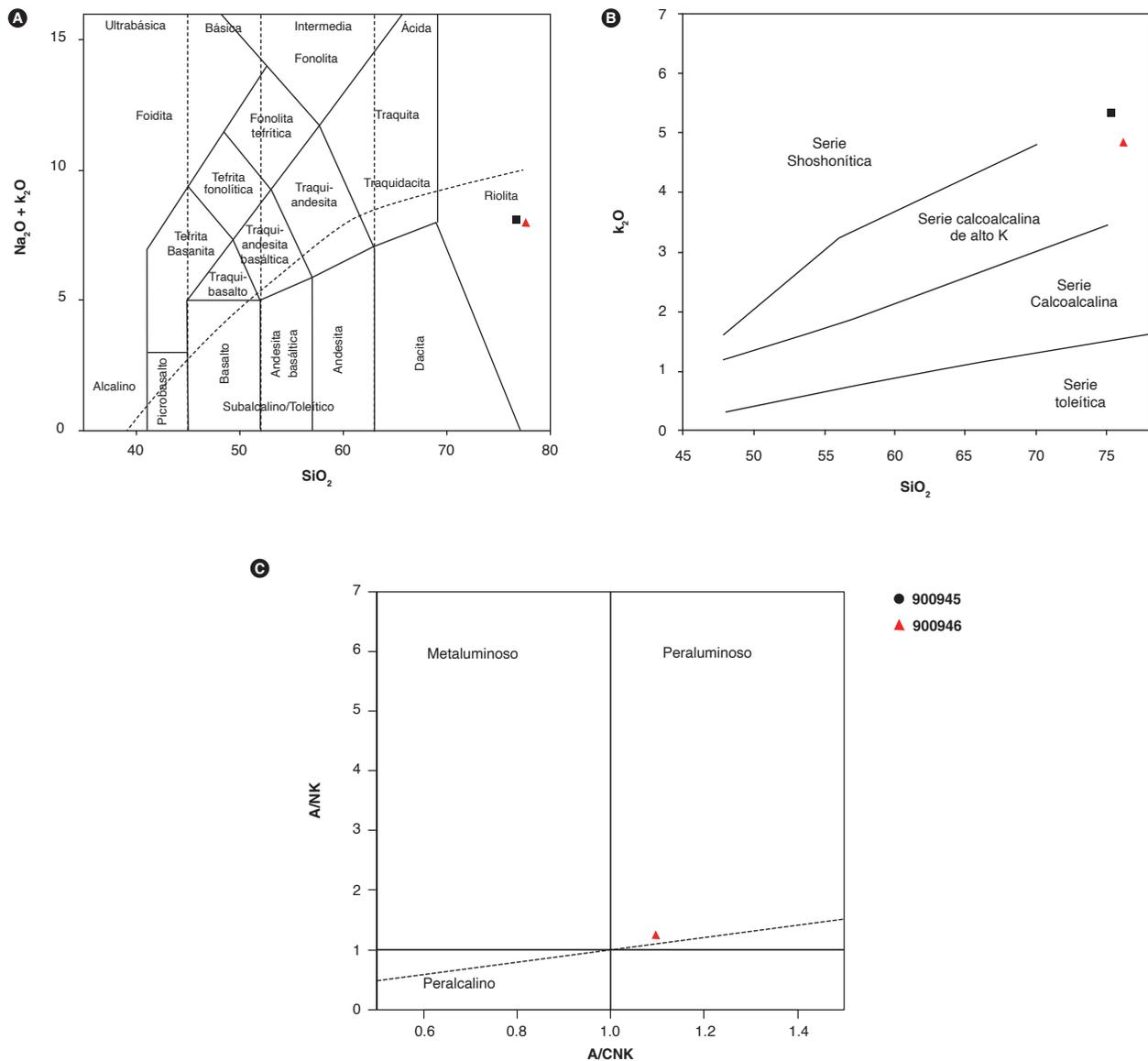


Figura 6. Diagramas de clasificación química para rocas de las Riolitas El Uvo. A) Diagrama TAS Le Bas *et al.* (1986). B) Diagrama K_2O vs SiO_2 (Peccerillo y Taylor, 1976). C) Diagrama de alcalinidad-aluminosidad (Shand, 1943).

5.2. Elementos traza y tierras raras

Los resultados de los análisis de elementos traza y tierras raras presentes en las dos rocas de las Riolitas El Uvo se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de elementos traza y tierras raras presentes en rocas de las Riolitas El Uvo

Elemento	IGM900945	IGM900946	Ld (ppm)
Li	14,42	11,19	0,5
Be	4,25	4,47	0,1
Sc	5,54	7,27	0,1
V	11,30	12,95	0,2
Cr	6,49	10,53	0,5
Co	14,67	20,18	0,8
Ni	4,65	4,18	0,5
Cu	9,34	6,74	1
Zn	45,91	21,20	4
Ga	17,54	16,26	0,2
As	1,22	1,35	0,4
Rb	268,34	323,38	0,2
Sr	111,33	69,08	1
Cd	0,09	0,08	0,08
Cs	2,41	5,39	0,1
Ba	330,61	160,16	1
La	20,55	17,69	0,1
Ce	36,71	33,88	0,1
Pr	4,59	4,24	0,1
Nd	15,42	15,08	0,1
Sm	2,98	2,99	0,01
Eu	0,50	0,33	0,01
Gd	2,23	2,24	0,01
Tb	0,54	0,52	0,01
Dy	2,75	2,94	0,01
Ho	0,60	0,66	0,01
Er	2,02	2,21	0,01
Tm	0,32	0,36	0,01
Yb	2,37	2,71	0,01
Lu	0,41	0,45	0,01
Tl	1,98	2,04	0,01
Pb	23,35	26,42	2
Bi	0,14	0,24	0,1
Th	30,89	32,06	0,1
U	9,01	8,28	0
Zr	73,60	62,10	2
Nb	13,00	18,00	2
W	47,00		8

Ld: límite de detección

El diagrama de elementos de las tierras raras (REE) normalizado al condrito según los valores de Nakamura (1974) muestra en las Riolitas El Uvo un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con valores mayores de diez veces el valor del condrito, con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), con un pronunciado

declive en Eu (anomalía negativa), y con una tendencia paralela levemente ascendente entre Dy y Lu (figura 7A). La relación La/Yb_N (5,78-4,36) representa un patrón de pendiente negativa.

Las dos muestras analizadas tienen anomalía negativa de Eu ($Eu/Eu^* < 1$). Las relaciones $Eu/Eu^* < 1$ y $LaN/Sm_N > 2$ evidencian un enriquecimiento de tierras raras ligeras con relación a las HREE en todas las muestras (tabla 4).

En el diagrama multielemental normalizado al manto primitivo, con los valores de Sun y McDonough (1989) se aprecia homogeneidad en el comportamiento de ambas muestras, (figura 6B), que presentan enriquecimiento en elementos litófilos incompatibles de alto radio iónico (LILE) Cs, Ba y Th, que indican un patrón geoquímico con afinidad de corteza continental en márgenes convergentes. Las muestras exhiben anomalías positivas de Rb, Th, U y K, y anomalías negativas de los elementos inmóviles Nb, Sr, P, Zr y Ti (figura 7B). Las anomalías negativas de Nb, Ti y P son características de ambientes relacionados con subducción.

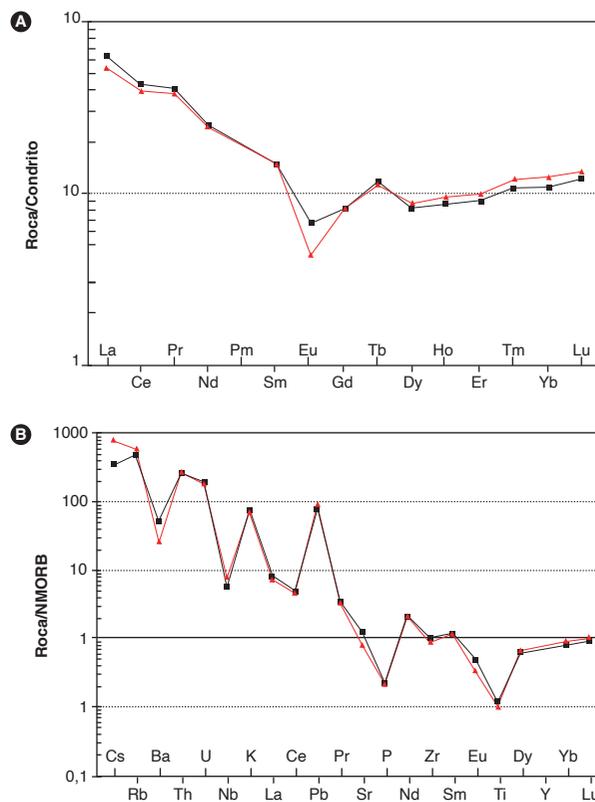


Figura 7. A) Diagrama de REE normalizado respecto a condrito (Nakamura, 1974). B) Diagrama normalizado al NMORB (Sun y McDonough, 1989).

Tabla 4. Relaciones normalizadas al condrito de Nakamura (1974) de La, Ce, Sm, Eu e Yb en rocas de las Riolitas El Uvo

IGM	LaN	CeN	SmN	EuN	YbN	Eu/Eu*	LaN/YbN	LaN/SmN	CeN/YbN	CeN/SmN	EuN/YbN	SmN/YbN
900945	62,28	42,4	14,7	6,53	10,77	0,6	5,78	4,24	3,94	2,89	0,61	1,36
900946	53,6	39,2	14,7	4,23	12,3	0,39	4,36	3,64	3,18	2,66	0,34	1,20

5.3. Discriminación de ambiente tectónico

En el diagrama A/CNK/SiO₂ de Frost *et al.*, (2001), la muestra IGM900946 de las Riolitas El Uvo, cuya composición química parece no estar modificada por alteración, grafica en el campo de los magmas tipo I, aunque muy cerca del límite con el campo de los magmas tipo S (figura 8A). En el diagrama Th/Yb vs. Nb/Yb (Pearce, 2008) (figura 8B), las rocas corresponden a granitos de arco.

En el diagrama de discriminación de granitos de Maniar y Piccoli (1989) (figura 9A) las rocas de las Riolitas El Uvo grafican en el campo de los granitos posorogénicos (POG), y en el diagrama de Thiéblemont y Tegye (1994) las dos muestras se ubican en el campo de los leucogranitos peraluminosos (figura 9B), próxima al campo de las rocas de colisión, campo que también es interpretado como representativo de magmatismo calcoalcalino derivado de la corteza o rocas de arcos generados en cortezas engrosadas (Thiéblemont, 1999).

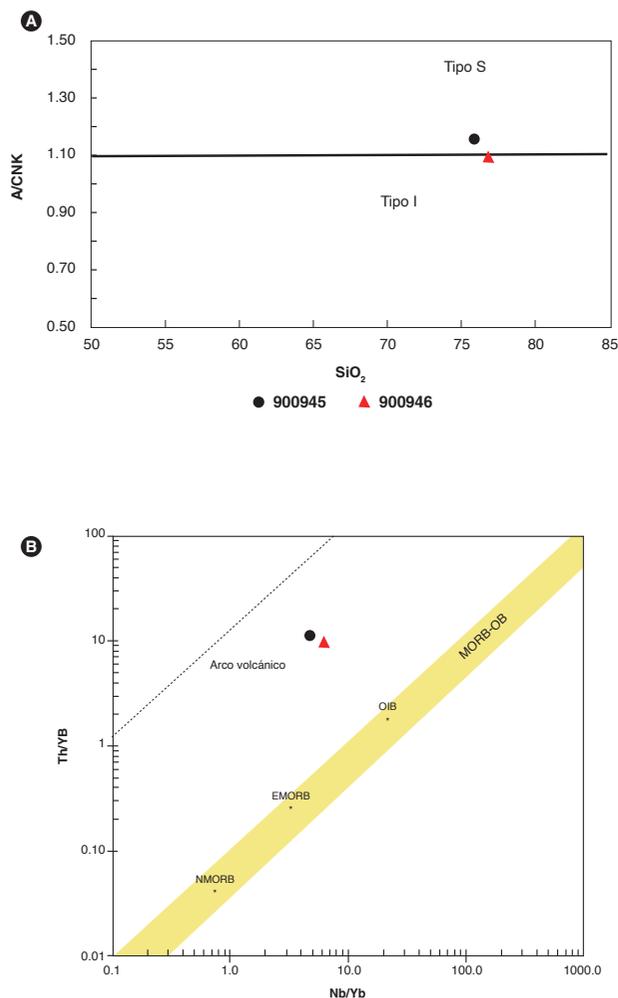


Figura 8. A) Diagrama de Frost *et al.* (2001) de discriminación de granitoides tipo I y S. B) Diagrama Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 2008).

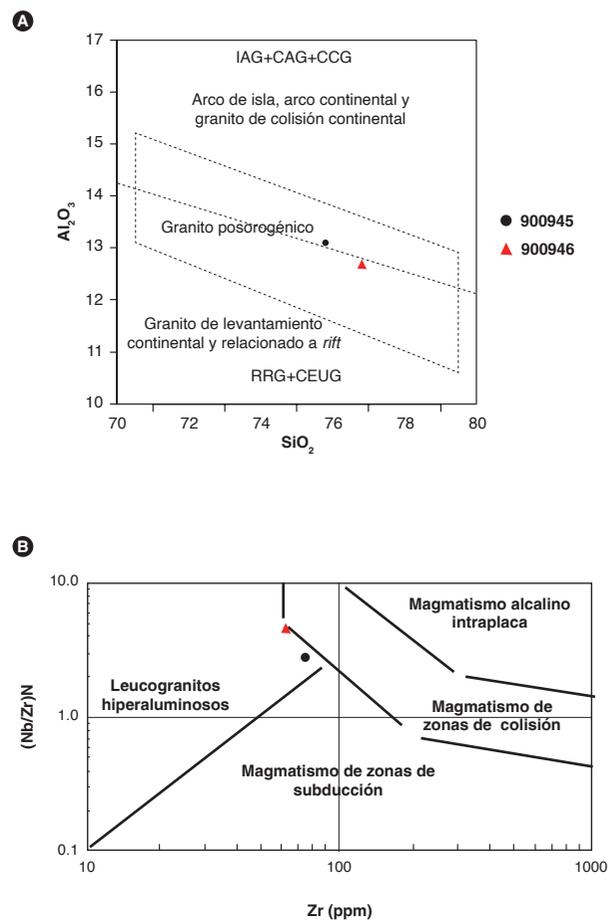


Figura 9. Diagramas discriminantes del ambiente tectónico. A) Diagrama de discriminación de granitos de Maniar y Piccoli (1989). B) Diagrama Nb/Zr vs. Zr de Thiéblemont y Tegye (1994).

6. Posición estratigráfica y edad

Las Riolitas El Uvo intruyen el Batolito de Mogotes, cuyas edades U/Pb van de $202,5 \pm 1,3$ a $188,9 \pm 1,3$ Ma (Correa Martínez *et al.*, 2020). De las Riolitas El Uvo, otros autores no han presentado edades. En este trabajo se realizó la datación de una muestra colectada sobre la carretera Macanal-El Uvo, plancha 136, Málaga, a escala 1:100.000. La muestra tiene descripción petrográfica y análisis litgeoquímico. Su localización se presenta en la figura 1 y en la tabla 5. La separación de los circones se realizó en el Laboratorio Químico del Servicio Geológico Colombiano, sede Medellín, utilizando separación hidrodinámica, magnética y lupa binocular para el montaje de los circones sobre una cinta de doble faz adherida a un vidrio de 5 x 5 cm.

La datación se hizo a partir de un concentrado de circones obtenido del saprolito de la muestra MIA 641, de la cual se extrajeron 52 circones. Los análisis isotópicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Geocronología del Servicio Geológico Colombiano, en Bogotá, mediante el método de ablación laser acoplada a espectrometría de masas con fuente de plasmas de acoplamiento inductivo (LA-ICP-MS, por sus siglas en inglés). A la muestra

se le realizó un análisis estadístico para mejorar el rango de confiabilidad de la edad. Para ello se tuvo en cuenta la relación $[(^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}) - (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) / ^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}]$ y se eliminaron los datos con valores discordantes $>5\%$ y con discordancia inversa $<-5\%$. El gráfico de concordia e histogramas se elaboraron en el software de Isoplot/Ex vers. 3.75-4.15 (Ludwig, 2008). Los resultados se presentan en el anexo 1.

Tabla 5. Resultado de geocronología U/Pb correspondiente a la muestra MIA-641 de Riolitas El Uvo

IGM	N.º campo	N	E	Plancha	Clasificación	Edad
900946	MIA-641	1206200	1141207	136	Riolita porfídica	$197,5 \pm 1,5$

Los circones de la muestra MIA 641 son cristales con formas prismáticas euhedrales, transparentes y de color pardo, con inclusiones de opacos, presentan tamaños entre $30 \mu\text{m}$ y $200 \mu\text{m}$. En imágenes de catodoluminiscencia (CL) se observan zonamientos oscilatorios. La ablación en esta muestra se hizo en los extremos y, en algunos cristales, en el límite entre el núcleo zonado y los bordes (figura 10), para explorar posibles sobrecrecimientos y edades heredadas.

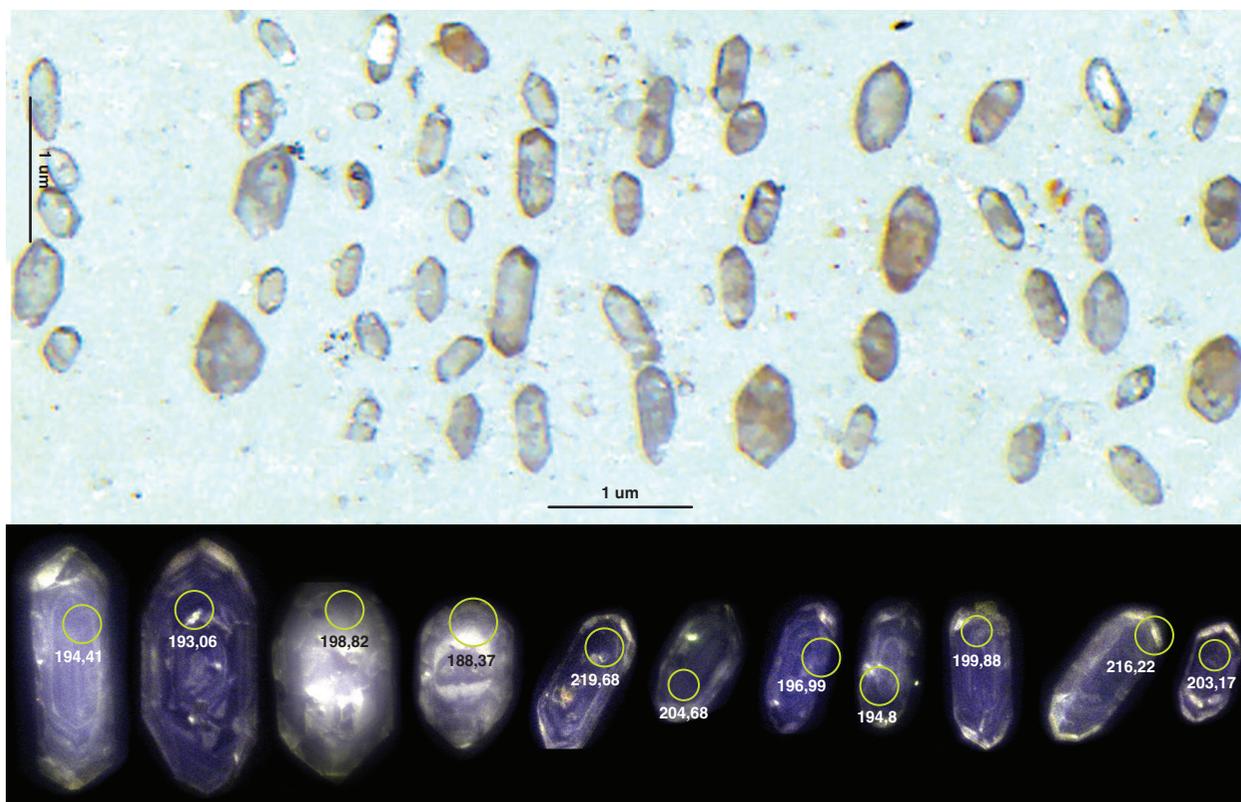


Figura 10. Imágenes de catodoluminiscencia de circones de la muestra MIA 641. En el círculo, los puntos de análisis de las edades U/Pb y el número del punto. Los números externos corresponden a la edad de los cristales

En la muestra se halla una edad heredada antigua del Mesoproterozoico (1168 ± 26 Ma). El resto de datos corresponden a edades que oscilan entre ~ 220 Ma Triásico tardío (Noriense) y ~ 187 Ma Jurásico temprano (Pliensbachiense). En el gráfico de densidad de probabilidad y en el diagrama de concordia (figura 11 A y B) se observan dos poblaciones de datos, la principal con la

mayoría de ellos, con edades de entre 198 y 200 Ma; las otras dos corresponden a edades de 216 a 219 Ma.

El cálculo de la edad media ponderada a partir de 38 datos con edades entre 184,4 y 205,41 Ma arroja una edad de $197,5 \pm 1,5$ Ma con MSWD 4,0 (figura 11 C), que se interpreta como la posible edad de cristalización de la roca.

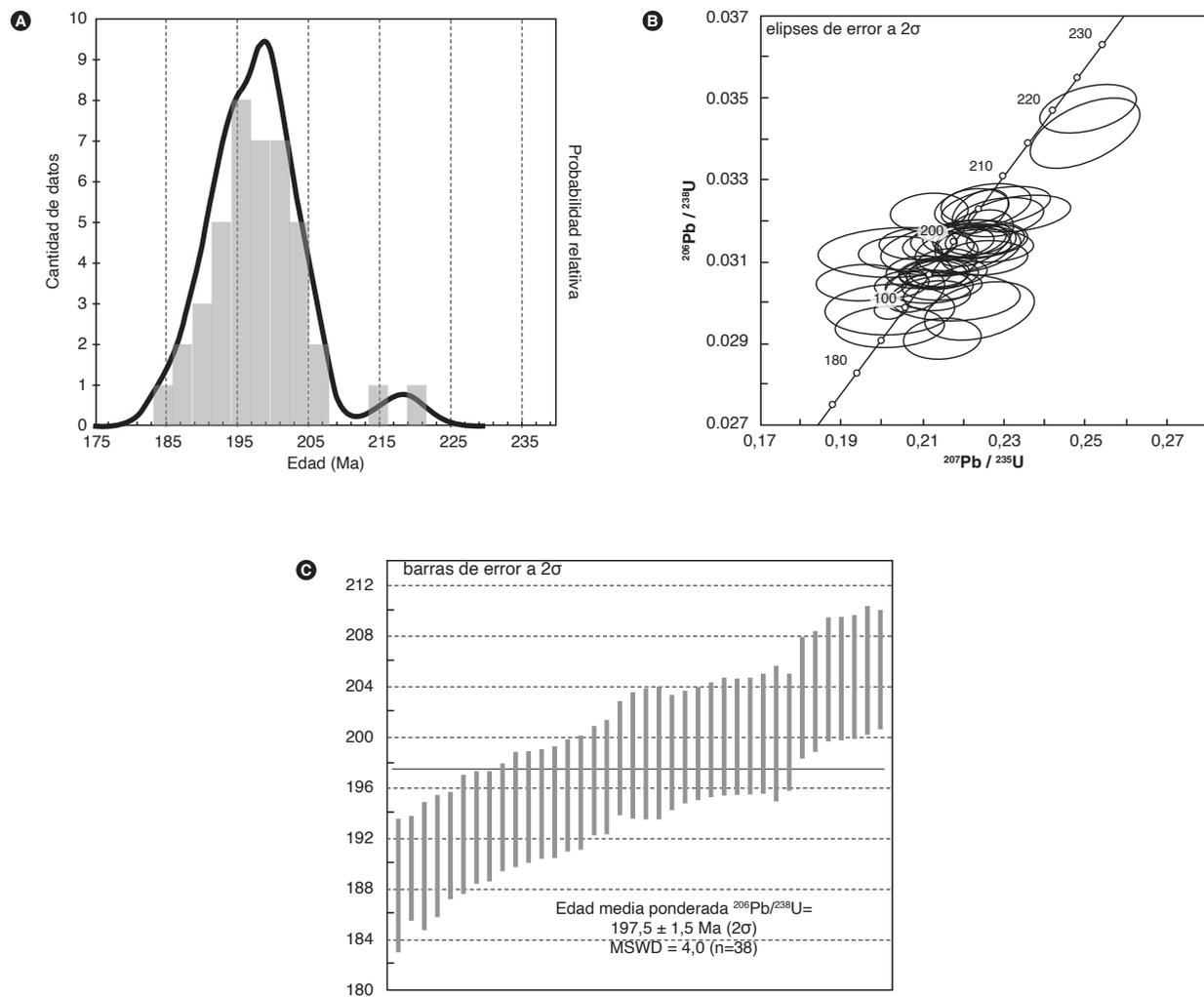


Figura 11. A) Diagrama de probabilidad en circones de la muestra MIA-641 (IGM 900946). B) Diagrama de concordia. C) Cálculo de la edad media ponderada.

7. Correlaciones

Las Riolitas El Uvo se correlacionan composicionalmente con las Riolitas del Alto de Los Cacaos y tienen semejanza, aunque también algunas diferencias, con la Riolita de San Joaquín y los granófidios del Granito de Pescadero (figura 12). En cuanto a la edad ($197,5 \pm 1,5$ Ma), la máxima casi se traslapa con la mínima de las Riolitas del Alto Los Cacaos ($201,6 \pm 2,1$, Correa Martínez *et al.*, 2020B) y de San Joaquín ($201 \pm 2,1$) (Rodríguez, Arango *et al.*, 2018a), y su edad mínima casi se traslapa con la máxima de los granófidios del Granito de Pes-

cadero ($192,9 \pm 2,0$ Ma) (Zapata *et al.*, 2020). Las Riolitas de El Uvo también se pueden correlacionar con diques que intruyen granodioritas de la unidad Monzogranito de Rionegro ($196,6 \pm 1,8$ Ma) (Arango *et al.*, 2016), y en edad, con algunos pulsos magmáticos del Batolito de Mogotes ($202,5 \pm 1,3$ a $193,7 \pm 1,3$ Ma) (Correa Martínez *et al.*, 2020a), Monzogranito de Santa Bárbara ($196,8 \pm 2,0$ a $192,0 \pm 1,1$ Ma) (Rodríguez *et al.*, 2018b) y Monzogranito de La Corcova ($199,5 \pm 4,6$ a $192,5 \pm 2,6$ Ma) (Rodríguez *et al.*, 2016).

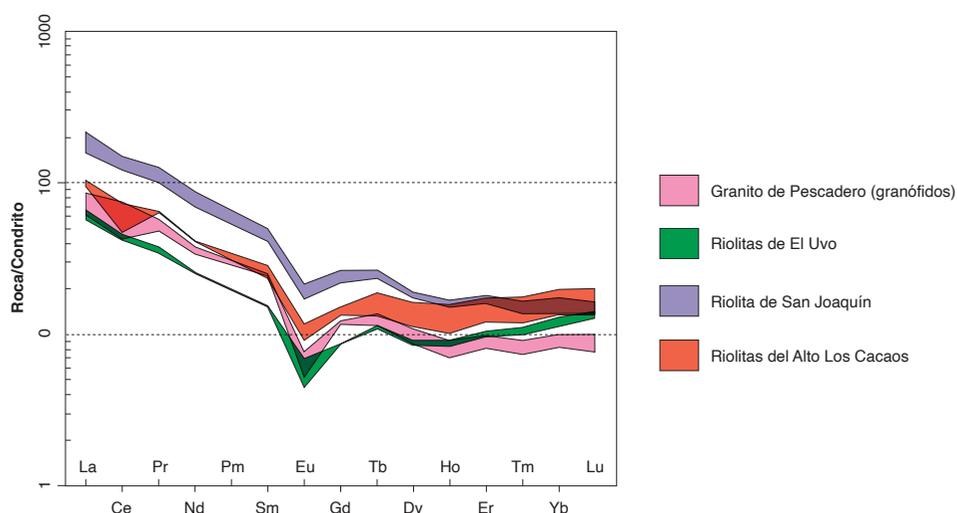


Figura 12. Comparación de los patrones de REE de muestras de las unidades Riolitas de El Uvo, Riolitas del Alto Los Cacaos, Granito de Pescadero y Riolita de San Joaquín, normalizados a los valores de Boynton (1984).

Fuente de datos: este trabajo; Correa Martínez *et al.* (2020B); Zapata *et al.* (2020); Rodríguez *et al.* (2018a)

8. Localidad tipo

Se propone como localidad tipo para las Riolitas El Uvo la carretera vereda Santa Fe-El Uvo, municipio de San Joaquín, en las planchas 136, Málaga, y 152, Soatá, a escala 1:100.000 del Ingeominas. En este sector la unidad presenta esporádicos afloramientos de fácil acceso.

9. Génesis

Las características macroscópicas y microscópicas de las Riolitas El Uvo, tales como textura porfídica con matriz microcristalina felsítica a micrográfica, indican un emplazamiento subvolcánico poco profundo del cuerpo, que se dio en rocas plutónicas del Batolito de Mogotes.

Las Riolitas El Uvo presentan valores de SiO_2 entre 75,8% y 76,8%,%; presentan un alto contenido de álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > 7\%$) y relaciones $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} > 1$, por lo que químicamente se clasifican como riolitas de la serie calcoalcalina alta en K. Los contenidos altos de K_2O de una de las muestras se deben a alteración hidrotermal que modificó su composición química.

Las Riolitas El Uvo muestran enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con valores diez veces mayores que los del condrito, empobrecidas en tierras raras pesadas (HREE) y con anomalía negativa Eu. Las Riolitas El Uvo tienen un patrón semejante al de arco continental, con anomalías positivas de Rb, Th, U, Pb, y negativas de Ba, Nb, Sr, P y Ti.

Los valores altos de los elementos Cs y Th indican afinidad con corteza continental (márgenes convergentes), donde abundan estos elementos altamente incompatibles. Son granitos en la transición tipo I a tipo S, peraluminosos, posiblemente posorogénicos.

Las Riolitas El Uvo están relacionadas genéticamente con otros cuerpos subvolcánicos de la región, tales como las Riolitas del Alto Los Cacaos, la Riolita de San Joaquín y los granófidios presentes en el Granito de Pescadero, y deben hacer parte del mismo complejo volcánico, donde posiblemente se cristalizaron primero las unidades Riolitas del Alto Los Cacaos y Riolita de San Joaquín, después las Riolitas El Uvo y finalmente los granófidios del Granito de Pescadero.

10. Recursos minerales

Las rocas porfídicas y su alteración potásica, identificada químicamente en una de las muestras (IGM-900945), sugieren que la unidad tiene potencial de minerales metálicos. Para evaluar si las rocas pueden estar mineralizadas se graficaron las dos muestras en el diagrama de Rb vs. Ba (figura 13), adaptado por El-Sheshtawi *et al.*, 1999) del diagrama original de Mason (1966). En dicho diagrama solo se visualiza una de las muestras, la IGM-900945, porque la otra queda por fuera de este, pero si se extendiese el eje de las abscisas, la muestra IGM900946 graficaría en el campo de los granitos mineralizados (Rb: 323 ppm; Ba: 160 ppm). Así que las muestras de las Riolitas El Uvo corresponden a rocas fértiles (potencialmente mineralizadas con minerales metálicos).

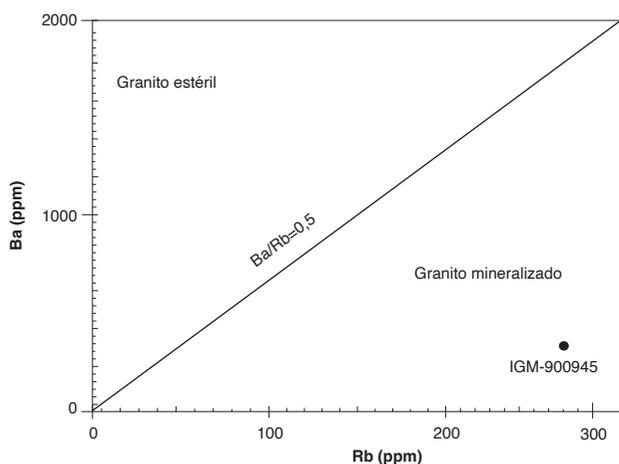


Figura 13. Diagrama de variación de Rb versus Ba en roca total (Mason, 1966, adaptado por El-Sheshtawi *et al.*, 1999).

Fuente de datos: este trabajo

Otro potencial de las Riolitas El Uvo sería como material para agregados o piedra ornamental. Sin embargo, para definir este potencial son necesarios estudios de caracterización de los materiales.

Conclusiones

La unidad Riolitas El Uvo se define como una nueva unidad geológica del Macizo de Santander, que contiene riolitas hipoabisales con textura porfídica, lo que sugiere que pudieron haber cristalizado a niveles poco profundos de la corteza terrestre.

Las Riolitas El Uvo son subcalcinas de la serie calcoalcalina alta en K, con alteración local hidrotermal, y se generaron a partir de magmas tipo I, quizá en la transición hacia tipo S, peraluminoso. Las rocas de esta unidad exhiben características geoquímicas propias de ambientes relacionados con subducción y con potencial mineral de ser un cuerpo mineralizado probablemente con minerales metálicos.

La edad U/Pb en circones obtenida en una de las muestras de las Riolitas El Uvo es de $197,5 \pm 1,5$ Ma, que se interpreta como la edad de cristalización de la roca.

La unidad se puede correlacionar con otros cuerpos subvolcánicos de la región, tales como las Riolitas del Alto Los Cacaos, la Riolita de San Joaquín y los granófidios del Granito de Pescadero, donde, según las edades, la cristalización de las Riolitas El Uvo siguió la cristalización de los dos primeros cuerpos y antecedió a la de los granófidios de Pescadero.

Referencias

- Arango, M. I., Rodríguez, G., Zapata, G. y Correa M., A. M. (2016). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia. Monzogranito de Rionegro, cordillera Oriental, Departamento Santander*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Boynton, W. V. (1984). Cosmochemistry of the rare earth elements: Meteorite studies. En *Developments in geochemistry* (vol. 2, pp. 63-114). Elsevier.
- Clavijo, J., Mantilla, F. L. C., Pinto, J., Bernal, L. y Pérez, A. (2008). Evolución geológica de la serranía de San Lucas, norte del valle medio del Magdalena y noroeste de la cordillera Oriental. *Boletín de Geología*, 30 (1), 45-62.
- Correa Martínez, A. M., Rodríguez, G., Arango, M. I., Zapata, G. y Bermúdez, J. G. 2020a. Batolito de Mogoates. En *Catálogo de las unidades litoestratigráficas de*

- Colombia: Macizo de Santander*. Vol. 1. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Correa Martínez, A. M., Rodríguez, G., Bermúdez, J. G., Arango, M. I. y Zapata, G. (2020b). Riolitas del Alto Los Cacaos. *En Catálogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Macizo de Santander*. Vol. 1. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- El-Sheshtawi, Y. A., Youssef, F., Ammar, F. A., Hassaan, M. M., Sakr, S. M. (1999). Petrography and geochemistry of some granites and their metavolcanic country rocks in the Central Eastern Desert, Egypt. The proceeding of 1st Seminar of Nuclear Raw Material and their Technology, Cairo, Egypt, 1-3.
- Forero, A. (1990). The basement of the Eastern Cordillera, Colombia: An allochthonous terrane in Northwestern South America. *Journal of South American Earth Sciences*, 3 (2-3), 141-151. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(90\)90026-W](https://doi.org/10.1016/0895-9811(90)90026-W)
- Frost, R. B., Barnes, C. G., Collins, W. J., Arculus, R. J., Ellis, D. J. y Frost, C. D. (2001). A geochemical classification for granitic rocks. *Journal of Petrology*, 42 (11), 2033-2048. <https://doi.org/10.1093/petrology/42.11.2033>
- García, C., Ríos, C. (1999). Metamorfismo y metalogenia asociada del Macizo de Santander, cordillera Oriental, Colombia. Informe final, Proyecto de Investigación 1102-05-083-95 Colciencias-Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Goldsmith, R., Marvin, R. F. y Mehnert, H. H. (1971). Radiometric ages in the Santander Massif, Eastern Cordillera, and Colombian Andes. *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 750-D, D44-D49.
- Hughes, C. J. (1972). Spilites, keratophyres and the igneous spectrum. *Geological Magazine*, 109 (6), 513-527. <https://doi.org/10.1017/S0016756800042795>
- International Subcommission on Stratigraphic Classification. (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:SCANOI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1987)99<440:SCANOI>2.0.CO;2)
- International Subcommission on Stratigraphic Classification. (1994). *International Stratigraphic Guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure*. (2.^a ed.) A. Salvador (ed.). Boulder: International Union of Geological Sciences y Geological Society of America.
- Irvine, T. N. y Baragar, W. R. A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8 (5), 523-548. <https://doi.org/10.1139/e71-055>
- Janoušek, V., Farrow, C. M. y Erban, V. (2006). Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: Introducing geochemical data toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology*, 47 (6), 1255-1259. <https://doi.org/10.1093/petrology/egl013>
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. N., Streckeisen, A. y Zanettin, B. (1986). A chemical classification of volcanic rock based on total silica diagram. *Journal of Petrology*, 27 (3), 745-750. <https://doi.org/10.1093/petrology/27.3.745>
- Leal Mejía, H. (2011). *Phanerozoic gold metallogeny in the Colombian Andes: A tectono-magmatic approach*. (Ph. D. thesis). Universitat de Barcelona.
- Ludwig, K. (2008). *Isoplot version 4.15: A geochronological toolkit for Microsoft Excel*. Berkeley Geochronology Center, special publication n.º 4.
- Maniar, P. D. y Piccoli, P. M. (1989). Tectonic discrimination of granitoids. *GSA Bulletin*, 101 (5), 635-643. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1989\)101<0635:TDOG>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1989)101<0635:TDOG>2.3.CO;2)
- Mantilla, L. C., Bissig, T., Valencia, V. y Hart, C. (2013). The magmatic history of the Vetas-California mining district, Santander Massif Eastern Cordillera, Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, 45, 235-249. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2013.03.006>
- Mason, B. (1966). *Principles of geochemistry* (3.^a ed.). New York: John Wileys & Sons.
- 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)
- Nesbitt, H. W. y Young, G. M. (1984). Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48 (7), 1523-1534. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90408-3](https://doi.org/10.1016/0016-7037(84)90408-3)
- Ordóñez Cardona, O., Restrepo Álvarez, J. J. y Pimentel, M. M. (2006). Geochronological and isotopic review of pre-Devonian crustal basement of the Colombian Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 21 (4), 372 y 382. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2006.07.005>

- Pearce, J. A. (2008). Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*, 100 (1-4), 14-48. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2007.06.016>
- Peccerillo, A. y Taylor, T. S. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58, 63-81. <https://doi.org/10.1007/BF00384745>
- Ríos, C., García, C. y Takusa, A. (2003). Tectono-metamorphic evolution of the Silgara Formation metamorphic rocks in the Southwestern Santander Massif, Colombian Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 16 (2), 133-154. [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(03\)00025-7](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(03)00025-7)
- Rodríguez, G., Correa M., A. M., Zapata, G. y Arango, M. I. (2016). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia. Monzogranito de La Corcova*. Medellín: Servicio Geológico Colombiano.
- Rodríguez, G., Zapata, G., Correa M., A. M. y Arango, M. I. (2017). Caracterización petrográfica, química y geocronológica del magmatismo triásico-jurásico del Macizo de Santander, Colombia. Resumen XVI Congreso Colombiano de Geología y III Simposio de Exploradores. Santa Marta.
- Rodríguez, G., Arango, M. I., Correa, M., A. M. y Zapata, G. (2018a). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia. Riolita de San Joaquín*. Medellín: Servicio Geológico Colombiano.
- Rodríguez, G., Zapata, G., Arango, M. I. y Correa M., A. M. (2018b). *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia. Monzogranito de Santa Bárbara*. Medellín: Servicio Geológico Colombiano.
- Shand, S. J. (1943). *Eruptive rocks: Their genesis, composition, classification, and their relation to ore-deposits with a chapter on meteorite*. New York: John Wiley & Sons.
- Streckeisen, A. L. (1978). IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitite rocks. Recommendations and suggestions. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen* (141), 1-14.
- Sun, S. y McDonough, W. (1989). *Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes*. Geological Society of London, Special Publication, 42, 313-345. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19>
- Thiéblemont, D. (1999). Discrimination entre magmatismes calco-alkalins mantellique et crustal: l'exemple des Andes. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science*, 329 (4), 243-250. [https://doi.org/10.1016/S1251-8050\(99\)80242-0](https://doi.org/10.1016/S1251-8050(99)80242-0)
- Thiéblemont, D. y Tegye, M. (1994). Une discrimination géochimique des roches différenciées témoin de la diversité d'origine et de situation tectonique des magmas calco-alkalins. *Comptes Rendus Académie Scientifique du Paris*, 319, serie II, 87-94.
- Van der Lelij, R. (2013). *Reconstructing North-Western Gondwana with implications for the evolution of the lapetus and Rheic Oceans: A geochronological, thermo-chronological and geochemical study*. (Thèse de doctorat). Univ. Genève, n.º 4581.
- Van der Lelij, R., Spikings, R. y Mora, A. (2016). Thermo-chronology and tectonics of the Mérida Andes and the Santander Massif, NW South America. *Lithos*, 248-251, 220-239. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2016.01.006>
- Vargas, R., Arias, A., Jaramillo, L. y Téllez, N. (1987). *Geología de la plancha 152, Soatá. Escala 1:100.000, mapa, versión digital 2009*. Bogotá: Ingeominas.
- Vargas, R., Arias, A., Jaramillo, L. y Téllez, N. (1981). Geología de las planchas 136, Málaga, y 152, Soatá, cuadrángulo I-13. Escala 1:100.000, Memoria explicativa. *Boletín Geológico*, 24 (3).
- Vargas, R., Arias, A., Jaramillo, L. y Téllez, N. (1984). *Geología de la plancha 136, Málaga. Mapa, escala: 1:100.000. Versión digital 2009*. Bogotá: Ingeominas.
- Ward, D., Goldsmith, R., Cruz, J. y Restrepo, H. (1973). Geología de los cuadrángulos H-12, Bucaramanga, y H-13, Pamplona. *Boletín Geológico*, 21 (1-3), 132.
- Zapata, G., Correa Martínez, A.M., Rodríguez, G. y Arango, M.I. 2020. *Catálogo de unidades litoestratigráficas de Colombia. Granito de Pescadero*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Zuluaga, C. A., Amaya, S., Urueña, C. y Bernet, M. (2017). Migmatization and low-pressure overprinting metamorphism as record of two pre-Cretaceous tectonic episodes in the Santander Massif of the Andean basement in Northern Colombia (NW South America). *Lithos*, 274-275, 123-146. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2016.12.036>

ANEXO A

Resultados isotópicos U/Pb en circón de la muestra MIA-641 de las Riolitas El Uvo

Análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±2σ	²⁰⁸ Pb/ ²³⁸ U	±2σ	Correlación errores	²⁰⁸ Pb/ ²³⁸ U edad (Ma)	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U edad (Ma)	±2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb edad (Ma)	±2σ
MIA_641_46	658	371	0,6	0,05310	0,00190	0,21480	0,00780	0,02914	0,0004	0,11542	184,4	4,5	199,1	6,5	319,0	76,0
MIA_641_50	302	119,1	0,4	0,04870	0,00290	0,20200	0,01100	0,02942	0,00041	0,10000	187,2	4,6	184,6	9,2	150,0	100,0
MIA_641_2	634	256	0,4	0,05410	0,00240	0,22400	0,01100	0,02981	0,00058	0,33463	188,4	5,3	202,1	8,7	330,0	85,0
MIA_641_40	3.230	7.140	2,2	0,04958	0,00085	0,20230	0,00330	0,02987	0,00021	0,18596	189,8	4,0	186,8	2,8	174,0	38,0
MIA_641_7	219	232	1,1	0,04860	0,00300	0,20200	0,01300	0,02985	0,0005	0,05909	189,9	5,0	184,0	11,0	110,0	110,0
MIA_641_45	247	423	1,7	0,05300	0,00330	0,21800	0,01300	0,03014	0,00046	0,07354	190,7	4,8	199,0	11,0	300,0	120,0
MIA_641_1	688	842	1,2	0,05080	0,00160	0,21360	0,00680	0,03019	0,00029	0,13259	191,5	4,2	197,5	5,5	216,0	63,0
MIA_641_22	1.304	3.570	2,7	0,04990	0,00140	0,20800	0,00610	0,0303	0,00041	0,26945	192,4	4,6	192,3	5,2	188,0	56,0
MIA_641_13	424	314	0,7	0,05070	0,00210	0,21160	0,00880	0,03041	0,00032	0,06350	192,9	4,4	194,1	7,3	230,0	82,0
MIA_641_14	542	505	0,9	0,05070	0,00200	0,21470	0,00820	0,03043	0,0003	0,12047	193,1	4,3	196,3	6,8	228,0	78,0
MIA_641_21	1.270	2.570	2,0	0,04880	0,00130	0,20490	0,00550	0,03047	0,00026	0,21958	193,8	4,2	188,8	4,7	138,0	55,0
MIA_641_30	483	516	1,1	0,04720	0,00220	0,19510	0,00900	0,03051	0,00035	0,08628	194,4	4,5	180,2	7,6	71,0	85,0
MIA_641_29	803	962	1,2	0,05110	0,00170	0,21260	0,00690	0,03069	0,0003	0,04561	194,6	4,3	195,8	5,8	240,0	69,0
MIA_641_23	903	1.350	1,5	0,05130	0,00170	0,21530	0,00690	0,03073	0,00027	0,02419	194,8	4,3	197,2	5,8	226,0	66,0
MIA_641_28	582	672	1,2	0,05120	0,00200	0,21520	0,00870	0,03075	0,0003	0,16742	195,0	4,3	196,6	7,3	241,0	78,0
MIA_641_38	853	848	1,0	0,04960	0,00160	0,20920	0,00660	0,03077	0,00032	0,10171	195,5	4,4	192,1	5,5	189,0	63,0
MIA_641_47	743	492	0,7	0,04950	0,00150	0,21410	0,00660	0,0308	0,00033	0,16701	195,7	4,5	196,7	5,6	175,0	61,0
MIA_641_8	673	691	1,0	0,05050	0,00150	0,21600	0,00600	0,03099	0,00027	0,11387	196,6	4,3	198,4	5,1	208,0	59,0
MIA_641_5	506	575	1,1	0,05210	0,00210	0,22520	0,00860	0,03111	0,00033	0,10000	197,0	4,5	205,5	7,2	261,0	78,0
MIA_641_24	226	371	1,6	0,04800	0,00380	0,20400	0,01600	0,03123	0,0005	0,07667	198,8	5,2	187,0	14,0	140,0	130,0
MIA_641_37	679	764	1,1	0,04930	0,00210	0,20410	0,00810	0,03123	0,00032	0,08089	198,4	4,5	188,7	6,7	160,0	79,0
MIA_641_44	744	688	0,9	0,05020	0,00210	0,22010	0,00960	0,0313	0,00048	0,33815	198,6	5,0	201,5	7,9	212,0	80,0
MIA_641_43	217	151	0,7	0,05000	0,00320	0,21700	0,01400	0,03132	0,00052	0,26159	198,8	5,2	196,0	12,0	210,0	120,0
MIA_641_36	1.061	1.300	1,2	0,05000	0,00160	0,21390	0,00710	0,03139	0,0003	0,12088	199,3	4,4	196,5	5,9	206,0	67,0
MIA_641_25	586	537	0,9	0,05200	0,00220	0,22540	0,00970	0,03141	0,00033	0,04471	198,9	4,5	206,0	8,1	264,0	85,0
MIA_641_35	688	779	1,1	0,04930	0,00190	0,20890	0,00770	0,03146	0,00032	0,10291	199,9	4,5	191,6	6,5	158,0	73,0
MIA_641_49	559	437	0,8	0,04970	0,00210	0,21740	0,00840	0,03152	0,00034	0,10000	200,2	4,6	198,5	7,0	183,0	79,0
MIA_641_20	1.026	1.710	1,7	0,05250	0,00140	0,22830	0,00620	0,03154	0,00028	0,19024	199,6	4,4	208,1	5,1	292,0	57,0
MIA_641_12	475	407	0,9	0,05120	0,00210	0,22400	0,00900	0,03158	0,00035	0,13340	200,2	4,6	204,4	7,4	238,0	80,0
MIA_641_42	621	932	1,5	0,05110	0,00210	0,22150	0,00930	0,03157	0,00036	0,11950	200,1	4,6	202,2	7,7	246,0	81,0
MIA_641_3	1.430	3.620	2,5	0,05070	0,00160	0,22260	0,00790	0,03159	0,00056	0,43028	200,3	5,3	203,4	6,5	219,0	67,0
MIA_641_16	492	359	0,7	0,05040	0,00180	0,22200	0,00780	0,0316	0,00036	0,14768	200,5	4,6	204,1	6,4	228,0	69,0
MIA_641_19	1.000	733	0,7	0,05090	0,00130	0,22340	0,00630	0,03159	0,00037	0,35902	200,3	4,6	204,9	5,1	238,0	55,0
MIA_641_18	602	803	1,3	0,05930	0,00230	0,25800	0,01000	0,03205	0,00034	0,26440	201,1	4,6	232,0	7,9	530,0	79,0
MIA_641_31	819	1.091	1,3	0,05220	0,00190	0,22890	0,00890	0,0321	0,00039	0,29312	203,2	4,8	208,9	7,3	271,0	75,0
MIA_641_6	372	685	1,8	0,08320	0,00760	0,38800	0,04400	0,03217	0,00095	0,71166	195,8	7,0	324,0	30,0	1.190,0	180,0
MIA_641_26	499	547	1,1	0,05300	0,00220	0,23400	0,01000	0,03221	0,00036	0,27914	203,7	4,7	212,9	8,3	298,0	83,0
MIA_641_33	990	788	0,8	0,04920	0,00180	0,21170	0,00780	0,03222	0,00038	0,13888	204,7	4,8	195,0	6,5	165,0	72,0
MIA_641_9	1.152	1.658	1,4	0,05010	0,00120	0,22420	0,00560	0,03225	0,00043	0,40189	204,6	4,9	204,9	4,6	197,0	51,0
MIA_641_39	654	646	1,0	0,05220	0,00250	0,22800	0,01100	0,03236	0,0004	0,40418	204,8	4,9	205,4	8,4	259,0	85,0
MIA_641_4	387	359	0,9	0,05050	0,00200	0,22480	0,00970	0,03238	0,00045	0,33928	205,4	5,0	205,6	7,9	199,0	77,0
MIA_641_27	486	464,2	1,0	0,08100	0,00660	0,37800	0,03900	0,03238	0,0006	0,80806	197,6	5,7	306,0	24,0	1.000,0	140,0
MIA_641_34	866	818	0,9	0,05030	0,00160	0,22290	0,00690	0,03238	0,00035	0,13619	205,4	4,7	204,4	5,8	215,0	64,0
MIA_641_32	1.440	1.200	0,8	0,08010	0,00330	0,35300	0,01500	0,03243	0,00033	0,13952	198,1	4,6	307,0	12,0	1.136,0	80,0
MIA_641_11	450	361	0,8	0,05140	0,00190	0,25000	0,01100	0,03415	0,0007	0,51803	216,2	6,2	225,6	8,6	272,0	74,0
MIA_641_10	726	1.510	2,1	0,05250	0,00190	0,25070	0,00960	0,03475	0,00047	0,38602	219,7	5,3	226,4	7,9	298,0	74,0
MIA_641_15	775	826	1,1	0,06090	0,00160	0,33700	0,01200	0,04037	0,0008	0,67171	252,1	6,9	295,4	9,2	611,0	58,0
MIA_641_48	186	96,7	0,5	0,06670	0,00480	0,58700	0,06900	0,0572	0,0058	0,90747	352,9	35,9	433,0	42,0	770,0	150,0
MIA_641_41	1.311	646	0,5	0,08620	0,00150	1,45200	0,03500	0,1228	0,0019	0,73492	727,3	18,3	909,0	15,0	1.335,0	34,0
MIA_641_17	259	80,7	0,3	0,08020	0,00130	2,20100	0,04000	0,199	0,0019	0,38408	1.168,2	25,6	1.179,0	13,0	1.205,0	34,0