

Suplemento electrónico

del artículo

Origen y desarrollo de la cuenca El Bajío en el sector central de la Faja Volcánica Transmexicana

por

**Paola A. Botero-Santa, Susana A. Alaniz-Álvarez, Ángel F. Nieto-Samaniego,
Margarita López-Martínez, Gilles Levresse, Shunshan Xu y Carlos Ortega-Obregón**

publicado en

Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 2015, 32(1), p. 84-98.

METODOLOGÍA ^{40}Ar - ^{39}Ar Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se analizó en el Laboratorio de Geocronología del CICESE, por el método ^{40}Ar - ^{39}Ar la muestra PAB 08 01 del Granito Comanja aplicando la técnica de calentamiento en etapas. Se analizaron concentrados minerales de biotita y de feldespato potásico. Los concentrados minerales se prepararon en el Laboratorio de separación de minerales del CICESE. El procedimiento consiste en molido, tamizado, lavado con agua deionizada, secado a 60 °C. La concentración preliminar de los minerales se realizó con el separador magnético Frantz, utilizando la fracción que contiene los granos más parecidos al tamaño de los minerales de interés. El concentrado mineral es examinado bajo el microscopio para asegurar una pureza >99%.

Los minerales y el monitor de irradiación (sanidino FCT 2 de 28.201 ± 0.046 Ma; Kuiper et al., 2008), recibieron una dosis de 30 MWh en la posición 5C del Reactor Nuclear de la Universidad de McMaster. Previo a la irradiación, las muestras fueron cubiertas con una lámina de cadmio para bloquear a los neutrones térmicos.

Las muestras y el monitor de irradiación fueron calentados con un láser de iones de argón marca Coherent modelo Innova 300. Las muestras fueron calentadas en etapas y el monitor de irradiación se fundió en un paso para determinar J, el factor de irradiación.

Los isótopos de argón fueron determinados con el espectrómetro de masas modelo VG5400. Cada medición de argón es precedida por un blanco en donde se determinan todos los isótopos de argón. Una vez corregidos por la contribución del blanco, los isótopos se corrigen por discriminación, reacciones de interferencia de calcio, potasio y cloro. Los factores de corrección usados para calcio y potasio son $(^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 6.50 \times 10^{-4}$; $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 2.55 \times 10^{-4}$; $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}} = 0$. La contribución a la masa 36 por interferencia con el cloro se basa en la siguiente ecuación: $^{36}\text{Ar} (^{35}\text{Cl} (n, \gamma) ^{36}\text{Cl} \rightarrow ^{36}\text{Ar} + \beta \text{ with } t_{1/2} = 3.1 \times 10^5 \text{ a})$. Los isótopos ^{37}Ar y ^{39}Ar se corrigen por decaimiento radiactivo. Las constantes recomendadas por Steiger y Jäger (1977) se usaron en todos los cálculos. Para el cálculo de las líneas rectas se utilizaron las ecuaciones presentadas por York et al., 2004. Los errores se reportan a 1σ . La edad integrada, de meseta y de isócrona incluyen la incertidumbre en el factor de irradiación J. Además, para la edad de meseta y de isócrona se incorporó la bondad del ajuste (MSWD, *Mean Square of Weighted Deviates*) ya que el MSWD es mayor que 1. La edad integrada se calcula sumando el gas liberado en cada una de las fracciones colectadas. La edad de meseta se calcula con el promedio ponderado de tres o más fracciones consecutivas que sean estadísticamente iguales dentro de 1σ excluyendo la incertidumbre en J. La edad de isócrona se calcula con la mejor línea recta definida por los datos en el diagrama de correlación $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ versus $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$. El $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ inicial se calcula del inverso de la intercepción de la isocrona con el eje de las ordenadas.

Se presentan en las Tablas A1 y A2 los datos ^{40}Ar - ^{39}Ar relevantes de los experimentos y una figura con el espectro de edad, diagrama de $^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}}/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$ y diagrama de correlación $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ versus $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ para la biotita y el feldespato PAB 08 01. A continuación se da una breve discusión de los resultados.

En la Figura A1a se puede ver que la biotita rindió un espectro de edad casi plano con una meseta bien definida. Está constituida por 9 fracciones que representan el 77.56% del ^{39}Ar liberado. La composición de la biotita es homogénea en relación al $^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}}/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$ rindiendo valores típicos de una biotita (Figura A1b). En la Figura A1c se muestra el diagrama de correlación $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ versus $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$, ahí se puede ver que los datos de las 7 fracciones que definen la edad de meseta se aglomeran en la intercepción con el eje de las abscisas. En la Figura A1d se muestra una ampliación de este grupo de datos. Dada la distribución de los datos, se consideró que la edad de isócrona, obtenida de la intercepción de la línea recta con el eje de las abscisas no está bien constreñida por lo que se tomó la edad de meseta de 53.11 ± 0.27 Ma como la mejor estimación de la edad de la biotita.

El feldespato potásico rindió un espectro de edad (Figura A2a) con edades variables. El promedio ponderado de cuatro fracciones que representan el 29.08% del ^{39}Ar liberado indica una edad de 54.00 ± 0.37 Ma, sin embargo la forma del espectro de edad sugiere la presencia de exceso de argón. Los valores de $^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}}/^{39}\text{Ar}_{\text{K}}$ indican que la composición es homogénea, típica de un feldespato rico en potasio (ver Figura A2b). Los datos de las 12 fracciones obtenidas en este experimento fueron ajustadas a una línea recta en el diagrama de correlación $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ versus $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (Figura A2c). Los datos definen una edad de isocrona de 53.63 ± 0.75 Ma. Los datos se distribuyen a lo largo de la línea recta por lo que la edad de isocrona se considera bien constreñida a pesar del MSWD de 12.4 para $n = 12$. A manera de ejercicio (ver Figura A2d) se calculó la isocrona con los pasos 2 a 10 y exceptuando el paso 6. Se obtuvo 53.80 ± 0.79 Ma, edad estadísticamente indistinguible de la edad calculada utilizando todos los datos. En este caso el MSWD fue de 1.8 para 8 datos ajustados. Debido a que la isocrona calculada utilizando todos los datos define un $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_i$ de 312 ± 7 , se toma la edad de 53.63 ± 0.75 Ma, como la mejor estimación para el feldespato potásico.

METODOLOGÍA U/Pb Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los fechamientos por U-Pb de las rocas volcánicas de la secuencia volcánica cenozoica de la región NW de la Sierra de Guanajuato, los zircones empleados fueron separados en el laboratorio de separación mineral del Centro de Geociencias (UNAM) y posteriormente montados en resina epóxica y expuestos mediante pulido. Para el análisis de su estructura interna y posterior selección de sitios apropiados para la ablación láser, los zircones de las muestras fueron observados bajo catodoluminiscencia en el microscopio binocular Olympus SZX-12 con una platina de marca Reliotrón en el laboratorio de Geofluidos del Centro de Geociencias (CGEO) UNAM. Las edades fueron obtenidas mediante ablación láser (193 nm) acoplado a un espectrómetro de masas con plasma inductivamente acoplado (LA-ICP-MS) en el Laboratorio de estudios Isotópicos (LEI) del Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, de acuerdo con los procedimientos descritos en Solari et al., 2010. El zircón de referencia fue el Pleišovice, del que se sabe que la edad U-Pb concordante es de 337.13 ± 0.37 Ma. según Sláma et al. (2008), y se utilizó en combinación con el vidrio estándar NIST 610 para corregir la desviación

instrumental y de fondo y volver a calcular las concentraciones elementales, utilizando el software U-Pb.Age (Solari y Tanner, 2011). A continuación se da una breve discusión de los resultados.

La muestra PAB 176-01 se colectó en cercanía al Rancho La Media Luna (Figura 3) en inmediaciones de la ciudad de León (Gto.). Los zircones empleados son largos, incoloros y con esporádicas inclusiones; la edad $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ media ponderada fue obtenida del análisis de 30 cristales, cuyas edades varían entre los 30 y 35 Ma. Sin embargo, la edad coherente calculada mediante el análisis de un grupo de 8 cristales, fue de 31.11 ± 0.42 Ma, con una confiabilidad del 95.1% (Figura 5, tabla A3 de este suplemento electrónico), edad corresponde a la edad de cristalización de la base de la Ignimbrita Cuatralba, en el sector de muestreo.

La muestra PAB 017-01 de la Andesita Bernalejo fue recolectada en las cercanías del caserío con el mismo nombre (Figura 3). Los zircones de esta muestra tienen formas subhedrales a anhedrales, sin tamaño uniforme, incoloros, con esporádicas inclusiones y, según la catodoluminiscencia, casi no exhiben zonación. La Andesita Bernalejo fue fechada mediante el análisis de 37 cristales, 33 fueron concordantes, obteniendo una edad $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ media ponderada de 31.36 ± 0.23 Ma, calculada a partir de 22 cristales coherentes con una confiabilidad del 95% (Figura 5, Tabla A4 de este suplemento electrónico). En general, en el diagrama de edad media ponderada y Tera- Wasserburg se observan dos familias de cristales, la primera, con el mayor número de cristales (~31 Ma), representa la edad de cristalización para esta andesita y la segunda, que parece ser heredada de otra unidad entre los 48 y 54 Ma, correspondería muy probablemente a las edades del Granito Comanja (Botero-Santa, 2011).

La unidad mas joven fechada para la zona estudiada en la Sierra de Guanajuato se asocia con la muestra PAB 180-01 (Tabla 1) y se obtuvo de un depósito piroclástico colectado en cercanía al rancho la Media Luna (figura 3). Los zircones en esta muestra exhiben colores rosa pálido, y guardan una relación muy cercana entre ancho y largo, con formas cúbicas y de prismas rectangulares, hay ausencia de inclusiones. La edad $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ media ponderada dada a partir del análisis de 29 cristales, es de 22.95 ± 0.15 Ma, calculada a partir de un grupo de 22 cristales con edades coherentes y una confiabilidad del 95%. Esta edad se interpreta como la edad de cristalización de la ignimbrita La Media Luna (Botero-Santa, 2011). (Figura 5, Tabla A5 de este suplemento electrónico).

AGRADECIMIENTOS

Miguel Angel García García realizó la espectrometría de masas ^{40}Ar - ^{39}Ar . Angela Susana Rosas Montoya preparó los concentrados de biotita y feldespato de la muestra PAB 08 01.

REFERENCIAS

- Kuiper, K.F., Deino, A., Hilgen, F.J., Krijgsman W., Renne P.R., Wijbrans J.R., 2008, Synchronizing rock clocks of Earth history: *Science* 320, 500-504.
- Sláma, J., Košler, J., Condon, D., Crowley, J., Gerdes, A., Hanchar, J., Horstwood, M., Morris, G., Nasdala, L., Norberg, N., Schaltegger, U., Schoene, B., Tubrett, M., Whitehouse, M., 2008, A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis: *Chemical Geology*, 249(1), 1-35
- Steiger, R.H., Jäger, E., 1977, Subcommission on Geochronology: Convention on the use of decay constants in Geo and Cosmochronology: *Earth and Planetary Science Letters*, 36, 359-362.
- Solari, L. A., Tanner, M., 2011, UPb.age, a fast data reduction script for LA-ICP-MS U/Pb geochronology: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28(1), 83-91.
- Solari, L. A., Gómez-Tuena, A., Bernal, J.P., Pérez-Arvizu, O., Tanner, M., 2010, U/Pb zircon geochronology with an integrated LA-ICP-MS Microanalytical Workstation: Achievements in precision and accuracy: *Geostandards and Geoanalytical Research*, 34(1), 5-18.
- York, D., Evensen, N.M., López-Martínez, M., De Basabe-Delgado, J., 2004, Unified equations for the slope, intercept, and standard errors of the best straight line: *American Journal of Physics*, 72 (3), 367-375.

Tabla A1

PAB 08 01
Granito Comanja

Coordenadas UTM (14Q)
X=210994
Y=2363467

Experimento de calentamiento en etapas con concentrado de biotita

Pot	$^{39}\text{Ar} \times 10^{-6}$	F ^{39}Ar	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_K$	1 σ	Edad en Ma	1 σ	% $^{40}\text{Ar}^*$	$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$	$^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}}/^{39}\text{Ar}_K$	
0.20	3.224	0.0013	6.94	6.41	42.96	39.25	1	7.82	320.57	2.552
0.50	64.584	0.0267	8.21	0.35	50.73	2.11	2	38.96	484.13	0.098
0.80	269.492	0.1113	8.71	0.07	53.78	0.41	3	96.64	8791.56	0.014
1.00	302.467	0.1249	8.60	0.05	53.11	0.31	4	98.94	27892.33	0.015
1.20	307.947	0.1272	8.59	0.04	53.06	0.22	5	99.31	42672.93	0.016
1.40	351.675	0.1452	8.63	0.04	53.33	0.24	6	91.13	3035.78	0.021
1.65	325.398	0.1344	8.53	0.04	52.70	0.23	7	99.12	33463.43	0.041
1.80	160.053	0.0661	8.63	0.08	53.31	0.49	8	99.44	52904.30	0.051
2.05	161.369	0.0666	8.53	0.07	52.72	0.40	9	99.75	120119.07	0.112
2.40	213.380	0.0881	8.78	0.07	54.21	0.42	10	99.67	89159.82	0.171
3.00	262.311	0.1083	9.37	0.06	57.78	0.36	11	94.61	5481.97	0.178

Resultados integrados

$^{39}\text{Ar} \times 10^{-6}$	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_K$	1 σ	Edad en Ma	1 σ	% $^{40}\text{Ar}^*$	$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$	$^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}}/^{39}\text{Ar}_K$
2422.0	8.69	0.02	53.67	0.28	93.75	4728.54	0.065

$$J = 0.003475 \pm 0.000016$$

$t_p = 53.11 \pm 0.27 \text{ Ma}$ para 77.56% del ^{39}Ar liberado en 7 pasos MSWD = 1.2 (promedio ponderado de los pasos 3 - 9);

$t_c = 52.84 \pm 0.33 \text{ Ma}$; $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_i = 459 \pm 114$; MSWD = 0.77 para n = 7, calculada de la línea recta definida por los pasos 3 - 9

Tabla A2

PAB 08 01
Granito Comanja

Coordenadas UTM (14Q)

X=0210994

Y=2363467

Experimento de calentamiento en etapas con concentrado de feldespatos de potasio

Pot	$^{39}\text{Ar} \times 10^{-6}$	F ^{39}Ar	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_K$	1 σ	Edad en Ma	1 σ		% $^{40}\text{Ar}^*$	$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$	$^{37}\text{Ar}_{\text{Ca}}/^{39}\text{Ar}_K$
0.80	184.062	0.0172	14.74	0.69	90.08	4.09	1	13.77	342.70	0.085
1.40	454.417	0.0424	8.81	0.14	54.38	0.87	2	49.71	587.63	0.087
1.90	258.661	0.0242	8.93	0.17	55.14	1.02	3	54.49	649.37	0.090
2.50	386.883	0.0361	8.72	0.10	53.83	0.60	4	66.41	879.84	0.041
3.30	584.072	0.0546	8.58	0.08	52.98	0.50	5	58.26	707.89	0.028
4.00	971.131	0.0907	9.36	0.08	57.76	0.47	6	57.02	687.49	0.073
4.70	1240.013	0.1158	8.80	0.06	54.37	0.37	7	68.85	948.64	0.063
5.40	371.261	0.0347	8.84	0.11	54.58	0.68	8	71.86	1050.17	0.033
6.40	536.966	0.0502	8.62	0.08	53.23	0.49	9	70.99	1018.77	0.030
8.50	964.829	0.0901	8.71	0.07	53.79	0.40	10	73.09	1098.09	0.017
10.00	1631.077	0.1523	9.23	0.07	56.95	0.42	11	75.25	1193.83	0.017
12.00	3122.958	0.2917	8.93	0.05	55.14	0.28	12	82.69	1706.99	0.007

Resultados integrados

$^{39}\text{Ar} \times 10^{-6}$	$^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_K$	1 σ	Edad en Ma	1 σ	% $^{40}\text{Ar}^*$	$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$	$^{37}\text{Ar}_{Ca}/^{39}\text{Ar}_K$
10710.0	9.03	0.04	55.73	0.34	62.87	795.77	0.033

$$J = 0.003475 \pm 0.000016$$

$t = 54.00 \pm 0.37$ Ma para 29.08% del ^{39}Ar liberado en 4 pasos MSWD = 1.42 (promedio ponderado de los pasos 7 - 10)

$t_c = 53.63 \pm 0.75$ Ma; $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_i = 312 \pm 7$; MSWD = 12.4 para $n = 12$, calculada de la línea recta definida por los pasos 1 - 12

$t_c = 53.80 \pm 0.79$ Ma; $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_i = 296 \pm 8$; MSWD = 1.8 para $n = 8$, calculada de la línea recta definida por los pasos 2 - 10 exceptuando el paso 6

Tabla A3. Experimentos U/Pb ICP-MS ablación láser en la Ignimbrita Cuatralba.

MuestraPab-176-01 Ignimbrita Cuatralba			RELACIONES ISOTÓPICAS CORREGIDAS						EIDADES CORREGIDAS (Ma)									
Análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±1σ	Rho	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±1σ	Mejor edad (Ma)	±1σ
Zr_26_038	1455	395	0.27	0.04872	0.00294	0.03572	0.00228	0.00532	0.00005	0.2	34.2	0.3	36.0	2	134	134	34.2	0.3
Zr_16_026	244	121	0.50	0.05934	0.00767	0.04307	0.00595	0.00526	0.0001	0.22	33.9	0.6	43.0	6	579	285	33.9	0.6
Zr_19_029	536	156	0.29	0.04795	0.00216	0.03456	0.00159	0.00526	0.00005	0.2	33.8	0.3	34.0	2	97	100	33.8	0.3
Zr_28_040	247	101	0.41	0.04897	0.00353	0.03435	0.00251	0.00519	0.00007	0.16	33.4	0.4	34.0	2	146	160	33.4	0.4
Zr_25_036	97	58	0.59	0.05092	0.0056	0.0342	0.00384	0.00517	0.00011	0.2	33.2	0.7	34.0	4	237	245	33.2	0.7
Zr_12_021	52	23	0.45	0.07607	0.00837	0.05209	0.00589	0.00514	0.00013	0.23	33	0.8	52.0	6	1097	210	33.0	0.8
Zr_30_042	139	78	0.56	0.07662	0.00536	0.05178	0.00374	0.00505	0.00009	0.25	32.5	0.6	51.0	4	1111	141	32.5	0.6
Zr_24_035	303	182	0.60	0.0557	0.00602	0.03869	0.00442	0.00504	0.00008	0.14	32.4	0.5	39.0	4	440	241	32.4	0.5
Zr_27_039	131	75	0.58	0.05776	0.00554	0.03916	0.00387	0.00502	0.00012	0.24	32.3	0.8	39.0	4	521	213	32.3	0.8
Zr_21_032	110	66	0.60	0.06852	0.00562	0.04696	0.004	0.00498	0.00011	0.27	32	0.7	47.0	4	884	171	32.0	0.7
Zr_13_022	412	185	0.45	0.05959	0.0048	0.0408	0.00352	0.00497	0.00007	0.2	31.9	0.4	41.0	3	589	177	31.9	0.4
Zr_20_030	320	88	0.28	0.04991	0.0026	0.03355	0.00181	0.00494	0.00007	0.26	31.8	0.4	34.0	2	191	119	31.8	0.4
Zr_10_018	115	92	0.80	0.05304	0.00819	0.03607	0.00591	0.00493	0.00012	0.32	31.7	0.8	36.0	6	331	318	31.7	0.8
Zr_23_034	395	172	0.43	0.05724	0.00286	0.0392	0.00202	0.00493	0.00006	0.24	31.7	0.4	39.0	2	501	111	31.7	0.4
Zr_11_020	429	209	0.49	0.05066	0.00257	0.03436	0.00186	0.00492	0.00005	0.28	31.6	0.3	34.0	2	225	111	31.6	0.3
Zr_4_011	327	150	0.46	0.04943	0.00318	0.03346	0.00238	0.00491	0.00007	0.28	31.6	0.5	33.0	2	168	144	31.6	0.5
Zr_17_027	589	200	0.34	0.04682	0.00173	0.03152	0.00121	0.0049	0.00005	0.27	31.5	0.3	32.0	1	40	78	31.5	0.3
Zr_8_016	132	89	0.67	0.07107	0.00554	0.04709	0.00377	0.00488	0.00009	0.23	31.4	0.6	47.0	4	959	155	31.4	0.6
Zr_7_015	78	33	0.42	0.07853	0.00858	0.05279	0.00617	0.00487	0.00011	0.26	31.3	0.7	52.0	6	1160	213	31.3	0.7
Zr_1_008	388	186	0.48	0.04541	0.0025	0.0299	0.00168	0.00484	0.00005	0.2	31.1	0.3	30.0	2	-33	110	31.1	0.3
Zr_5_012	799	312	0.39	0.04872	0.00195	0.03171	0.00131	0.00477	0.00005	0.25	30.7	0.3	32.0	1	134	89	30.7	0.3
Zr_2_009	434	163	0.38	0.05098	0.00271	0.03333	0.00189	0.00474	0.00005	0.2	30.5	0.3	33.0	2	240	122	30.5	0.3
Zr_6_014	532	276	0.52	0.05661	0.00647	0.03707	0.00447	0.00475	0.00006	0.23	30.5	0.4	37.0	4	476	248	30.5	0.4
Zr_3_010	356	137	0.38	0.05442	0.0032	0.03552	0.0023	0.00473	0.00006	0.3	30.4	0.4	35.0	2	389	133	30.4	0.4
Zr_9_017	724	505	0.70	0.06773	0.0069	0.04375	0.00475	0.00468	0.00006	0.29	30.1	0.4	43.0	5	860	208	30.1	0.4

Tabla A4. Experimentos U/Pb ICP-MS ablación láser en la Andesita Bernalejo.

Muestra	Pab-017	Andesita Bernalejo	RELACIONES ISOTÓPICAS CORREGIDAS										EIDADES CORREGIDAS (Ma)							
			Análisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±1s	Rho	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	Mejor edad (Ma)	±1σ
Zr_1_017_8			586	380	0.60	0.05068	0.00111	0.03976	0.00128	0.00571	0.00007	0.9	36.7	0.4	40	1	226	51	36.7	0.4
Zr_10_018			697	490	0.65	0.05547	0.00287	0.03739	0.00227	0.00489	0.00006	0.9	31.4	0.4	37	2	431	116	31.4	0.4
Zr_12_021			717	350	0.45	0.05431	0.00351	0.0368	0.00278	0.00491	0.00006	0.9	31.6	0.4	37	3	384	146	31.6	0.4
Zr_13_022			303	130	0.40	0.05665	0.00387	0.03804	0.00308	0.00487	0.00007	0.9	31.3	0.5	38	3	478	153	31.3	0.5
Zr_15_024			278	151	0.50	0.06348	0.00411	0.04441	0.00351	0.00507	0.00009	0.9	32.6	0.6	44	3	724	139	32.6	0.6
Zr_18_028			339	235	0.64	0.05956	0.00336	0.04109	0.00282	0.005	0.00007	0.9	32.2	0.4	41	3	588	124	32.2	0.4
Zr_19_029			222	87	0.36	0.06027	0.00339	0.04094	0.00281	0.00498	0.00007	0.9	32	0.4	41	3	613	124	32.0	0.4
Zr_2_009			472	200	0.39	0.05589	0.0026	0.03849	0.00226	0.005	0.00007	0.9	32.2	0.4	38	2	448	101	32.2	0.4
Zr_21_032			229	79	0.32	0.05537	0.0041	0.0404	0.00355	0.00529	0.00009	0.9	34	0.6	40	3	427	162	34.0	0.6
Zr_22_033			1483	809	0.50	0.05114	0.0008	0.03409	0.00088	0.00482	0.00006	0.9	31	0.4	34	0.9	247	35	31.0	0.4
Zr_23_034			623	412	0.61	0.05575	0.00242	0.03696	0.00201	0.0048	0.00006	0.9	30.9	0.4	37	2	442	95	30.9	0.4
Zr_24_035			401	210	0.48	0.05835	0.00216	0.03937	0.00187	0.00495	0.00006	0.9	31.8	0.4	39	2	543	79	31.8	0.4
Zr_25_036			1164	648	0.51	0.05409	0.00094	0.03765	0.00103	0.00504	0.00006	0.9	32.4	0.4	38	1	375	38	32.4	0.4
Zr_26_038			97	48	0.46	0.06156	0.00457	0.04416	0.00408	0.0053	0.00011	0.9	34.1	0.7	44	4	659	157	34.1	0.7
Zr_27_039			1156	879	0.70	0.05546	0.0034	0.03685	0.00266	0.00482	0.00007	0.9	31	0.4	37	3	431	134	31.0	0.4
Zr_28_040			362	163	0.41	0.05625	0.00157	0.03687	0.00143	0.00475	0.00006	0.9	30.5	0.4	37	1	462	61	30.5	0.40
Zr_29_041			267	102	0.35	0.05361	0.00296	0.03685	0.00251	0.00499	0.00007	0.9	32.1	0.5	37	2	355	122	32.1	0.50
Zr_3_010			1192	749	0.58	0.05235	0.00091	0.03418	0.00095	0.00476	0.00006	0.9	30.6	0.4	34.1	0.9	301	38	30.6	0.40
Zr_30_042			616	272	0.41	0.05468	0.00119	0.03631	0.00123	0.00483	0.00007	0.9	31.1	0.4	36	1	399	47	31.1	0.40
Zr_31_044			1038	227	0.20	0.04755	0.00076	0.0512	0.00131	0.00781	0.00009	0.9	50.2	0.6	51	1	77	37	50.2	0.60
Zr_32_045			2637	337	0.12	0.04841	0.00086	0.05011	0.00135	0.00751	0.00008	0.9	48.2	0.5	50	1	119	41	48.2	0.50
Zr_33_046			748	243	0.30	0.04572	0.00073	0.05238	0.00136	0.00831	0.0001	0.9	53.3	0.6	52	1	-17	28	53.3	0.60
Zr_34_047			481	269	0.52	0.06016	0.00541	0.04211	0.00436	0.00508	0.00008	0.9	32.6	0.5	42	4	609	193	32.6	0.50
Zr_35_048			517	280	0.50	0.05336	0.00155	0.03705	0.00163	0.00503	0.00009	0.9	32.3	0.6	37	2	344	64	32.3	0.60
Zr_36_050			522	198	0.35	0.04805	0.00216	0.03109	0.00173	0.00469	0.00006	0.9	30.2	0.4	31	2	102	96	30.2	0.40
Zr_37_051			321	179	0.52	0.05033	0.00381	0.03317	0.00293	0.00478	0.00007	0.9	30.7	0.5	33	3	210	164	30.7	0.50
Zr_38_052			1948	1525	0.72	0.05472	0.00414	0.03717	0.00324	0.00493	0.00007	0.9	31.7	0.4	37	3	401	161	31.7	0.40
Zr_39_053			986	512	0.48	0.04907	0.00177	0.03309	0.00156	0.00489	0.00006	0.9	31.5	0.4	33	2	151	79	31.5	0.40
Zr_4_011			1138	545	0.44	0.04975	0.00071	0.03373	0.00082	0.00491	0.00006	0.9	31.6	0.4	33.7	0.8	183	32	31.6	0.40
Zr_5_012			607	411	0.63	0.05024	0.00112	0.03494	0.00113	0.00505	0.00006	0.9	32.5	0.4	35	1	206	49	32.5	0.40
Zr_6_014			565	286	0.47	0.05322	0.00324	0.03562	0.00251	0.00485	0.00005	0.9	31.2	0.3	36	2	338	131	31.2	0.30
Zr_7_015			1022	453	0.41	0.04681	0.00103	0.03121	0.00096	0.00485	0.00005	0.9	31.2	0.3	31.2	0.9	40	45	31.2	0.30
Zr_8_016			795	503	0.58	0.0543	0.00209	0.03606	0.00178	0.00481	0.00006	0.9	30.9	0.4	36	2	384	82	30.9	0.40

Tabla A5. Experimentos U/Pb ICP-MS ablación láser en la Ignimbrita La Media Luna.

MuestraPab-180-2 Ignimbrita La Media Luna			RELACIONES ISOTÓPICAS CORREGIDAS						EIDADES CORREGIDAS (Ma)									
Analisis	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±1s	Rho	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±1σ	Mejor edad (Ma)	±1σ
Zr_1_017_8	556	224	0.37	0.04791	0.00179	0.02432	0.00098	0.00368	0.00004	0.22	23.7	0.3	24.4	1	95	84	23.7	0.3
Zr_10_018	803	367	0.42	0.04802	0.00186	0.02379	0.00098	0.00359	0.00003	0.26	23.1	0.2	23.9	1	100	87	23.1	0.2
Zr_12_021	1154	468	0.37	0.04916	0.00147	0.02488	0.00077	0.00366	0.00003	0.26	23.6	0.2	25	0.8	155	72	23.6	0.2
Zr_13_022	575	247	0.39	0.05206	0.00346	0.02556	0.00177	0.00356	0.00004	0.22	22.9	0.3	26	2	288	156	22.9	0.3
Zr_15_024	1345	573	0.39	0.04935	0.00138	0.02471	0.00071	0.00364	0.00002	0.23	23.4	0.1	24.8	0.7	164	68	23.4	0.1
Zr_18_028	1069	422	0.36	0.04529	0.00136	0.0232	0.00073	0.00373	0.00003	0.3	24	0.2	23.3	0.7	-5	63	24.0	0.2
Zr_19_029	1953	1090	0.51	0.05089	0.00326	0.0253	0.00163	0.00363	0.00003	0.11	23.4	0.2	25	2	236	150	23.4	0.2
Zr_2_009	733	286	0.36	0.04866	0.0018	0.02416	0.00092	0.0036	0.00003	0.24	23.2	0.2	24.2	0.9	131	85	23.2	0.2
Zr_21_032	610	252	0.38	0.05079	0.00269	0.02576	0.00138	0.00368	0.00003	0.15	23.7	0.2	26	1	231	122	23.7	0.2
Zr_22_033	302	119	0.36	0.0529	0.00296	0.02622	0.00151	0.00363	0.00005	0.24	23.4	0.3	26	1	325	128	23.4	0.3
Zr_23_034	742	356	0.44	0.04955	0.0024	0.02458	0.00127	0.0036	0.00003	0.25	23.1	0.2	25	1	174	111	23.1	0.2
Zr_24_035	331	130	0.36	0.05089	0.00239	0.02525	0.00122	0.00363	0.00004	0.24	23.4	0.3	25	1	236	109	23.4	0.3
Zr_25_036	992	528	0.49	0.04892	0.00168	0.02394	0.00091	0.00355	0.00003	0.24	22.8	0.2	24	0.9	144	80	22.8	0.2
Zr_26_038	337	132	0.36	0.0551	0.00375	0.0281	0.002	0.0037	0.00004	0.2	23.8	0.3	28	2	416	154	23.8	0.3
Zr_27_039	190	64	0.31	0.04661	0.00405	0.02445	0.00216	0.00378	0.00006	0.18	24.3	0.4	25	2	29	188	24.3	0.4
Zr_28_040	2338	1270	0.50	0.05023	0.0008	0.0253	0.00043	0.00365	0.00002	0.35	23.5	0.1	25.4	0.4	206	37	23.5	0.1
Zr_29_041	1110	513	0.42	0.04688	0.00145	0.02273	0.00073	0.00352	0.00003	0.27	22.7	0.2	22.8	0.7	43	67	22.7	0.2
Zr_3_010	366	160	0.40	0.05517	0.0027	0.02751	0.0014	0.00363	0.00005	0.27	23.4	0.3	28	1	419	110	23.4	0.3
Zr_30_042	575	286	0.46	0.05085	0.00173	0.02541	0.0009	0.00364	0.00004	0.28	23.4	0.3	25.5	0.9	234	79	23.4	0.3
Zr_31_044	148	44	0.27	0.0509	0.0056	0.02692	0.00299	0.00386	0.00006	0.14	24.8	0.4	27	3	236	243	24.8	0.4
Zr_32_045	837	581	0.64	0.04703	0.00221	0.02317	0.00111	0.00358	0.00003	0.2	23	0.2	23	1	51	102	23.0	0.2
Zr_33_046	475	196	0.38	0.04881	0.00225	0.02434	0.00115	0.00363	0.00004	0.22	23.4	0.3	24	1	139	105	23.4	0.3
Zr_34_047	441	186	0.39	0.05177	0.00424	0.02507	0.00214	0.00351	0.00004	0.2	22.6	0.3	25	2	275	185	22.6	0.3
Zr_35_048	703	279	0.36	0.03741	0.0232	0.01965	0.01218	0.00368	0.00003	-0.03	23.7	0.2	20	12	-446	887	23.7	0.2
Zr_36_050	567	307	0.50	0.05104	0.00199	0.02551	0.00103	0.00365	0.00004	0.26	23.5	0.3	26	1	243	90	23.5	0.3
Zr_37_051	784	319	0.37	0.04969	0.00214	0.025	0.00109	0.00367	0.00003	0.16	23.6	0.2	25	1	181	99	23.6	0.2
Zr_38_052	419	165	0.36	0.05771	0.00508	0.03058	0.00272	0.00384	0.00005	0.14	24.7	0.3	31	3	519	196	24.7	0.3