

EDADES K-Ar DE LAS IGNIMBRITAS DE LAS QUEBRADAS JUAN DE MORALES Y SAGASCA, NORTE DE CHILE

K-Ar AGES FROM IGNIMBRITES OF THE JUAN DE MORALES AND SAGASCA VALLEYS, NORTHERN CHILE

MARIO VERGARA*; CEDOMIR MARANGUNIC**; HERVE BELLON***; ROBERT BROUSSE***

* *Departamento Geología y Geofísica, Universidad de Chile*

** *Consultor privado*

*** *Laboratoire de Petrographie, Université de Paris XI-Orsay*

RESUMEN

Se dan a conocer 3 edades K-Ar en roca total de ignimbritas riolíticas pertenecientes a la Formación Altos de Pica, de las quebradas Juan de Morales y Sagasca, norte de Chile. Las dos muestras del perfil de la quebrada Juan de Morales dieron edades de 17.3 Ma y de 18.6 Ma. En la muestra de la quebrada de Sagasca se obtuvo una edad de 17.4 Ma.

Los datos aquí presentados están entre las edades más antiguas obtenidas hasta el momento para esta formación.

ABSTRACT

Three new K-Ar ages on rhyolitic ignimbrites from the Altos de Pica Formation are presented. Two samples from Quebrada Juan de Morales gave ages of 17.3 Ma and 18.6 Ma while the sample collected at Quebrada Sagasca gave an age of 17.4 Ma. These new K-Ar ages are among the oldest obtained for this formation.

INTRODUCCION

El presente trabajo da a conocer tres edades potasio-argón en roca total obtenidas de muestras de ignimbritas riolíticas del área de quebrada Juan de Morales y de quebrada Sagasca. Estas localidades están ubicadas en los primeros contrafuertes de la Cordillera Principal del Norte de Chile, Región de Tarapacá, a 80 km al este del puerto de Iquique (Fig. 1), limitando hacia el Oeste con la Pampa del Tamarugal.

El depósito ignimbritico aquí estudiado representa una sección de la Formación Riolítica (Brüggen, 1950) o Altos de Pica (Galli, 1957, p. 22) que cubre la alta cordillera de los Andes y la Altiplanicie (Puna) de Chile, Perú, Bolivia y Argentina. Según Lahsen (1982), en el sector comprendido entre los 20°S y 21°S, que corresponden al área de la localidad aquí estudiada, la Formación Altos de Pica es la unidad más representativa del volcanismo del Cenozoico Superior. En el área de estudio, la Formación Altos de Pica se apoya discordantemente sobre rocas mesozoicas, de manera que la determinación radiométrica de edades en muestras de ignimbritas de la base

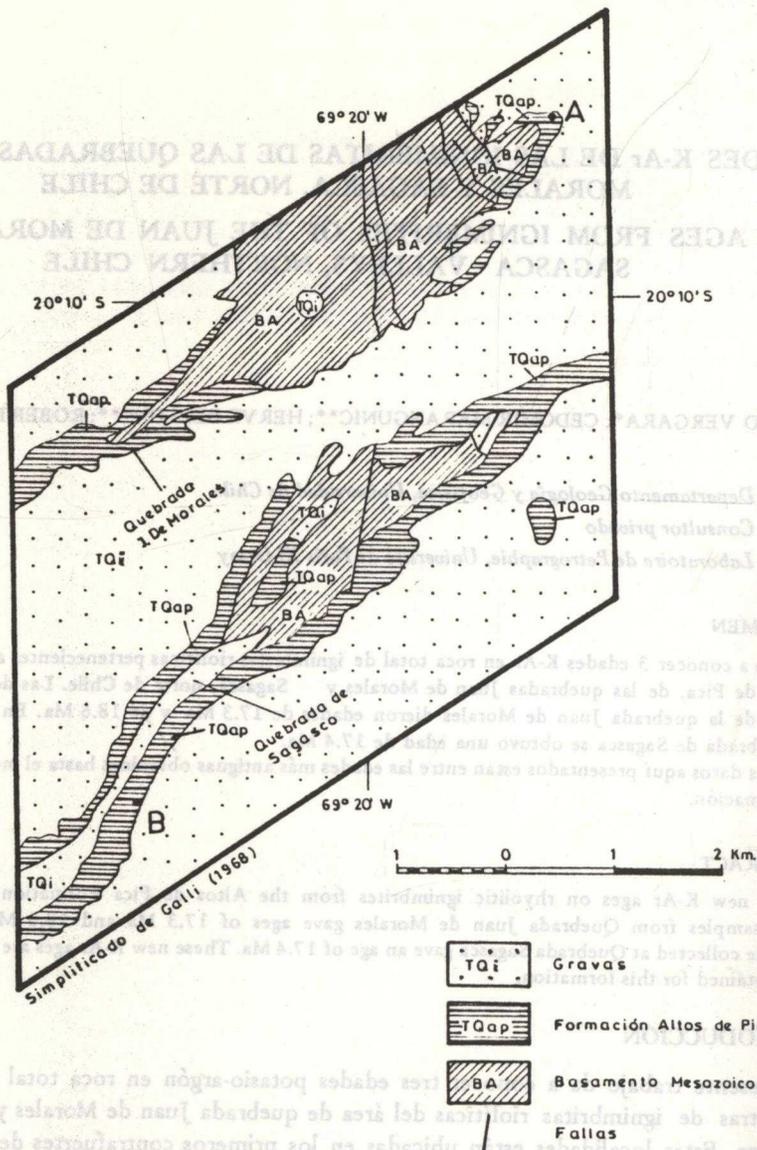


Fig.1. Geología de las quebradas Juan de Morales y de Sagasca simplificado de Galli (1968). Punto A y B señalan lugar de recolección de las muestras datadas.

Fig.1. Geological map of the Juan de Morales and Sagasca gulches, simplified from Galli (1968). A and B are the localities of the dates samples.

de esta formación puede proporcionar valiosos antecedentes para datar la iniciación del volcanismo en este sector. Esta unidad formacional se extiende desde el margen oriental de la Pampa del Tamarugal hasta el Altiplano y, según Baker (1977) y Baker y Francis (1978), se han obtenido en este sector andino, edades K-Ar comprendidas entre 15 y 17 Ma. La totalidad de las dataciones se han realizado, sin embargo, en muestras recolectadas en la Alta Cordillera, cerca de la zona limítrofe. En este trabajo se dan a conocer 3 nuevas edades K-Ar de muestras recolectadas en las quebra-

das Juan de Morales y Sagasca que amplían el rango de edad para esta formación, entre los 20° S y 21° S. Sólo a la latitud de Pisagua 19°30'S, Mortimer et al (1974), mencionan edades más antiguas.

MARCO ESTRATIGRAFICO Y ESTRUCTURA

En la quebrada Juan de Morales afloran rocas sedimentarias y volcánicas mesozoicas (jurásicas y cretácicas) que subyacen a la Formación Altos de Pica. Esta última está constituida en esta localidad por 2 miembros, uno inferior de conglomerados (Miembro Sagasca) y uno superior de naturaleza ignimbrítica (Miembro Tambillo), con un espesor total entre ambos de 150 m. Esta formación está cubierta con discordancia de erosión por gravas que fueron asignadas por Galli (1968) al Miembro Imagua, parte superior de la Formación Altos de Pica.

El miembro de ignimbritas objeto de este estudio alcanza un espesor, determinado durante este trabajo, de aproximadamente 50 m y se apoya sobre los conglomerados basales sin intercalación de paleosuelo. La Fig. 2 muestra la columna del miembro ignimbrítico de la quebrada Juan de Morales; en esta localidad está formado por numerosos flujos piroclásticos sin intercalaciones de sedimentos clásticos y corresponde a más de una "unidad de enfriamiento compuesta", según la clasificación de Smith (1960). En el área de la quebrada de Sagasca, ubicada inmediatamente al sur de la de Juan de Morales (Fig. 1) se colectaron muestras de la parte superior de una unidad de enfriamiento. En ambas localidades las gravas recubren discordantemente a los flujos ignimbríticos.

La sección de ignimbritas estudiadas en detalle se ubican en el fondo de la quebrada Juan de Morales, donde constituye una secuencia uniformemente homoclinal de rumbo N14°W y manteo 51°E. En los afloramientos se observaron tres sistemas de diaclasas con las siguientes orientaciones N85°E/83°N, N50° a 60°W/40°SW y N25°W/18°E. También se observó una falla normal de actitud N84°E/86°S, con el bloque Sur hundido y un desplazamiento vertical de 0.7 m. Este sistema de fracturas se interpretó como originado por una compresión horizontal E-W que produjo rupturas verticales de cizallamiento de orientación N50° a 60°W y fracturas de tensión E-W como diaclasas y fallas normales. El actual manteo hacia el SW del sistema de diaclasas N50° a 60°W se debería a la inclinación de los estratos hacia el Este, posterior al fracturamiento, en una magnitud igual al manteo actual de las capas. El sistema de diaclasas N25°W/18°E es en general paralelo a los ejes de pliegues del área (Galli, 1968 y G. Cecioni, comunicación verbal) y se interpreta como fracturas de tensión en los flancos de los pliegues.

COMPOSICION PETROGRAFICA Y EDADES RADIOMETRICAS

En el perfil realizado en la quebrada Juan de Morales, la unidad ignimbrítica se apoya concordantemente sobre los conglomerados del miembro Sagasca (Galli, 1968); la base de las ignimbritas la constituye un flujo piroclástico brechoso con fragmentos de hasta 10 cm de riolitas y andesitas en una matriz cinerítica no soldada (11 metros). Hacia arriba se suceden, con cambios graduales, 3 niveles de flujos tobáceos muy soldados, (2, 4 y 6 en Fig. 2) separados por 2 flujos de 6 metros y 2,5 metros, respectivamente, parcialmente soldados. Sobre esta secuencia se apoyan con discordancia de erosión las gravas que Galli (1968) asignó al miembro Imagua.

Por las características descritas, la secuencia ignimbrítica parece corresponder a más de una unidad del tipo de toba de flujos de cenizas denominado "unidad compuesta de enfriamiento" por Smith (1960), con algunas interrupciones en el soldamiento, suficien-

tes para perturbar la zonación vertical de enfriamiento. En su totalidad las muestras son completamente frescas sin evidencias de alteración secundaria o recalentamiento que distorsione el contenido de argón radiogénico de las rocas.

Las determinaciones potasio-argón en roca total se hicieron sobre las muestras N° 11 y N° 13 del perfil. La muestra N° 11 corresponde a una toba soldada riolítica constituida por cristales y fragmentos de cuarzo, oligoclasa (An_{28.9}), sanidina, biotita, anfíbola de color rojo púrpura y en menor proporción gránulos de clinopiroxeno con bordes de reacción y magnetita. También en menor proporción presenta fragmentos de rocas volcánicas andesíticas y numerosos fragmentos de vidrio esferulíticos. La matriz de la muestra es vitroclástica fuertemente soldada. La muestra N° 13 corresponde a una toba soldada riolítica constituida por cristales y fragmentos de cristales de cuarzo, sanidina (2V = 48°), oligoclasa (An₂₃), anfíbola de color rojo púrpura, biotita y escasos clastos de rocas andesíticas. La matriz es vitroclástica constituida por esquiras vítreas poco colapsadas, pero fuertemente soldadas. En la matriz se presentan microamígdalas de tridimita criptocristalina fibrosa.

En la quebrada de Sagasca se estudió un afloramiento de aproximadamente 9 metros de espesor expuestos al lado del camino ripiado que conduce a la mina del mismo nombre y ubicada aproximadamente 60 km al Oeste de la mina (Fig. 1). A través de toda la columna se expone una toba de flujo piroclástico fuertemente soldada. La base de la secuencia de ignimbrita no es visible en esta localidad por lo cual la sección es incompleta y de difícil correlación petrográfica en detalle con la sección de quebrada Juan de Morales a pesar de que ambas corresponden a la misma unidad litoestratigráfica (según Galli, 1968). Las muestras analizadas radioisotópicamente, provenientes de esta columna son la S-3 y S-4, las que fueron tomadas de casi el mismo nivel (ver Fig. 2) y analizadas en conjunto. Ambas muestras corresponden a ignimbritas riolíticas de biotita, formadas por cristales y fragmentos de cristales de cuarzo, sanidina, oligoclasa y biotita con escasos fragmentos andesíticos. La matriz es vitro-clástica soldada con microamígdalas de tridimita.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la Universidad de París Sud, por los autores Brousse y Bellon, por el método de K-Ar en roca total. Los resultados se presentan en la Tabla I y de acuerdo a la escala de tiempo de Van Eysinga (1981), indican edades del Mioceno Inferior.

TABLA I

Número de muestra	Material	Ar ⁴⁰ _{rad} · 10 ¹² at/gr	% Ar ⁴⁰ atm	% K	Edad (Ma) *
JM 13	RT	65.67	31.3	3.67	17.6
JM 13	RT	63.76	39.5	3.67	17.3 ± 0.5 17.1
JM 11	RT	66.52	32.7	3.50	18.7
JM 11	RT	66.27	32.2	3.50	18.6 ± 0.3 18.6
S3 - S4	RT	59.90	69.5	2.27	16.6
S3 - S4	RT	54.73	45.3	2.27	17.4 ± 0.1 18.20

* Calculada con constantes de Steiger y Jäger (1977)

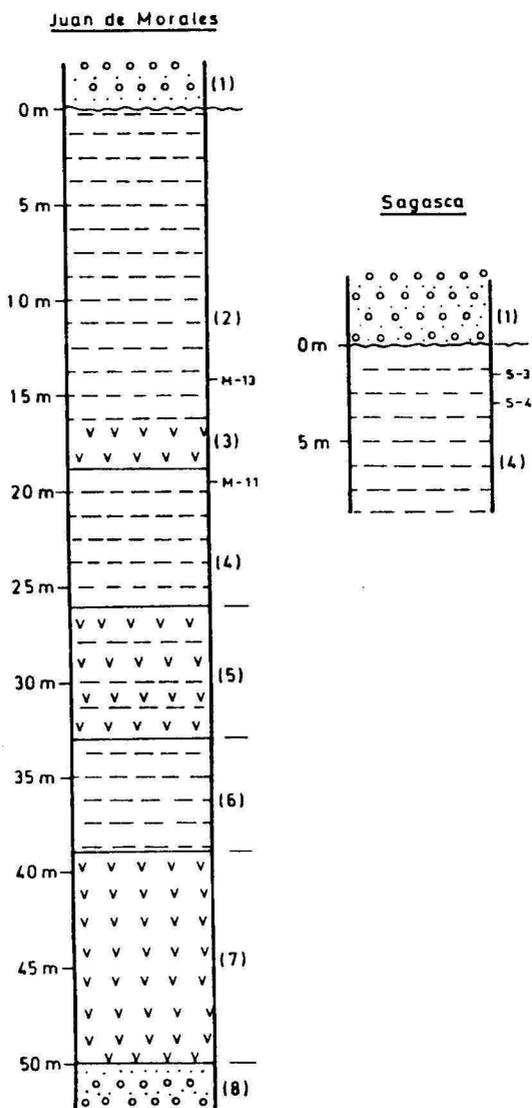


Fig.2. Perfiles columnares de las ignimbritas estudiadas en las quebradas Juan de Morales y Sagasca. (1) Cubierta de gravas (Miembro Imagua de Galli 1968); (2) (4) (6) Toba fuertemente soldada; (3) (5) Toba parcialmente soldada; (7) flujo piroclástico brechoso no soldado; (8) Conglomerado (Miembro Sagasca de Galli 1968).

Fig.2. Columnar sections of the studied ignimbrites at Juan de Morales and Sagasca gulches. (1) Gravels of the Imagna Member (Galli, 1968). (2) (4) (6). Inteurely welded tuff (3) (5) Partially welded truff (7) Unwelded piroclastic flow (8) conglomerate of the Sagasca Member (Galli, 1968).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las 2 muestras datadas del perfil de la quebrada Juan de Morales que fueron recolectadas en niveles estratigráficos diferentes dieron edades de 17,3 Ma la estratigráficamente superior y de 18,6 Ma la inferior, respectivamente (Tabla I). La diferencia de edad entre ambas es de algo más de 1 Ma lo que evidentemente sugiere la ocurrencia de eventos

volcánicos separados en el tiempo. Este resultado confirma la opinión expresada de que este perfil de aproximadamente 50 m de espesor está compuesto por varios flujos de tobas piroclásticas soldadas, levemente soldadas y no soldadas, no sincrónicas en el tiempo, pertenecientes a diferentes episodios volcánicos. No existen datos geocronológicos de la base del perfil (nivel 7), de donde deberían esperarse edades relativamente más antiguas que 18.6 Ma.

Las muestras S-3 y S-4, provenientes del perfil de la quebrada de Sagasca que son petrográficamente similares, se analizaron conjuntamente como una sola muestra analítica. Ambas muestras se ubican a 1 m de diferencia dentro de la columna en un mismo nivel de soldamiento homogéneo. El resultado obtenido es de 17.4 ± 0.1 Ma (tabla I), intermedio entre los registrados en la quebrada Juan de Morales, lo que corrobora la correlación regional entre ambos miembros realizada por Galli (1968).

En trabajos sobre la geocronología de la actividad volcánica en los Andes del Norte de Chile, Baker (1977) y Baker y Francis (1978) presentan numerosas dataciones pertenecientes a muestras de la Formación Altos de Pica recolectadas en el área cercana al límite con Bolivia comprendida entre los paralelos 20°S y 22°S .

Según Lahsen (1982), de acuerdo a los datos estratigráficos y radiométricos disponibles, el volcanismo del Cenozoico Superior en los Andes del Norte de Chile habría comenzado hace 23 Ma en el sector al norte de los 20°S , incluyendo Perú Central y Sur y el Suroeste de Bolivia. Entre los 20°S y 21°S la actividad volcánica habría comenzado alrededor de los 17 Ma, los que corresponde a la edad de los primeros flujos de cenizas de la formación Altos de Pica. Al sur de los 21°S se produce un quiebre importante en la edad de la iniciación del volcanismo del Cenozoico Superior ya que los primeros flujos de cenizas se originaron hace solo alrededor de 12 Ma.

Según Baker (1977) y Baker y Francis (1978) en el segmento cordillerano entre los 20°S y 21°S al este de Pica la Formación Altos de Pica (17-16 Ma) cubre extensos terrenos y alcanza volúmenes de algunos cientos de kilómetros cúbicos.

Los nuevos datos aquí presentados para la Formación Altos de Pica son consistentes, tanto con las edades obtenidas para niveles inferiores de la misma formación en otras localidades, como con los antecedentes de terreno que prueban que los niveles analizados corresponden a los inferiores de la formación en esta localidad. En la quebrada Juan de Morales la Formación Altos de Pica se apoya discordantemente sobre las rocas sedimentarias del Mesozoico.

De todas maneras faltan numerosos antecedentes geocronológicos sobre todo de niveles aún más bajos de la columna de ignimbritas para poder decir la última palabra referente a la iniciación del magmatismo generador de la Formación Altos de Pica.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece por la lectura crítica del manuscrito al Profesor Alfredo Lahsen y a otros correctores anónimos que mejoraron notablemente el texto. Se agradece también el financiamiento parcial de la Dirección General Académica, Departamento de Desarrollo de la Investigación, Universidad de Chile a través del Proyecto E-1702-8535. Este trabajo forma parte del Proyecto 120 del PICG.

REFERENCIAS

- Baker, M.C. 1977. Geochronology of Upper Tertiary volcanic activity in the Andes of North Chile: *Geol. Rundsch.*, **66**, **2**, 455-465.
- Baker, M.C. y Francis, P. 1978. Upper Cenozoic volcanism in the Central Andes - Ages and Volumes: *Earth and Planet. Sci. Lett.*, **41**, 175-187.
- Brüggen, I. 1950. Fundamentos de la Geología de Chile: Inst. Geográfico Militar, 374 p. Santiago.
- Galli, C. 1957. Las formaciones geológicas en el borde occidental de la Puna de Atacama, sector de Pica, Tarapacá: *Rev. Minerales*, **12**, **56**, 14-26, Santiago.
- Galli, O.G. 1968. Cuadrángulo Juan de Morales, provincia de Tarapacá: Inst. Investig. Geológicas. Carta Geol. de Chile, **18**, 53 p., Santiago.
- Lahsen, A. 1982. Upper Cenozoic volcanism and tectonism in the Andes of northern Chile: *Earth Science Reviews*, **18**, **3-4**, 285-302.
- Mortimer, C; Farrar, E. y Saric, N. (1974). K-Ar ages from tertiary lavas of the northern most Chilean Andes. *Geol. Rundschau*, **63**, **2**, 484 - 490.
- Smith, R.L. 1960. Ash Flows: *Geol. Soc. America Bull.*, **71**, 759-842.
- Steiger, R.H. y Jäger, E. 1977. Subcommittee on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth and Planetary Science Letters*, **36**, 359-362.
- Van Eysinga. 1981. Geological time table: Elsevier Sc. Publ. Co., Amsterdam.