

EDADES POR TRAZAS DE FISIÓN DE CIRCONES PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN SALDAÑA, VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA

Schwabe, E.⁽¹⁾; Toro, G.⁽¹⁾; Kairuz Ch.⁽²⁾; Ferreira, P.⁽²⁾

RESUMEN

El análisis por trazas de fisión en circones provenientes de muestras de zanja y corazones de los pozos: 1A, Suarez-1, Dina-12 perforados en el Valle Superior del Magdalena (VSM), permitió sugerir el límite máximo de depositación para la secuencia piroclástica de la Formación Saldaña en 137 Ma. Adicionalmente, se encontraron retrabajados en la Formación Saldaña circones con edades del Devónico-Carbonífero (356 ± 16 Ma a 395 ± 15 Ma); hasta comprobar que no hay rejuvenecimiento en estas edades no se descarta la posibilidad de que el área fuente sea más antigua. Cristales Jurásicos, provenientes de la erosión de bloques de la Formación Saldaña se encontraron además mezclados con circones del Cretáceo Inferior en el pozo Suarez-1 y con cristales Miocenos en el pozo Dina 12.

La retención de trazas en los circones indica que por lo menos a partir del Jurásico, la secuencia sedimentaria del VSM no ha sido afectada por eventos térmicos locales con temperaturas superiores a los $210 \pm 40^\circ\text{C}$ (rango de temperatura para el inicio de borrado de trazas en el circon).

Palabras clave: Trazas de fisión, termocronología, Valle Superior del Magdalena Colombia, Formación Saldaña.

ABSTRACT

Fission track analyses were done on ditch cutting and core samples from wells 1A, Suarez-1 and Dina 12 drilled in the Upper Magdalena Valley. In 1A well: a population of crystals of Devonian-Carboniferous age (356 ± 16 Ma to 395 ± 15 Ma) occurs with a population of crystals of Early Cretacic age (137 ± 6 Ma). In the Suarez-1 well zircons of Early Cretacic age (135.0 ± 5 Ma) were found. Finally, it was found in Dina 12 well a population of crystals of Early Cretacic age (141 ± 5 Ma) mixed with Tertiary crystals. Fission track ages between 137 and 141 Ma, are in agreement with published ages for the Saldaña Formation. Track retention in zircon indicates that, at least, from the Jurassic the sedimentary sequence has not been affected by thermal events over $210 \pm 20^\circ\text{C}$ (maximum temperature of retention track range in zircon according to Zaun and Wagner, 1985).

Keywords: fission track, thermochronology, Upper Magdalena Valley - Colombia, Saldaña Formation.

¹Universidad EAFIT, A.A. 3300, Medellín, Colombia, Correo electrónico: schwabe@altavista.com; gtoro@eafit.edu.co

²Ecopetrol, Vicepresidencia adjunta de exploración, Correo electrónico: ekairuz@ecopetrol.com.co, pferreir@ecopetrol.com.co

INTRODUCCIÓN

El método de datación por trazas de fisión (TF) permite obtener edades individuales para cada cristal de una muestra. En formaciones sedimentarias esto puede aprovecharse para identificar posibles áreas fuente de los sedimentos y la edad máxima de depositación de la formación, puesto que la sedimentación de un estrato es posterior a la edad de la población de los cristales más jóvenes retrabajados (Brandon, 1992). Otra característica importante del método, es que la retención de trazas en los cristales es función de la temperatura. Por encima del límite máximo del rango de retención ($210 \pm 20^\circ\text{C}$. Zaun y Wagner, 1985), las trazas se "borran", reiniciando el cronómetro. Esto puede aprovecharse para determinar eventos térmicos postdepositacionales por encima de los 200°C , temperatura que acabaría con la posibilidad de producir hidrocarburos en la cuenca a partir de la materia orgánica contenida en las formaciones afectadas por el calentamiento.

En este trabajo se presentan los resultados de dataciones por trazas de fisión de muestras de la Formación Saldaña, y muestras de otros niveles estratigráficos tomadas en pozos del Valle Superior del Magdalena (VSM), donde se encontró retrabajamiento de cristales Jurásicos.

MARCO GEOLÓGICO

La Formación Saldaña, definida por Cediél et al. (1980), aflora en las cuencas del Valle Superior del Magdalena y del Putumayo. Se divide en un miembro inferior denominado Chicalá de influencia marina (al W y SW de Payandé), y uno superior denominado Prado de origen continental (Mojica y Llinás, 1984; Mojica y Dorado, 1987). La Formación Saldaña está constituida por intercalaciones de piroclastitas, volcanitas y sedimentitas acumuladas en ambientes continentales y lacustres. Estos materiales son el producto de la actividad de estrato volcanes continentales de afinidad calco-alcalina en un dominio tectónico distensivo (Cediél et al., 1981; Mojica y Llinás, 1984; Bayona et al., 1994).

La Formación Saldaña hace parte de una franja de cuerpos volcano-sedimentarios o capas rojas de edad Jurásica, alineados en dirección NNE-SSE (Mojica y Dorado, 1987; Mojica y Kammer, 1995; Mojica et al., 1996), que se extiende desde el Ecuador hasta Venezuela (FIGURA 1). Las características de estas formaciones reflejan condiciones áridas, lo cual explicaría la pobreza generalizada de estos estratos en macro y microfósiles, dificultando su datación por métodos bioestratigráficos (Mojica et al., 1996).

En Ecuador, las formaciones Jurásicas correlacionables con la Formación Saldaña son la Formación Santiago, constituida por una sucesión de calizas y shales, asociada en su parte norte con una serie de brechas y tobos volcánicas, y la parte superior (volcanoclástica) de la Formación Chapiza, denominada Miembro Misahualli (Balkwill et al., 1995). En Venezuela, una correlación similar se plantea con las Formaciones Tinacoa, Macoíta y La Quinta pertenecientes al Grupo La Ge, y el Grupo Volcánico de Guacamayas, expuesto en la región de El Baúl (Mojica y Kammer, 1995; Mojica et al., 1996). Otras formaciones Jurásicas en Colombia, correlacionables con la Formación Saldaña, son las formaciones Corual, Guatapurí, Jordán, Ranchogrande, y el Grupo Girón (Mojica y Kammer, 1995).

El corredor de rocas volcano-sedimentarias y capas rojas del Jurásico en el noroccidente Suramericano (Burkley, 1976; Burke et al., 1984; Bayona et al., 1994) es el resultado de procesos tectónicos que permitieron la aparición de grábenes, los cuales posiblemente evolucionaron a un aulacógeno o rift supracontinental con dirección NNE-SSW (Mojica y Kammer, 1995). Este fenómeno originó un extenso vulcanismo subaéreo que generó grandes volúmenes de material distribuido en por lo menos tres provincias eruptivas: El Valle Superior del Magdalena, El Valle del Cesar- Perijá y El Macizo del Baúl (Mojica y Kammer, 1995)

Shagam, R., Eds. The Caribbean - South American Plate Boundary and regional Tectonics. G.S.A. Memoir, Vol. 162, pp. 365-384.

Maze, W. B. (1984). Jurassic La Quinta Formation in the Sierra de Perijá, northwestern Venezuela: Geology and tectonic environment of red beds and volcanic rocks. In: Bonini, W.E., Hargraves, R.B., Shagam, R., Eds. The Caribbean - South American Plate Boundary and regional Tectonics. G.S.A. Memoir, Vol. 162, pp. 263-282.

Maya, M. (1992). Catalogo de las dataciones isotópicas en Colombia. Bol. Geol. Ingeominas. Vol 32. No 1. pp 127-188.

Mojica, J., Llinas, R. (1984). Observaciones recientes sobre las características del basamento económico del Valle Superior del Magdalena en la región de Payandé-Rovira (Tolima., Colombia). Geol. Colombiana. Bogotá No. 13 pp 81-128.

Mojica, J., Dorado, J. (1987). El Jurásico anterior a los movimientos intermalmicos en los Andes Colombianos. Parte A: Estratigrafía. En: Volkheimer, W., Musacchio, E., Eds. Bioestratigrafía de los sistemas regionales del Jurásico y Cretácicos de América del Sur, Tomo 1. Mendoza, Argentina.

Mojica, J., Kammer, A. (1995). Eventos Jurásicos en Colombia. - Geol. Colombiana, Bogotá, No. 19, pp. 165-172.

Mojica, J., Kammer, A., Ujueta, G. (1996). El Jurásico del Sector Noroccidental de Suramérica y Guía de la Excursión al Valle Superior del Magdalena (Nov.1-4/95), Regiones de Payandé y Prado, Departamento del Tolima., Colombia. Geol. Colombiana. Bogotá, No. 21, pp. 3-40.

Naeser, C. W. (1976). Fission track dating: U.S. Geological Survey, Open -File Report, pp. 76-190. Noble, S. R., Aspden, J. A., and Jemielita, R. (1997). Northern Andean crustal evolution: New U-Pb geochronological constraints from Ecuador. GSA Bull., Vol. 109, pp.789-798.

Schubert, C., Sifontes, R. S., Padron, V. E., Velez, J. R., Loaiza, P. A. (1979). Formación La Quinta (Jurásico) Andes Merideños: Geología de la sección tipo: Acta Ciencia Venezolana, Vol. 30, pp. 42-55.

Seward, D., Kohn, B. P., (1997). New zircon fission-track ages from New Zealand Quaternary tephra: and interlaboratory experiment and recommendations for the determination of young ages. Chem. Geology, Vol. 141, pp.127-140.

Shagam, R., et al. (1984). Tectonic implications of Cretaceous - Pliocene fission - track ages from rocks of the circum - Maracaibo Basin region of Western Venezuela and eastern Colombia: In: Bonini, W.E., Hargraves, R.B., Shagam, R. Eds, The Caribbean - South American Plate Boundary and regional Tectonics. G.S.A. Memoir No.162, pp. 263-282.

Sillitoe, L et al. (1982). Setting characteristics and age of the Andean porphyric Cooper Colombia. Economic Geology, Vol. 77, pp. 1837-1850.

Van der Wiel. A. M. (1991). Uplift and volcanism of the SE Colombian Andes in relation to Neogene Sedimentation in the Upper Magdalena Valley (Reprinted from Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, Amsterdam, 1991). - In: Van der Hammen. T. (Ed.), The Quaternary of Colombia, 208 p.

Vesga, J., Barrero, D. (1978). Edades K/Ar en rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera Central de Colombia y su implicación geológica. II congreso Colombiano de Geología., Resúmenes.

Zaun, P. E., Wagner, G. A., (1985). Fission track stability in zircons under geological conditions. Nucl. Tracks., Vol 10, pp 303-307.

Trabajo recibido: agosto 3 de 2001
Trabajo aceptado: septiembre 5 de 2001

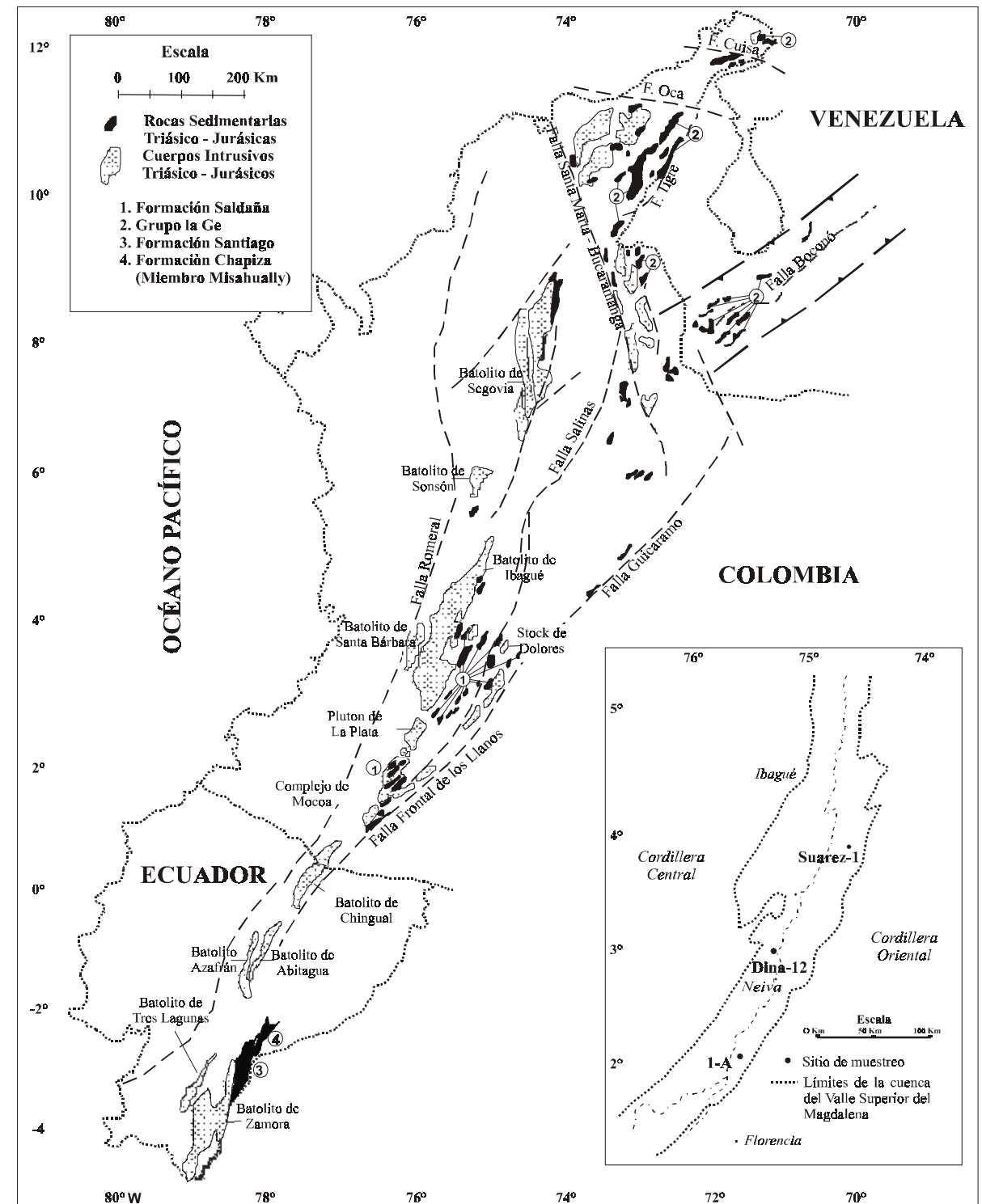


FIGURA 1. Afloramientos de las Principales Unidades Triásico- Jurásicas en Colombia y localización de pozos muestreados en el Valle Superior del Magdalena (modificado de Mojica y Kammer,1995; Aspden et al. 1987; Noble et al, 1997)

TABLA 1. Dataciones radiométricas en la Formación Saldaña, unidades y formaciones correlacionables, en Colombia, Ecuador y Venezuela.

Localidad	Edad	Método	Referencia
Stock de Dolores	182±4 Ma	K/Ar -Biotita	Guerrero y Tamara (1982)
	176±4 Ma	K/Ar -Hornblenda	
	166±4 Ma	K/Ar -Biotita	Sillitoe et al (1982)
Complejo ígneo de Mocoa	183±3 Ma hasta 172±2 Ma	K/Ar Roca Total	Jaramillo et al (1980)
Plutón Granitoide de la Plata	183±5 Ma	K/Ar - Biotita	Alvarez y Linares (1983)
	136±4 Ma	Rb/Sr - Biotita	Priem et al (1989) en: Maya (1992)
	139±4 Ma	K/Ar - Hornblenda	Priem et al (1989) en: Maya (1992)
Batolito de Ibagué	131±2 Ma	K/Ar - Sericita	Sillitoe et al. (1982)
	146±3 Ma	K/Ar - Sericita	Sillitoe et al. (1982)
	142±6 Ma	K/Ar -Hornblenda	Vesga y Barrero (1978)
	142±9 Ma	K/Ar -Hornblenda	Vesga y Barrero (1978)
	143±5 Ma	K/Ar -Biotita	Vesga y Barrero (1978)
	143±9 Ma	K/Ar -Hornblenda	Vesga y Barrero (1978)
	147±4 Ma	K/Ar -Biotita	Vesga y Barrero (1978)
	145±4 Ma	K/Ar -Biotita	Brook (1984)
	146±3 Ma	K/Ar -Biotita	Brook (1984)
	146±4 Ma	K/Ar -Biotita	Brook (1984)
	148±4 Ma	K/Ar -Hornblenda	Brook (1984)
Batolito de Zamora	152±4 Ma	Isocrona Rb/Sr	Aspden y Litherland, (1992)
	194±7 Ma		
Batolito de Azafrán	146.7±4.3	U/Pb Circón	Noble et al. (1997)
	141.3±2.6	U/Pb Circón	Noble et al. (1997)
	155.9±4.3	U/Pb Circón	Noble et al. (1997)
Batolito de Abitagua	163±2	Isocrona Rb/Sr	Aspden y Litherland, (1992)
Batolito de Tres Lagunas	230 hasta 773 Ma	U/Pb Circón	Noble et al. (1997)
Riolita Fm. La Quinta	229±15 Ma	U/Pb circón	Burkley (1976)
	149±10 Ma	K/Ar Biotita	Schubert et al. (1979)
	122.5±7.7 Ma	K/ Ar Roca Total	Schubert et al. (1979)
	89±12 Ma	TF en circón	Kohn et al., (1984)
	80±14 Ma		
Brecha en la Fm. La Quinta	117±19 Ma	TF en circón	Shagam et al. (1984)
	127±20 Ma		
Granito- Base Fm. La Quinta	185±7 Ma	K/Ar	Espejo et al. (1980)
Toba Andesítica Fm La Quinta	168±5 Ma	K/Ar en hornblenda	Espejo et al. (1980)
Rocas Volcánicas de El Totumo	156 Ma hasta 174 Ma	Rb/Sr Roca Total	Maze (1984)
	146±7 M.a hasta 155 M.a	K/Ar Roca Total	Maze (1984)

DATACIONES RADIOMÉTRICAS PUBLICADAS

En la TABLA 1 se sintetizan las dataciones realizadas en unidades litológicas espacialmente relacionadas y/o correlacionables con la Formación Saldaña. Estas edades corresponden a batolitos, pequeños plutones,

stocks y apófisis intrusivos en las rocas precretáceas contemporáneas o ligeramente posteriores al vulcanismo Saldaña. Estos cuerpos corresponderían a la fase principal del período de intensa actividad magmática entre los 180 y los 140 Ma determinado por Aspden et al. (1987).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en conjunto por investigadores de ECOPEPETROL y Universidad EAFIT. A ambas instituciones expresamos nuestro agradecimiento. Igualmente, agradecemos al Dr. José Ignacio Martínez por las correcciones y sugerencias.

REFERENCIAS

Alvarez, J., Linares, E. (1983). Edad K/Ar del plutón granitoide de La Plata, Departamento del Huila, Colombia. *Geología Norandina*, No. 7, pp. 35-38.

Aspden, J. A., McCourt, W. J., Brook, M. (1987). Geometrical control of subduction-related magmatism: the Mesozoic and Cenozoic plutonic history of Western Colombia. *J. of the Geol. Soc. London*, Vol. 144, pp. 893-905.

Aspden, J. A., Litherland, M. (1992). The geology and Mesozoic collisional history of the Cordillera Real, Ecuador. *Tectonophysics*, Vol. 205, pp. 187-204.

Balkwill, H.R. et al. (1995). Northern part of Oriente Basin, Ecuador: Reflection of seismic structures. In: Tankard, A.J., Suárez, S., and Welsink, H.J. Eds. *Petroleum Basins of South America*. AAPG Memoir, No. 62, pp. 559-571.

Bayona, G. A., García, D. F., Mora, G. (1994). La Formación Saldaña: producto de la actividad de estratovolcanes continentales en un dominio de retroarco. *Estudios geológicos del Valle Superior del Magdalena*. U. Nal. Bogotá. pp I 1-21.

Brandon, M. T. (1992). Decomposition of fission-track grain-age distribution. *Am. J. Sci.*, Vol. 292, pp. 535-564.

Brook, M. (1984). New radiometric age data from SW Colombia. *Reporte Técnico 10 Ingeominas-Misión Británica*. pp.

Burke, K., Copper, C., Dewey, J. F., Mann, P., Pindell, J. L. (1984). Caribbean tectonics and relative plate motions. *Geol. Soc. Am. Mem.* Vol. 162, pp. 31-63.

Burkley, L. A. (1976). *Geochronology of the central Venezuelan Andes* (PhD thesis) Cleveland, Case Western Reserve University, 150 p.

Cediel, F., Macia, C., Mojica, J. (1981). Las Formaciones Luisa, Payandé, Saldaña sus columnas estratigráficas características. *Geología Norandina*, No. 3, pp. 11-20.

Cediel, F., Macia, C., Mojica, J. (1980). Definición estratigráfica del Triásico de Colombia, Sudamérica, Formaciones Luisa, Payandé y Saldaña. *Newsletters on stratigraphy* Vol. 9, pp. 73-104.

Espejo, A. C., Etchart, H. L., Cordani, U. G., Kawashita, K. (1980). Geocronología de intrusivas ácidas en la Sierra de Perijá, Venezuela: República de Venezuela. Ministerio de energía y Minas. *Boletín de Geología*, No. 14, pp. 245-254.

Galbraith, R. F., Green, P. F. (1990). Estimating the component ages in a Finite Mixture. *Int J. Radiat. Appl. Instrum. part D.*, No. 17, pp. 197-206.

Galbraith, R. F., Laslett, G. M. (1993). Statistical models for mixed fission track ages. *Nucl. Tracks Radiat. Meas.* No. 21, pp. 459-470.

Galbraith, R. F. (1989). The radial plot: graphical assessment of spreads in ages. *Int. J. Radiat. Appl. Instrum, Part D*. No. 17, pp. 207-214.

Green, P. F. (1981). A new look at statistics in fission-track dating. *Nucl. Tracks*, No.5, pp. 77-86.

Guerrero, B., Tamara, A. (1982). Petrografía de los intrusivos Triásico - Jurásico y sus relaciones con la Formación Saldaña, al occidente de Dolores, Tolima. Trabajo de grado no publicado. U. Nal Bogotá, 63p.

Hurford, A.J. (1990). Standardization of fission track dating calibration: Recommendation by fission track working group of the I.U.G.S. Subcommission on geochronology. *Chem. Geol. (Isotope Geosci. Section)*, Vol. 80, pp. 171-178.

Jaramillo, L., Escobar, R., Vesga, C. (1980). Edades K/Ar de rocas con alteración hidrotermal asociadas al sistema de pórfidos de Cobre y Molibdeno de Mocoa, Intendencia del Putumayo, Colombia. *Geología Norandina*, No. 1, pp. 11-18.

Kohn, B. P., Shagan, R., Banks, P. O., Burkley, L. A. (1984). Mesozoic - Pleistocene fission track ages on rocks of the Venezuelan Andes and their tectonic implications. In: Bonini, W.E., Hargraves, R.B.,

TABLA 2. Datos analíticos y edades por trazas de fisión calculadas para las muestras tomadas de los pozos 1 (montajes 1A-2B, 1A-2R(2) y 1A-2R(3)), Suárez-1 (montaje S-4) y Dina-12 (montaje Din12-1) en el Valle Superior del Magdalena. Las edades fueron calculadas empleando la metodología propuesta por Galbraith y Laslett (1993). Para la separación de poblaciones se aplicó el algoritmo de Galbraith y Green, (1990) y el cálculo de la probabilidad del χ^2 se hizo según Green (1981).

Leyenda: n= número de cristales datados, rs, ri y rd, densidad de trazas fósiles e inducidas en kaptón y en el vidrio dosimétrico. Se empleó el vidrio patrón estándar 961. Zeta G.T. 366 ± 7 y zeta E.S. 387 ± 11 . Ambos zetas fueron calculados empleando circones estándar de Fish Canyon Tuff y Buluk Tuff (Gloria Toro; G.T.) y sólo estándares de Fish Canyon Tuff (Erika Schwabe; E.S.).

Muestra	n	ρ_s (tr*10 ⁶ /cm ²) Ns	ρ_i (tr*10 ⁶ /cm ²) Ni	P(χ^2) (%)	Dispersión (%)	ρ_d (tr*10 ⁴ /cm ²) Nd	Edad central (M.a)	\pm 1s
1A-2B	5	12.07	0.75	<1	33.2	6.3	191.5 \pm 9.0	
(E.S)		821	51			17492		
(Población 1)	3	10.78	0.95	74	<1	6.3	136.8 \pm 6	
		431	38			17492		
(Población 2)	2	13.93	0.464	55	<1	6.3	355.7 \pm 16	
		390	28			17492		
1A-2R(2)	5	15.71	0.49	87	<1	6.3	395.7 \pm 15	
(G.T)		770	23			17492		
1A-2R(3)	3	14.56	0.55	83	<1	7.82	387.0 \pm 14	
(G.T)		529	19			12.611		
S-4	8	8.336	0.890	11	20	7.82	134.6 \pm 5	
(G.T)		1217	130			12.611		
Din 12-1	4	7.653	0.653	92	<1	6.3	141.0 \pm 5	
(E.S)		574	49			17492		

Este límite máximo para la depositación de la Formación Saldaña de 136 Ma, es la edad más joven que se ha reportado en esta formación, por lo que podría considerarse que existen conflictos al comparar estos resultados con las edades reportadas para algunos de los cuerpos que la intruyen (TABLA 1), los cuales resultarían más antiguos. Esta discrepancia podría tener varias interpretaciones, una de ellas es la baja temperatura a la cual se "cierra" el cronómetro en el circón ($210 \pm 40^\circ\text{C}$; Zaun y Wagner, 1985), mucho más baja que las temperaturas de cierre en otros métodos de datación. Esto hace que en zonas con altos flujos térmicos, las edades TF podrían eventualmente resultar más jóvenes que las reportadas por ejemplo utilizando K/Ar o Sb/Sr. En este caso, los datos obtenidos en otros sectores de la cuenca permiten confirmar la edad Cretácico temprano, por lo que se desecha esta hipótesis. En la opinión de los autores, los datos indican que el vulcanismo Saldaña pudo en realidad tener una mayor duración en el tiempo a lo que se pensaba hasta hoy, por lo que sería necesario realizar nuevas dataciones sistemáticas sobre los pequeños cuerpos intrusivos,

y la secuencia piroclástica con el fin de confirmar esta idea.

En los montajes del pozo 1A aparecen tres poblaciones con edades entre los 395 y 355 Ma (Devónico a Carbonífero). En este caso, es difícil determinar si las edades TF fueron borradas por algún evento térmico anterior a la depositación, por lo que no deben descartarse fuentes antiguas como el Macizo de Garzón, el cual estuvo sometido a procesos de levantamiento y denudación entre los 850 y 210 Ma (Van der Wiel, 1991). Otra fuente posible es la Cordillera Central ancestral, en donde las rocas del Grupo Cajamarca pueden haber aportado cristales con edades concordantes con las obtenidas.

No se encontró evidencia de eventos térmicos por encima del rango de los $250-300^\circ\text{C}$ posteriores a los 137 Ma, puesto que los cristales de la Formación Saldaña en las muestras tomadas en el Sur del Sinclinal de Neiva no muestran evidencias de rejuvenecimiento y se conservan en la misma circones con edades Paleozoicas.

En Colombia existen pocas dataciones radiométricas para estos cuerpos intrusivos. Las más significativas, dada su relación directa con la Formación Saldaña, son las dataciones de 176 ± 4 Ma K/Ar en hornblenda y 182 ± 4 Ma K/Ar en biotita en el Stock de Dolores (Guerrero y Tamara, 1982). Según estos autores, el stock forma parte de la fase final de los estratovolcanes que originaron la Formación Saldaña, proponiendo además que la intrusión ocurre al mismo tiempo que el vulcanismo subaéreo.

Otros cuerpos intrusivos en secuencias correlacionables con la Formación Saldaña son el Complejo Ígneo de Mocoa, de 172 ± 2 a 183 ± 3 Ma K/Ar en roca total (Jaramillo et al. 1980), y el Plutón Granitoide de la Plata, con una datación de 182 ± 5 Ma K/Ar en biotita (Alvarez y Linares, 1983).

Las edades K/Ar reportadas por diferentes autores para el Batolito de Ibagué (localizado al W del Valle del Magdalena en la Cordillera Central; FIGURA 1) fluctúan ente los 130 y 155 Ma, coincidiendo aproximadamente con las edades reportadas para los intrusivos más pequeños.

En el Ecuador, el Miembro Misahualli de la Formación Chapiza y otras unidades correlacionables con la Formación Saldaña, están cortadas por intrusiones como El Batolito de Zamora con edades entre 152 ± 4 Ma y 194 ± 7 Ma Rb/Sr isócronas y El Batolito de Abitagua con una edad de 163 ± 2 Ma (Aspden y Litherland, 1992).

En Venezuela, cabe mencionar una serie de dataciones radiométricas obtenidas por diferentes métodos sobre una riolita de la Formación La Quinta, en la cual Burkley (1976) obtuvo una edad de 229 ± 15 Ma U/Pb en circón y Schubert et al. (1979) obtuvieron edades de 149 ± 10 Ma y 122.5 ± 7.7 Ma por el método K/Ar en biotita y roca total respectivamente. Shagam et al. (1984) presentan otra serie de edades por trazas de fisión en circones para una brecha de la Formación la Quinta de 117 ± 19 Ma y 127 ± 20 Ma.

MÉTODOS

Se realizaron análisis por huellas de fisión en circones para dos muestras de zanja tomadas en el Pozo 1-A (donde se dató directamente la Formación Saldaña), localizado al sur del Sinclinal de Neiva (muestra a 15.000 pies de profundidad), el Pozo Suárez-1 (en el que se data una muestra de un nivel Cretácico Temprano no identificado), ubicado al sur de la población de Suárez (muestra a 9600 pies de profundidad), y una muestra de corazón del pozo Dina-12 (en la que se datan sedimentos del Grupo Honda), perforado al norte de Neiva (a 2064 pies). La FIGURA 1 muestra la localización aproximada de los pozos en el Valle Superior del Magdalena, y la FIGURA 2, un esquema de la localización de las muestras a profundidad.

A partir de cada una de las muestras se obtuvieron varios montajes de circones, los cuales fueron procesados y analizadas en el Laboratorio de trazas de fisión de la Universidad EAFIT, utilizando el método del detector externo (Naeser, 1976). La irradiación se realizó en el Reactor Orphee Saclay (Francia) a través del laboratorio de Geofísica Nuclear de Grenoble, Francia.

En cada montaje se dataron aquellos cristales con contenido homogéneo de uranio, determinado a partir de la ausencia de zonación en las trazas fósiles o inducidas, según las recomendaciones de Huford (1990). Igualmente, se dataron sólo los cristales donde la presencia de trazas paralelas al eje C sirvieron de criterio para determinar un ataque óptimo (Seward y Kohn, 1997). Los cristales sub o sobreatacados no fueron tenidos en cuenta en este estudio.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente aplicando el algoritmo de Galbraith y Green (1990) y en algunos montajes fue posible detectar mezcla de poblaciones de cristales con diferentes edades. En general se considera que hay más de una población cuando las muestras pasan un test de distribución χ^2 con una probabilidad menor al 5% o cuando al aplicar el algoritmo de Galbraith y

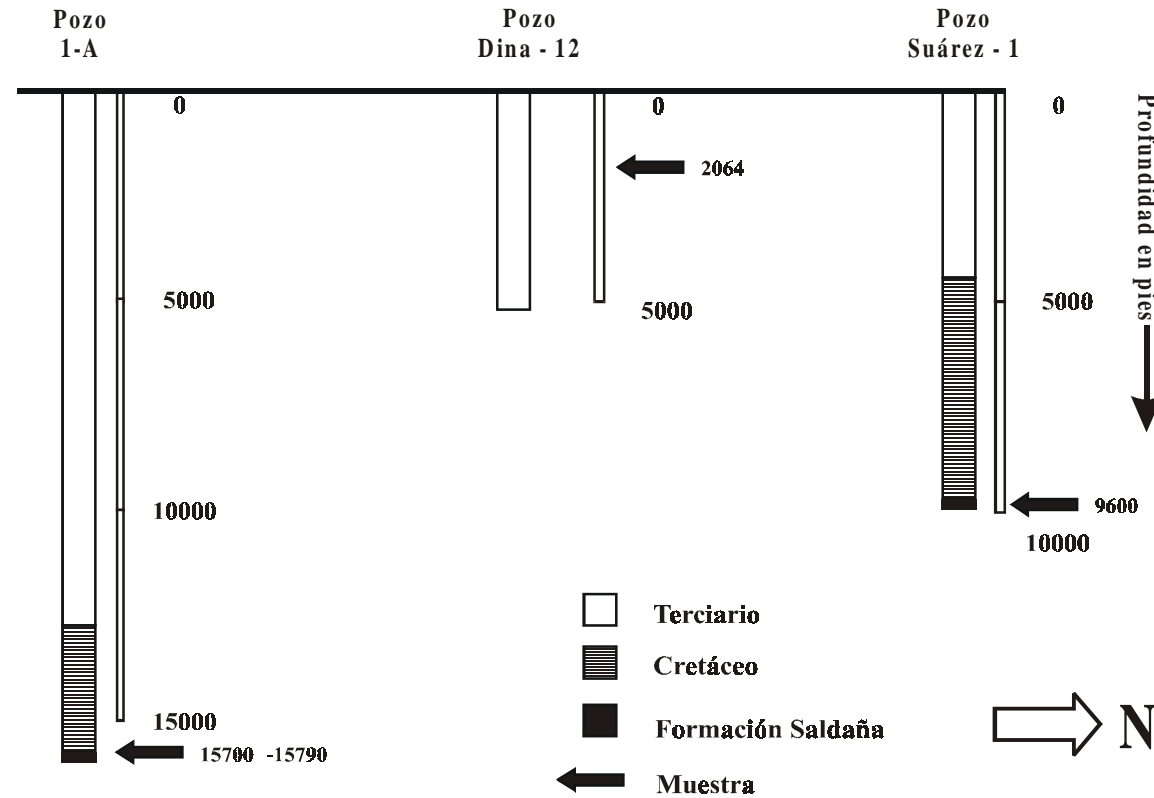


FIGURA 2. Sitios de muestreo y profundidad de las muestras datadas.

Green(1990), los datos presentan dispersiones mayores al 20%. La TABLA 2 y la FIGURA 3 muestran los resultados analíticos obtenidos durante el proceso de datación y las edades individuales obtenidas en cada montaje por cada observador.

En este trabajo se utiliza la Carta Estratigráfica Internacional publicada por la UNESCO en 1995.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las muestra tomadas a 15700 pies de profundidad en el pozo 1A, indican una edad TF para la depositación de la Formación Saldaña de 136.8±6.2 Ma (Berriasiano). Esta edad se interpreta como el límite máximo para la depositación de la secuencia volcanoclástica de la

formación. El dato se confirma con el análisis de la muestra S-4 tomado a 9600 pies de profundidad en el pozo Suárez-1, de una unidad del Cretáceo Temprano no identificada con precisión, presumiblemente a la Formación Yaví, en que se obtuvo una edad para el material más antiguo retrabajado de 134.6 ±5 Ma. La datación de la muestra Dina 12, correspondiente a sedimentos del Grupo Honda, produjo una edad de 141 ± 5 Ma, la cual también refleja un retrabajamiento de la Formación Saldaña.

La edad de 136.8±6.2 Ma es la primera obtenida por métodos radiométricos en la secuencia piroclástica de la Formación Saldaña, y coincide con la idea planteada por Aspden et al. (1987), en el sentido de la existencia de un evento magmático entre 180 y 140 Ma en Colombia.

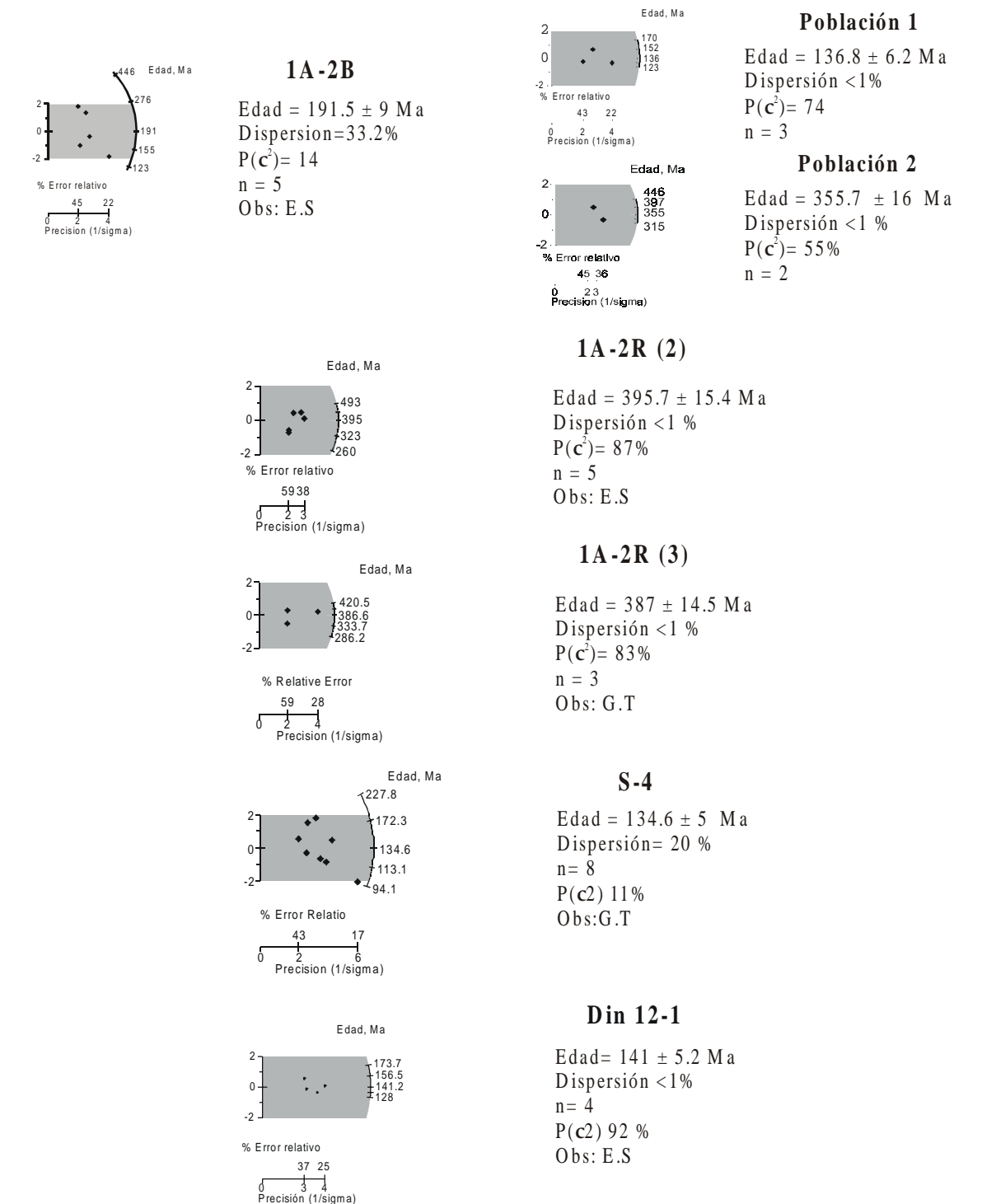


FIGURA 3. Diagramas radiales elaborados siguiendo la metodología de Galbraith, (1989). La edad central se calculó según el algoritmo de Galbraith y Laslett (1993). En estos diagramas, la edad de cada cristal (representada por los puntos en los diagramas) se lee en el eje circular y la precisión de cada dato en el eje X. El área en gris representa una dispersión de 2s respecto a la edad central.