

# Evidencias del ciclo Pampeano en el basamento del sector noroccidental de la sierra de San Luis

Graciela I. VUJOVICH<sup>1</sup> y Héctor A. OSTERA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CONICET - Lab. Tectónica Andina, Dpto. Cs. Geológicas, FCEyN, UBA.

E-mail: [graciela@gl.fcen.uba.ar](mailto:graciela@gl.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> CONICET - INGEIS, Dpto. Cs. Geológicas, FCEyN, UBA

**RESUMEN.** Se presenta una edad preliminar U-Pb sobre circones de un gneis biotítico feldespático perteneciente al Complejo Nogolí aflorante en las cercanías de San Francisco del Monte de Oro, sierra de San Luis. Los resultados indican una edad de cristalización para el mismo de  $554 \pm 4,8$  Ma, representando un interesante hallazgo del ciclo Pampeano en el marco geológico considerado. Se postula además la existencia de un proceso de pérdida episódica de Pb durante el Cretácico inferior ( $112 \pm 23$  Ma), reflejado en la intersección inferior de la recta de discordia. Esta edad inferior podría asociarse con gradientes térmicos anómalos relacionados con los procesos distensivos generalizados que afectaron al Gondwana durante la apertura del océano Atlántico Sur.

Palabras clave: *Edades U-Pb, Circones, Sierra de San Luis, Sierras Pampeanas, Ciclo Pampeano*

**ABSTRACT.** Evidence of the Pampean cycle in the basement of the north-western sector of Sierra de San Luis. A preliminary zircon U-Pb age is presented for a feldspar-biotite gneiss from the Nogoli Metamorphic Complex, Sierra de San Luis, at San Francisco del Monte de Oro. The data show a crystallization age of  $554 \pm 4,8$  Ma, which represents one of the first evidences of the Pampean Cycle in this geological setting. An episodic lead loss for Cretaceous times ( $112 \pm 23$  Ma) is postulated, based on the lower intercept of the discordia line. This age could be associated with anomalous thermal gradients due the extensional and rifting processes which affected Gondwana during the opening of the South Atlantic Ocean.

Key words: *U-Pb ages, Zircons, San Luis Range, Sierras Pampeanas, Pampean Cycle*

## Introducción

Durante los últimos años se ha avanzado notablemente en el conocimiento del basamento cristalino de la sierra de San Luis a través de estudios sistemáticos que incluyen tanto a sus secuencias metamórficas como ígneas y sus relaciones tectono-temporales (véase Sato *et al.* este volumen).

Esto ha llevado a la diferenciación de varios complejos metamórficos de alto y bajo grado que han recibido distintos nombres. Dentro de los complejos de alto grado se encuentra el Complejo Metamórfico Nogolí (Sims *et al.* 1997, 1998), equivalente al Complejo Basamental Occidental de von Gosen y Prozzi (1998), el cual aflora en el sector occidental de la sierra de San Luis y contiene una faja máfica-ultramáfica (Merodio *et al.* 1978; González *et al.* 2002a); en el sector central de la sierra de San Luis se ha separado el Complejo Metamórfico Pringles (Sims *et al.* 1997), parcialmente equiparable con el Complejo Basamental Oriental de von Gosen y Prozzi (1998), y que contiene a la faja máfica-ultramáfica del Grupo Las Águilas (Sims *et al.* 1997; Kilmurray y Villar 1981). Por último, el Complejo Metamórfico Conlara (Sims *et al.* 1997) donde se encuentra incluido el Complejo Metamórfico Las Aguadas

(Ortiz Suárez 1988) y las filitas y esquistos descriptos por von Gosen y Prozzi (1998) para el sector oriental del cordón serrano.

Las secuencias de menor grado metamórfico comprenden la Formación San Luis (Prozzi y Ramos 1988), denominada Grupo Filitas por von Gosen y Prozzi (1996), que engloba al Conglomerado Cañada Honda (Prozzi 1990) y secuencias riolíticas volcánicas y/o intrusivas (Brodtkorb *et al.* 1984; von Gosen y Prozzi 1996). Esta formación, por aumento del grado metamórfico pasaría a formar el Grupo Micaesquistos (von Gosen y Prozzi 1996). Ambas unidades conforman fajas dentro de los complejos de mayor grado metamórfico, siendo los contactos en su mayor parte a través de zonas de cizalla (von Gosen y Prozzi 1998). La Formación San Luis ha sido asignada al Precámbrico superior - Cámbrico inferior sobre la base de dataciones radimétricas sobre las riolitas asociadas (Söllner *et al.* 2000), así como por mostrar evidencias de que fueron afectadas por un solo evento deformacional, el Famatiniano (Ortiz Suárez *et al.* 1992; Sims *et al.* 1997; von Gosen y Prozzi 1996 entre otros).

Los granitoides que intruyen las secuencias arriba mencionadas han sido divididos en pre-, sin- y post-orogénicos con relación a la orogenia Famatiniana

(Ortiz Suárez *et al.* 1992; Llambías *et al.* 1998; Quenardelle y Ramos 1999; Sato *et al.* este volumen).

### Marco geológico

Las principales características geológicas del basamento cristalino del sector occidental han sido objeto tanto de estudios detallados como de carácter regional y escapa al objetivo de este trabajo su análisis minucioso, por lo que se deriva al lector a los trabajos mencionados.

El Complejo Metamórfico Nogolí aflora formando gran parte del sector occidental de la sierra. Está integrado por ortogneises félsicos con lentes y *pods* de ortogneises máficos además de esquistos y gneises metasedimentarios de alto grado metamórfico (Sims *et al.* 1997, 1998). Dentro de este complejo se incluye una faja de rocas máficas y ultramáficas (Merodio *et al.* 1978), cuyo carácter extrusivo, así como la presencia de komatiitas y rocas afines, además de sedimentos bandeados ferríferos fueron descritos por González *et al.* (2002a). Estas rocas máficas-ultramáficas arrojaron una edad Sm-Nd (roca total) de  $1502 \pm 95$  Ma (Sato *et al.* 2001).

El Complejo Metamórfico Nogolí fue metamorfizado, deformado y en parte migmatizado en forma previa a la intrusión de los granitoides cambro-ordovícicos ya que éstos cortan las estructuras pre-famatinianas (Criado Roque *et al.* 1981; Kilmurray y Dalla Salda 1977; González y Llambías 1998; von Gosen *et al.* 1998; González *et al.* 2002b) indicando la probabilidad de que este evento haya sido desarrollado durante el Precámbrico. Los Complejos Metamórficos Pringles y Conlara también muestran evidencias de un evento deformacional y metamórfico previo al ciclo Famatiniano.

Los granitoides asociados varían de preorogénicos a sinorogénicos; composicionalmente corresponden desde tonalitas a granitos con edades que oscilan entre Cámbrico inferior a medio hasta Ordovícico medio (Llambías *et al.* 1998), aunque von Gosen *et al.* (2002) sugieren que este magmatismo podría haberse iniciado en el Proterozoico superior. Este ciclo magmático culmina con granitoides tardío a postorogénicos (véanse Llambías *et al.* 1998 y Sato *et al.* este volumen).

Este evento ígneo está relacionado con un arco magmático, asociado a subducción activa durante el ciclo Famatiniano y desarrollado en una corteza sílica previamente estructurada. La finalización de esta etapa de actividad magmática y metamórfica, así como de estructuración se relaciona con la fase Oclóyica (Sato *et al.* 1996; Ramos 1999).

### Localización y descripción de la unidad

El gneis biotítico-feldespático objeto del estudio radimétrico se interpreta como perteneciente al Com-

plejo Metamórfico Nogolí. Las muestras fueron tomadas durante un viaje de reconocimiento al basamento cristalino de la sierra de San Luis por G. Vujovich y A. Saal durante el año 1993 (Fig. 1).

La unidad aflora en las cercanías de San Francisco del Monte de Oro siguiendo el camino que une esta localidad con La Carolina y tomando el desvío que conduce a Laguna Esteco, sobre una curva que describe el camino, a unos 500 metros de esa intersección.

El afloramiento es claramente visible sobre un corte del camino y está parcialmente cubierto por sedimentos cuaternarios. La roca es fresca, de color verde grisáceo y grano medio. Muestra enclaves elongados de color verde oscuro, ricos en minerales máficos y está intruido por venas pegmatitas cuarzo-feldespáticas, de hasta un metro de espesor.

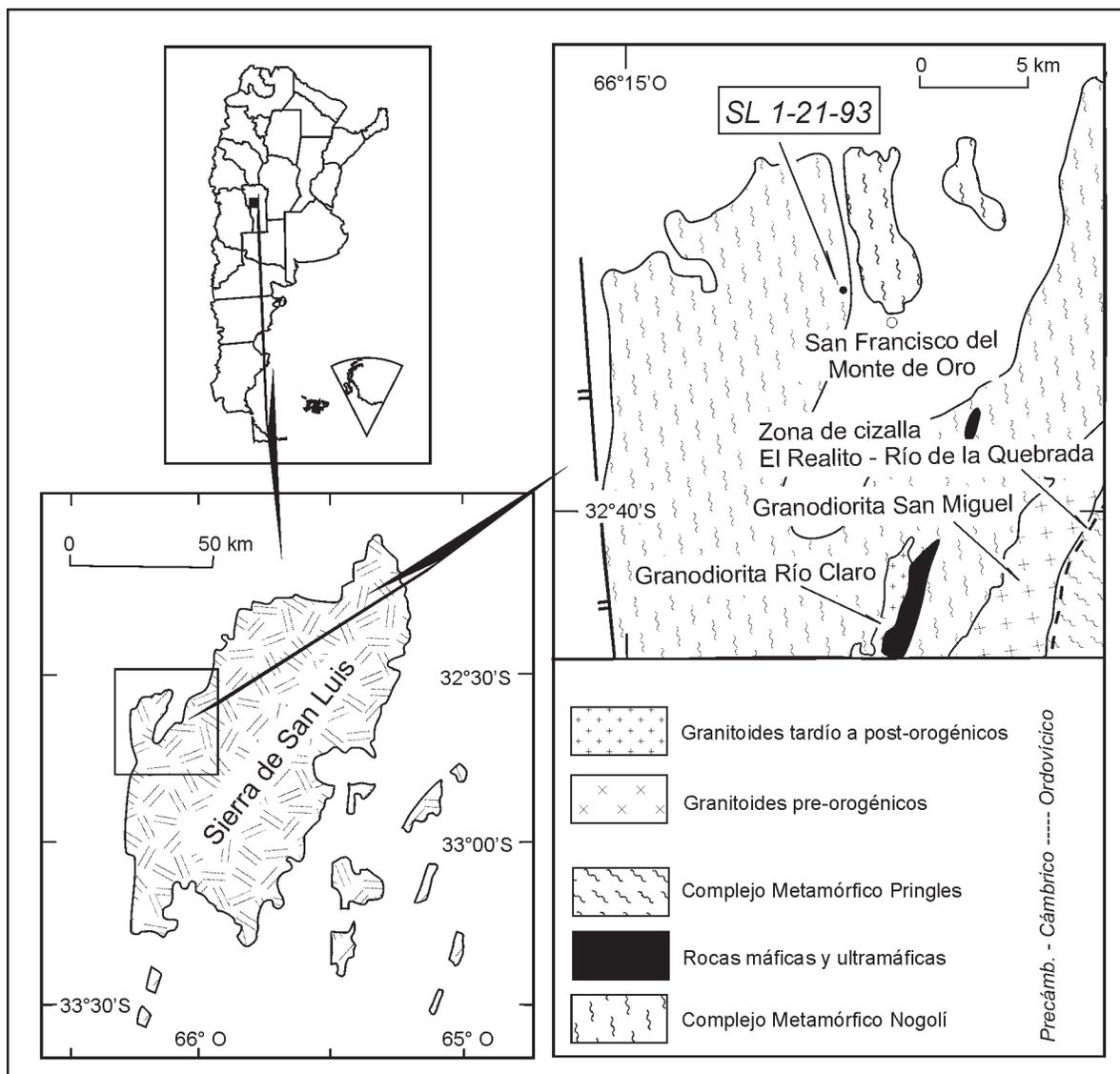
La textura muestra un arreglo granoblástico, con ligera orientación de los minerales. Composicionalmente se observan cristales de plagioclasa (oligoclasa-andesina), subidiomorfa, con maclas de albita y Carlsbad, y microclino subidiomorfo, con ligera extinción ondulosa. Texturas mirmequíticas son notorias en algunos sectores. El cuarzo es abundante, los granos mayores presentan bandas y láminas de deformación, mientras que en algunos sectores se observan texturas que evidencian recristalización dinámica con formación de subgranos y nuevos granos. Abundante biotita verdosa es el mafito dominante; los cristales están flexurados y en algunos casos con formación de *kink-bands*. Pequeñas escamas de muscovita están relacionados principalmente con el feldespato alcalino y en parte intercrecida con la biotita.

El epidoto aparece asociado tanto con la biotita como con los feldespatos, y como minerales accesorios adicionales se encuentran apatita y opacos no diferenciados. Los cristales de circón son incoloros, prismáticos, con terminaciones bipiramidales; se hallan diseminados en la roca y como inclusiones en las biotitas desarrollando halos pleocroicos.

Las características petrográficas y estructurales, junto con la presencia de enclaves máficos elongados siguiendo la foliación de la roca llevan a considerarlo como un ortogneis.

### Metodología experimental

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio del MIT (*Massachusetts Institute of Technology, Geochemical Laboratory*), Boston. Los concentrados de circón fueron preparados de la muestra SL1-21-93. Luego de concentrados, se separaron dos poblaciones distintas de circón, caracterizadas por su morfología, susceptibilidad magnética y contenido de U. Las fracciones de circón han sido designadas como no magnéticas (nm) o diamagnéticas (d) en términos de grados de inclinación en el separador magnético Frantz LB-1. Los circones fueron sometidos a abrasión y disueltos con



**Figura 1:** Esquema geológico del sector noroccidental de la sierra de San Luis (basado en Sato *et al.* 2003). Se muestra la ubicación de la zona de muestreo.

HF; el U y el Pb fueron separados de acuerdo a la metodología expuesta en Bowring *et al.* (1993). Aproximadamente 500 ng del Pb extraído fueron cargados en un filamento de renio, usando la técnica estándar de ácido fosfórico-silica gel. La composición isotópica fue medida en un espectrómetro de masas de termoionización VG 54B.

Las relaciones medidas han sido corregidas solamente por fraccionamiento. La corrección por fraccionamiento de Pb es  $0,1\% \pm 0,03\%$  por u.m.a. Los valores de las relaciones están corregidos por fraccionamiento, trazador, blanco y Pb común inicial. El blanco de U es  $1 \text{ pg} \pm 50\%$ , el blanco de Pb es  $3,5 \text{ pg} \pm 50\%$ . La composición inicial del Pb está calculada de acuerdo a Stacey y Kramers (1975), con la edad interpretada de la muestra. Los errores son expresados en %,  $2\sigma$ .

## Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos pueden verse en el Cuadro 1. El error en las relaciones  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  and  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  están expresados en porcentajes. La correlación de errores entre las relaciones  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  es 0,91. Los resultados fueron analizados mediante el programa ISOPLOT (Ludwig 1999).

## Discusión

Las muestras se presentan en el diagrama de concordia formando una recta de discordia con una intersección superior en la curva de concordia a los  $554,3 \pm 4,8$  Ma (Fig. 2). La fracción más pobre en U es práctica-

**Cuadro 1:** Datos analíticos de los circones analizados para la muestra SL1-23-93.

SL1-21-93 Fracciones	Concentraciones										Edades (Ma)			
	Peso (mg)	U (ppm)	Pb (ppm)	206Pb		208Pb	207Pb		207Pb		206Pb			
				204Pb	206Pb	235U	%error	235U	%error	206Pb	%error	238U	235U	206Pb
nm4z3	0,006	290,5	26,3	4699	0,177	0,085	0,34	0,686	0,36	0,058513	0,13	526,1	530,4	549
d-1z1	0,002	845,1	57,6	837,3	0,158	0,0652	0,42	0,5183	0,60	0,057698	0,40	406,9	424	518,3

Las fracciones de circón son designados como no magnéticos (nm) o diamagnéticos (d) en términos de grados de inclinación en el separador magnético Frantz LB-1. Las relaciones medidas son corregidas solamente por fraccionamiento. La corrección por fraccionamiento de Pb es  $0,1\% \pm 0,03\%$  por u.m.a. Los valores de relaciones están corregidos por fraccionamiento, trazador, blanco y Pb común inicial. El blanco de U es  $1 \text{ pg} \pm 50\%$ , el blanco de Pb es  $3,5 \text{ pg} \pm 50\%$ . La composición inicial del Pb está calculada de acuerdo a Stacey y Kramers (1975), con la edad interpretada de la muestra. Los errores son expresados en %, 2 s.

mente concordante con la curva de concordia, mientras que la más rica en U se aleja más y en la práctica define la recta de discordia. La intersección inferior se ubica en los  $112 \pm 23 \text{ Ma}$ , con un error sustantivo dada la lejanía de los puntos que la definen. Los resultados obtenidos cuentan con la limitante de contar con solamente dos fracciones de circón reconocidas en los concentrados, por lo que los datos presentados deben ser considerados como preliminares. Sin embargo, las evidencias petrográficas, petrológicas, geológicas e isotópicas sugieren que la edad de la intersección superior tiene un claro sentido geológico.

Entre las últimas, la edad  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  (549 Ma) es coincidente con la obtenida a partir de la recta de discordia. Esta edad, al no depender de la determinación de las concentraciones de U, es mucho menos susceptible de ser modificada por procesos posteriores que hayan implicado pérdida de Pb. Por consiguiente, la interpretación que más se ajusta a estos resultados es considerar que el valor de la intersección superior corresponde a la edad de cristalización del ortogneis. El hecho de la cuasi concordancia en la curva de concordia apunta en el mismo sentido, constituyendo una edad de cristalización del ciclo Pampeano.

El ciclo Pampeano, definido por Aceñolaza y Toselli (1976) para los eventos acaecidos durante el Proterozoico superior-Cámbrico inferior en el noroeste argentino, fue reconocido en otros sectores del basamento cristalino que conforman las Sierras Pampeanas Orientales (véase Ramos 1988; Rapela *et al.* 1998 y otros allí mencionados).

Siguiendo la cronoestratigrafía basada en U/Pb en circones de Bowring y Martin (1999) para la edad límite entre Proterozoico superior-Cámbrico inferior (543 Ma) y Cámbrico inferior-medio (509 Ma), se observa que las edades más antiguas encontradas hasta ahora para este evento orogénico dentro de las Sierras Pampeanas Orientales corresponden a las sierras Norte de Córdoba y Ambargasta. En ellas Castellote (1985) menciona edades proterozoicas superiores para los esquistos y gneises que conforman el basamento cristalino así como para las abundantes rocas ígneas, tonalitas hasta granitos, las que sugieren un evento mag-

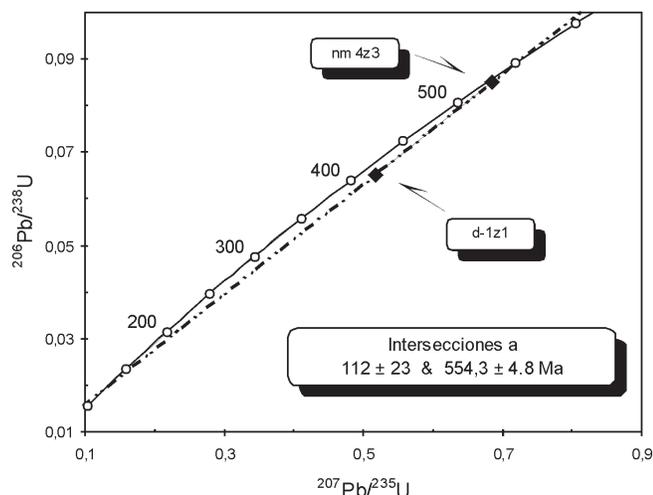
mático y metamórfico alrededor de los 600 Ma, y que se podría extender hasta alrededor de los 500 Ma. Estas dataciones fueron recientemente avaladas por Kouhkarsky *et al.* (1999) quienes obtuvieron una edad de  $567 \pm 16 \text{ Ma}$  (K/Ar, roca total) en hornfels biotíticos de la Formación La Clemira, sierra Norte de Córdoba.

En la sierra de Fiambalá, Grissom *et al.* (1998) reconocen la probable presencia de un basamento precámbrico (grenvilliano?). Un ortogneis biotítico de esta área arrojó una edad de cristalización entre 540 y 550 Ma, la que fue interpretada también como de migmatización y metamorfismo de la roca de caja.

En la sierra de San Luis los estudios estructurales y petrológicos reconocen la presencia de estructuras relicticas pre-famatianianas afectando el basamento cristalino de la sierra de San Luis, indicando que los intrusivos asociados al arco magmático famatiniano se emplazaron en una corteza síalica previamente estructurada y conformada tanto por rocas de derivación magmática primaria como por metasedimentos (Llambías *et al.* 1996).

La edad Sm/Nd  $1502 \pm 95 \text{ Ma}$  aportada por Sato *et al.* (2001) para las rocas ultramáficas de San Francisco del Monte de Oro, sugiere, de acuerdo con estos autores, tanto la probabilidad de un evento ígneo mesoproterozoico como una edad de extracción manto-corteza. Debe destacarse que los datos aquí presentados son concordantes con tempranas dataciones ( $540 \pm 15 \text{ Ma}$ ) realizadas por el método Rb/Sr por Halpern *et al.* (1970), para gneises graníticos asimilables a los aquí estudiados. Estas últimas edades podrían interpretarse como asociadas al evento metamórfico y deformacional que se observa en todas las rocas que componen los complejos Nogolí, Pringles y Conlara. Este evento, asignado al ciclo Pampeano, tendría que ser previo a la depositación de los metasedimentos de bajo grado, en caso de mediar una discordancia con las secuencias de mayor grado metamórfico, y al pervasivo evento orogénico oclóyico que afectó posteriormente a todo el conjunto.

A su vez, Galliski y Linares (1999) mostraron la existencia de al menos tres ciclos de actividad pegmatítica



**Figura 2:** Curva de concordia y recta de discordia para las fracciones analizadas. Datos analíticos en cuadro 1.

en el basamento de las Sierras Pampeanas (edades K-Ar sobre muscovitas); el más antiguo, representado también en la sierra de San Luis, habría comenzado su actividad intrusiva alrededor de los 600-550 Ma, alcanzando su climax entre los 550 y 500 Ma. Estas edades sugieren también la presencia de un evento magmático importante durante el ciclo Pampeano.

Esta actividad orogénica previa, también está confirmada por las edades más antiguas encontradas para los intrusivos famatinianos, las que son reconocidamente más jóvenes que las anteriormente mencionadas (Llambías *et al.* 1998), exceptuando la edad recientemente presentada de  $608 \pm 26 / -25$  Ma (isocrona U-Pb en circones) para el Granito Paso del Rey (von Gosen *et al.* 2002) e interpretada por estos autores como una edad de cristalización e intrusión precámbrica en metasedimentos de los Grupos Filita y Micaesquistos y en el Complejo Basamental Oriental. De confirmarse este valor, la edad de las secuencias metasedimentarias tendría que ser re-evaluada.

Desde el punto de vista sedimentario el evento ígneo-metamórfico asignado al ciclo Pampeano también ha quedado registrado en los metasedimentos clásticos neoproterozoicos-paleozoicos inferiores de las Sierras Pampeanas; en éstos la existencia de circones detríticos cuyos núcleos muestran edades asignables a este ciclo fue reconocida en varias localidades (Sims *et al.* 1998; Rapela *et al.* 1998; Finney *et al.* 2003).

La edad U/Pb preliminar aquí presentada permite aportar un indicio de que este evento ígneo-metamórfico pudo haber acaecido durante el Proterozoico superior- Cámbrico inferior, aunque se reconoce la necesidad de realizar estudios más minuciosos y detallados para poder confirmarlo.

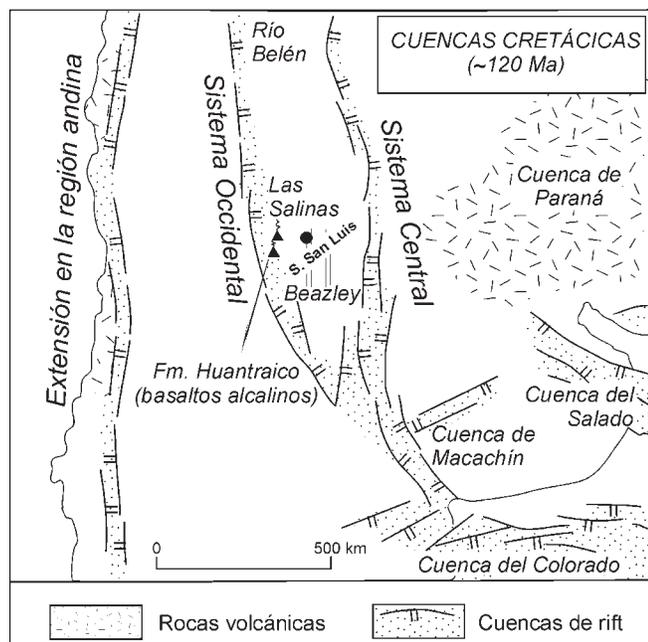
Por otra parte, para entender el proceso que afectó posteriormente al sistema, el mismo se podría explicar mediante un modelo episódico de pérdida de Pb, generado durante los procesos extensivos acaecidos durante

el Mesozoico y que llevó al desarrollo de un importante magmatismo entre los 150 y 60 Ma. Para el Cretácico (Fig. 3), mientras en la zona orogénica andina se desarrollaba un arco magmático asociado a una velocidad de retroceso de la trinchera negativa, que favoreció la extensión en el retroarco, la región del antepaís cratónico también era sometida a extensión asociada con la apertura del Atlántico Sur, proceso iniciado a partir del Triásico (Ramos 1999, y otros allí citados).

Durante esta etapa distensiva se reactivaron las antiguas zonas de sutura entre los terrenos acrecionados en tiempos paleozoicos (Ramos y Kay 1991; Kay y Ramos 1996), dando origen a los sistemas de rifts pampeanos central y occidental (Ramos 1999). El sistema pampeano central se extiende desde la cuenca del Colorado en el sur, hasta la cuenca Saliniana, mientras que el sistema pampeano occidental se desarrolló a lo largo de la zona de sutura entre los terrenos Pampia y Cuyania, con reactivación inclusive de los depocentros triásicos, extendiéndose entre la cuenca de Beazley en San Luis, hasta la cuenca de Belén en su extremo norte (Ramos 1999; Rosello y Mozetic 1999; Rosello *et al.* 1999). Inmediatamente al oeste de la sierra de San Luis los depocentros de Las Salinas y Beazley evidencian esta actividad extensional. En ellos se depositaron las secuencias sedimentarias correspondientes al Grupo del Gigante (Cretácico), en parte sobre sedimentos triásicos continentales. Las mismas, expuestas a través de la inversión tectónica acaecida durante la orogenia andina (Schmidt *et al.* 1995), conforman las Serranías Occidentales de San Luis, extendiéndose entre las sierras del Gigante y Guayaguás, alcanzando el extremo austral de la sierra de La Huerta a través de unas pequeñas lomadas homoclinales (Vujovich *et al.* 1998); también fueron reconocidas a través de perforaciones realizadas en estas cuencas.

En la cuenca de Las Salinas (Fig. 3), se encuentra uno de estos pulsos magmáticos en la sierra de Las Quijadas, cerca de Hualtarán, donde se observan coladas basálticas inmediatamente por encima del Conglomerado La Cruz; así como varios centros efusivos, con diques discordantes cortando la secuencia sedimentaria tal como en Pozo de Piedra y Potrero de la Aguada (González y Toselli 1973; González y Omil 1989). Estos derrames de basaltos alcalinos olivínicos, denominados Formación Hualtarán por González y Toselli (1973) fueron clasificados como traquibasaltos por Gordillo (1972) y Llambías y Brogioni (1981).

La falta de fósiles dentro del Conglomerado La Cruz llevó a que fueran objeto de varias dataciones radiométricas K-Ar para establecer su edad. De acuerdo a los primeros datos obtenidos por González (1971) y González y Toselli (1973) fueron ubicados en el Jurásico medio (152 - 161 Ma). Posteriormente, Yrigoyen (1974) obtuvo edades de  $\sim 108$  Ma, reubicando esta actividad magmática en el Cretácico medio. Esta discrepancia llevó a González y Omil (1989) a datar nuevamente estos basaltos, obteniendo una edad de



**Figura 3:** Esquema paleogeográfico para el Cretácico inferior con distribución de las cuencas de rift de los sistemas central y occidental y ubicación del volcanismo alcalino de la Formación Huantraico (tomado de Ramos 1999). Se muestra la ubicación del bloque serrano de San Luis, que expone las rocas del basamento cristalino durante la orogenia ándica, así como la ubicación aproximada de la zona de estudio.

106 ± 5 Ma confirmando de este modo las edades aptianas obtenidas por Yrigoyen (1974) para este evento efusivo.

El limitado alcance registrado de la pérdida Pb en las muestras analizadas podría relacionarse con la cercanía de gradientes térmicos anómalos, vinculados con los procesos extensivos. El hecho que la intersección inferior cruce la curva de concordia en una edad de 112 ± 23 Ma, edad coincidente con los basaltos de la Formación Hualtarán, sugiere una posible significación geológica para este dato.

## Conclusiones

Los datos U-Pb obtenidos sobre un gneis biotítico feldespático perteneciente al Complejo Nogolí en el área de San Francisco del Monte de Oro indican una edad de cristalización para el mismo de 554 Ma. Esta edad representa un interesante hallazgo del ciclo Pampeano en la sierra de San Luis, cuya presencia había sido inferida por Llambías *et al.* (1996) sobre la base de evidencias petrográficas.

Se postula además la existencia de un proceso de pérdida episódica de Pb durante el Cretácico inferior, reflejado en la intersección inferior de la recta de discordia. Esta edad inferior podría relacionarse con la cercanía de gradientes térmicos anómalos relacionados con la

intrusión de magmas alcalinos. Este evento estaría vinculado a los procesos distensivos generalizados que afectaron al Gondwana durante la apertura del Atlántico Sur.

## Agradecimientos

Se agradece al Dr. A. Saal por su colaboración durante las tareas de campo y laboratorio. Al MIT (*Massachusetts Institute of Technology, Geochemical Laboratory*), Boston por las dataciones realizadas, y al SEGEMAR, Delegación San Juan, por el apoyo logístico brindado durante las tareas de campo. A los arbitros del trabajo por las observaciones realizadas. Este trabajo forma parte del proyecto PICT99 6729 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aceñolaza, G. F. y Toselli, A. J., 1976. Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico inferior del Noroeste Argentino. 2° Congreso Latinoamericano de Geología (1973), Actas 2: 755-764. Caracas.
- Bowring, S. A., Grotzinger, J. P., Isachsen, C. E., Knoll, A. H., Pelechaty, S. M. y Kolosov, P., 1993. Calibrating rates of Early Cambrian Evolution. *Science*, 261:1293-1298.
- Brodtkorb, M., Pezzutti, N. y Dalla Salda, L. H., 1984. Presencia de volcanismo ácido en el Precámbrico de San Luis. 9° Congreso Geológico Argentino (S.C. Bariloche), Actas 2: 181-190.
- Castellote, P. R., 1985. Algunas observaciones geológicas en las sierras de Ambargasta y Sumampa (Provincia de Santiago del Estero). *Acta Geológica Lilloana*, 16(2): 259-269.
- Criado Roque, P., Mombrú, C. y Ramos, V., 1981. Estructura e interpretación tectónica. En: Yrigoyen, M. (Ed.) *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de San Luis*. 8° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 155-192. San Luis.
- Finney, S., Gleason, J., Gehrels, G., Peralta, S. y Aceñolaza, G., 2003. Early Gondwanan connection for the Argentine Precordillera terrane. *Earth and Planetary Sciences Letters*, 205: 349-359.
- Galliski, M. A. y Linares, E., 1999. New K-Ar muscovite ages from granitic pegmatites of the Pampean Pegmatite Province. 2° Simposio Sudamericano de Geología Isotópica (V. Carlos Paz, Córdoba), Abstracts: 63-67. Buenos Aires.
- González, P. D. y Llambías, E. J., 1998. Estructura interna de las metamorfitas pre-Famatinianas y su relación con la deformación del Paleozoico inferior en el área de Gasparillo, San Luis, Argentina. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 2: 421-426, Buenos Aires.
- González, P. D., Sato, A. M. y Llambías, E. J., 2002a. The komatiites and associated mafic to ultramafic metavolcanic rocks of western Sierra de San Luis. *Actas 15° Congreso Geológico Argentino (El Calafate)*, 2: 87-90, Buenos Aires.
- González, P. D., Sato, A. M., Basei, M. A. S., Vlach, S. R. F. y Llambías, E. J., 2002b. Structure, metamorphism and age of the Pampean-Famatinian Orogenies in the Western Sierra de San Luis. 15° Congreso Geológico Argentino (El Calafate), Actas 2: 51-56, Buenos Aires.
- González, R. R., 1971. Edades radimétricas de algunos cuerpos eruptivos de Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina, Nota Breve*, 26(3): 411-412.

- González, R. R. y Omil, M., 1989. La edad del basalto de Potrero de La Aguada, sierra de Las Quijadas, provincia de San Luis. *Acta Geológica Lilloana*, 17(1): 89-91.
- González, R.R. y Toselli, A., 1973. Las rocas efusivas básicas de la sierra de Las Quijadas al oeste de Hualtarán. *Acta Geológica Lilloana*, 12(6): 91-103.
- Gordillo, C. E., 1972. Petrografía y composición química de los basaltos de la sierra de Las Quijadas (San Luis) y su relación con los basaltos cretácicos de Córdoba. *Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba*, I: 127-129.
- Grissom, G. C., DeBari, S. M. y Snee, L.W., 1998. Geology of the Sierra de Fiambalá, northwest Argentina: implications for Early Palaeozoic Andean tectonics. In: Pankhurst, R. J. y Rapela, C. W. (Eds.): *The proto-Andean margin of Gondwana*. Geological Society, London, Special Publications, 142: 291-323.
- Halpern, M., Linares, E. y Latorre, C. O., 1970. Estudio preliminar por el método rubidio-estroncio de rocas metamórficas y graníticas de la provincia de San Luis, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 25(3): 293-302.
- Kay, S. M. y Ramos, V. A., 1996. El magmatismo cretácico de las sierras de Córdoba y sus implicancias tectónicas. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 453-464.
- Kilmurray, J. y Dalla Salda, L. H., 1977. Caracteres estructurales y petrológicos de la región central y sur de la Sierra de San Luis. *Obra del Centenario del Museo de La Plata, Sección Geología*: 167-178. La Plata.
- Kilmurray, J. y Villar, L., 1981. El basamento de la Sierra de San Luis y su petrología. En: Yrigoyen, M. (Ed.): *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis*. 8° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 33-54. San Luis.
- Koukharsky, M., Munizaga, F., Leal, O., Correa, M. J. y de Brodtkorb, M. K., 1999. New K/Ar ages in the Ambargasta and Norte de Córdoba ranges, Argentina. 2° South American Symposium on Isotope Geology (Córdoba), Actas: 76-77.
- Llambías, E. J. y Brogioni, N., 1981. Magmatismo mesozoico y cenozoico. En: Yrigoyen, M. (Ed.): *Geología y Recursos Naturales de la provincia de San Luis*. 8° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 101-115.
- Llambías, E. J., Quenardelle, S., Ortiz Suárez, A., y Prozzi, C., 1996. Granitoides sincinemáticos de la Sierra Central de San Luis. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso Nacional de Hidrocarburos, Actas 3: 487-496, Buenos Aires.
- Llambías, E. J., Sato, A. M., Ortiz Suárez, A., and Prozzi, C., 1998. The granitoids of the Sierra de San Luis. In: Pankhurst, R. y Rapela, C. W. (Eds.) *The proto-Andean margin of Gondwana*. Geological Society of London, Special Publications 142: 325-341, London.
- Merodio, J., Dalla Salda, L. H. y Rapela, C. W., 1978. Estudio petrológico y geoquímico preliminar del cuerpo básico de la región de San Francisco de Oro, provincia de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 33(2): 122-138.
- Ortiz Suárez, A., Prozzi, C., y Llambías, E. J., 1992. Geología de la parte sur de la Sierra de San Luis y granitoides asociados, Argentina. *Estudios Geológicos*, 48: 269-277, Madrid.
- Prozzi, C., 1990. Consideraciones acerca del basamento de San Luis, Actas 11° Congreso Geológico Argentino, I: 452-455, San Juan.
- Prozzi, C. y Ortiz Suárez, A., 1994. Rocas metamórficas de bajo grado en las Sierras Pampeanas (Argentina). 7° Congreso Geológico Chileno, Actas 2: 1167-1171, Concepción.
- Quenardelle, S. M. y Ramos, V. A., 1999. Ordovician western Sierras Pampeanas magmatic belt: Record of Precordillera accretion in Argentina. In: Ramos, V. A. y Keppie, J. D. (Eds.), *Laurentia-Gondwana connections before Pangea*. Geological Society of America, Special Paper 336: 63-86.
- Ramos, G., Prozzi, C., Ortiz Suárez, A., 1996. Conglomerados del basamento de Sierras Pampeanas. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso Nacional de Hidrocarburos, Actas 1: 607-617, Buenos Aires.
- Ramos, V. A., 1988. Tectonics of the Late Proterozoic - Early Paleozoic: a collisional history of Southern South America. *Episodes*, 11(3): 168-174, Ottawa.
- Ramos, V. A., 1999. Rasgos estructurales del territorio argentino. 1. Evolución tectónica de La Argentina. En: Caminos, R. (Ed.): *Geología Argentina*. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29(24): 715-759.
- Ramos, V. A. y Kay, S. M., 1991. Triassic rifting and associated basalts in the Cuyo basin, central Argentina. In: Harmon, R. S. y Rapela, C. W. (Eds.), *Andean magmatism and its tectonic setting*. Geological Society of America, Special Paper 265: 79-91.
- Rapela, C. W., Pankhurst, R. J., Casquet, C., Baldo, E., Saavedra, J., Galindo C. y Fanning, C. M., 1998. The Pampean Orogeny of the southern proto-Andes: Cambrian continental collision in the Sierras de Córdoba. In: Pankhurst, R. y Rapela, C. (Eds.), *The Proto-Andean margin of Gondwana*. Geological Society of London, Special Publications, 142: 181-217. London.
- Rossello, E. A. y Mozetic, M. E., 1999. Caracterización estructural y significado geotectónico de los depocentros cretácicos continentales del centro-oeste argentino. 5° Simposio sobre el Cretáceo del Brasil, Boletim 107-113, Rio Claro.
- Rossello, E. A., Mozetic, M.E., y López de Luchi, M. G., 1999. El basalto de La Puerta de San José (Belén, Catamarca): Un nuevo testimonio de rifting cretácico en el noroeste argentino. 14° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 194-196. Salta.
- Sato, A. M., Ortiz Suárez, A., Llambías, E. J., Cavarozzi, C., Sánchez, V., Varela, R. y Prozzi, C., 1996. Los plutones pre-Oclóyicos del sur de la Sierra de San Luis: arco magmático al inicio del ciclo Famatiniano. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 5: 259-272. Buenos Aires.
- Sato, A. M., González, P. D. y Llambías, E. J., 2001. First indication of Mesoproterozoic age from the western basement of Sierra de San Luis, Argentina, 3° South American Symposium on Isotope Geology, Extended Abstract Volume (CD), p. 620-623. Sociedad Geológica de Chile, Santiago.
- Sato, A. M., González, P. D. y Llambías, E. J., 2003. Evolución del orógeno famatiniano en la sierra de San Luis: magmatismo de arco, deformación y metamorfismo de bajo a alto grado. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* (este volumen).
- Schmidt, C. J., Astini, R. A., Costa, C. H., Gardini, C. E. y Kraemer, P. E., 1995. Cretaceous rifting, alluvial fan sedimentation, and Neogene inversion, Southern Sierras Pampeanas, Argentina. In: Tankard, A. J., Suárez, R. y Welsink, H. J. (Eds.), *Petroleum basins of South America*. AAPG Memoir 62: 341-358.
- Sims, J., Stuarth-Smith, P., Lyons, P. y Skirrow, R., 1997. Informe Geológico y Metalogenético de las Sierras de San Luis y Comechingones. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 28, 148 p. Buenos Aires.
- Sims, J., Ireland, T., Camacho, A., Lyons, P., Pieters, P., Skirrow, R., Stuart Smith, P. y Miró, R., 1998. U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern Sierras Pampeanas margin: implications for the Paleozoic tectonic evolution of the western Gondwana. In: Pankhurst, R. y Rapela, C. (Eds.), *The Proto-Andean margin of Gondwana*. Geological Society of London, Special Publications, 142: 259-281. London.
- Söllner, F., Brodtkorb, M., Miller, H., Pezzutti, N. y Fernández, R., 2000. U-Pb zircón ages of metavolcanic rocks from the Sierra de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 55: 15-22.
- Stacey, J. S. y Kramers, J. D., 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters*. 26: 207-221.
- von Gosen, W. y Prozzi, C., 1996. Geology, structure and metamorphism in the area south of La Carolina (Sierra de San Luis, Argentina). 13° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 301-314. Buenos Aires.

- von Gosen, W. y Prozzi, C., 1998. Structural evolution of the Sierra de San Luis (Eastern Sierras Pampeanas, Argentina): implications for the Proto-Andean margin of Gondwana. In: Pankhurst, R. y Rapela, C. (Eds.), *The Proto-Andean margin of Gondwana*. Geological Society of London, Special Publications, 142: 235-258. London.
- von Gosen, W., Loske, W. y Prozzi, C., 2002. New isotopic dating of intrusive rocks in the Sierra de San Luis (Argentina): implications for the geodynamic history of the Eastern Sierras Pampeanas. *Journal of South American Earth Sciences*, 15: 237-250.
- Vujovich, G. I., Chernicoff, J., Tchilinguirian, P., Godeas, M., Marín, G., Pezzutti, N., y Sepúlveda, E., 1998. Hoja Geológica 3166-III, Chepes, provincias de San Juan y La Rioja. Subsecretaría de Minería de La Nación, Servicio Geológico Minero Argentino, 54 p. (pre-impresión).
- Yrigoyen, M. R., 1974. La edad cretácica del Grupo Gigante (San Luis) y su relación con cuencas circunvecinas. 1° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Tucumán), Actas 2: 29-56.

**Recibido:** 26 de mayo, 2003

**Aceptado:** 15 de agosto, 2003