

DATACIÓN U-Pb DEL GRANITO PAIMÁN, SIERRA DE PAIMÁN, CHILECITO, LA RIOJA

Ricardo VARELA¹, Miguel A.S. BASEI² y Claudia P. PEREYRA³

¹ Centro de Investigaciones Geológicas (UNLP y CONICET), La Plata. E-mail: varela@cig.museo.unlp.edu.ar

² Centro de Pesquisas Geocronológicas (IG, USP), Cidade Universitária, São Paulo, Brasil, E-mail: baseimas@usp.br

³ Departamento Científico Geología del Museo de La Plata (UNLP, CONICET), La Plata, E-mail: claudiapatriciapereyra2004@yahoo.com.ar

RESUMEN

Se da a conocer los resultados de la datación U-Pb convencional en circones del Granito Paimán, uno de los componentes del flanco oriental del Sistema de Famatina. Fueron analizadas cinco fracciones de cristales de circón de un granito porfiroide, característico de la unidad. Los resultados son coherentes entre sí y proveen una edad de $477,6 \pm 4,1$ Ma, que ubican la edad de cristalización y emplazamiento en el Ordovícico Temprano. La datación corrobora su asignación a la fase magmática oclóyica y específicamente al cinturón famatiniano. El análisis del presente y otros datos U-Pb previos de otras rocas graníticas del cinturón famatiniano entre los 28° y 33° S, permiten delimitar un estrecho lapso (alrededor de 20 Ma) de actividad ígnea, sin poderse determinar ninguna polaridad en la producción del magmatismo.

Palabras clave: *Granito Paimán, Chilecito, Edad U-Pb, Ordovícico Temprano, Famatiniano.*

ABSTRACT: *U-Pb dating of the Paimán Granite, Sierra de Paimán, Chilecito, La Rioja.*

Conventional U-Pb zircon ages for the Paimán Granite are presented. The magmatic unit crops out in the eastern border of the Famatina range. Five zircon fractions were analysed from a coarse porphyritic granitoid, the major component in the Paimán-Chilecito area. Results are concordant for the five fractions and the mean $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ age of 477.6 ± 4.1 Ma is Early Ordovician. This age confirms that the Paimán Granite is part of the Oclóyic magmatic phase and Famatinian belt. The present age together with the previous U-Pb ages from granitoids of the Famatinian belt between 28° and 33° S suggest that the magmatic activity occurred over a short time span of about 20 Ma, following no noticeable internal polarity within the belt.

Keywords: *Paimán Granite, Chilecito, U-Pb age, Early Ordovician, Famatinian belt.*

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Famatina y las Sierras Pampeanas Orientales, en el sentido de Caminos (1979), exponen un basamento cristalino que se destaca por el predominio de rocas magmáticas, principalmente plutónicas, en menor proporción volcánicas, alojadas en sucesiones predominantemente clásticas y afectadas por variado grado metamórfico.

El estudio de las rocas plutónicas y el control estratigráfico y radimétrico mostró la importancia del magmatismo ordovícico. Una síntesis del conocimiento fue realizada por Toselli *et al.* (2002 y referencias allí contenidas). Diferencias en los patrones tipológicos de los granitoides permitió a los citados autores demarcar cuatro cinturones elongados N-S. Los

externos tienen menor densidad de magmatismo y corresponden al cinturón occidental a las Sierras Pampeanas Occidentales en el sentido de Caminos (1979), en parte caracterizado por unidades del Mesoproterozoico y al cinturón oriental en el que hay predominio de rocas metamórficas paraderivadas con escasos granitoides del Cámbrico y Ordovícico. En posición interna, el cinturón famatiniano (predominio de granitoides tipo I) y el cinturón central (predominio de granitoides tipo S) se destacan por la abundancia de granitoides ordovícicos, referidos a la fase magmática oclóyica (Moya y Salfity 1982). Cabe mencionar que en conjunto el cinturón famatiniano y el cinturón central coinciden aproximadamente con el cinturón famatiniano de Pankhurst *et al.* (2000).

Las rocas plutónicas y volcánicas del cinturón famatiniano de Toselli *et al.* (2002) incluyen dioritas y gabros tholeíticos, con predominio de tonalita, granodiorita y granito de una serie calcoalcalina, metaluminosa a moderadamente peraluminosa (ASI 0,8-1,4). Se ha postulado su vinculación con la actividad de un arco volcánico continental sobre basamento de rocas sedimentarias y metamórficas de bajo grado y bajas relaciones P/T. Las edades radimétricas obtenidas por diversos métodos oscilan entre 450 y 490 Ma, con edades modelo Sm-Nd T_{DM} próximas a 1,7 Ga y ϵNd entre -5 a -7 (Toselli *et al.* 2002).

La zona de interés para el presente trabajo se ubica en el borde oriental del cinturón famatiniano de Toselli *et al.* (2002), más precisamente al pie oriental de la si-

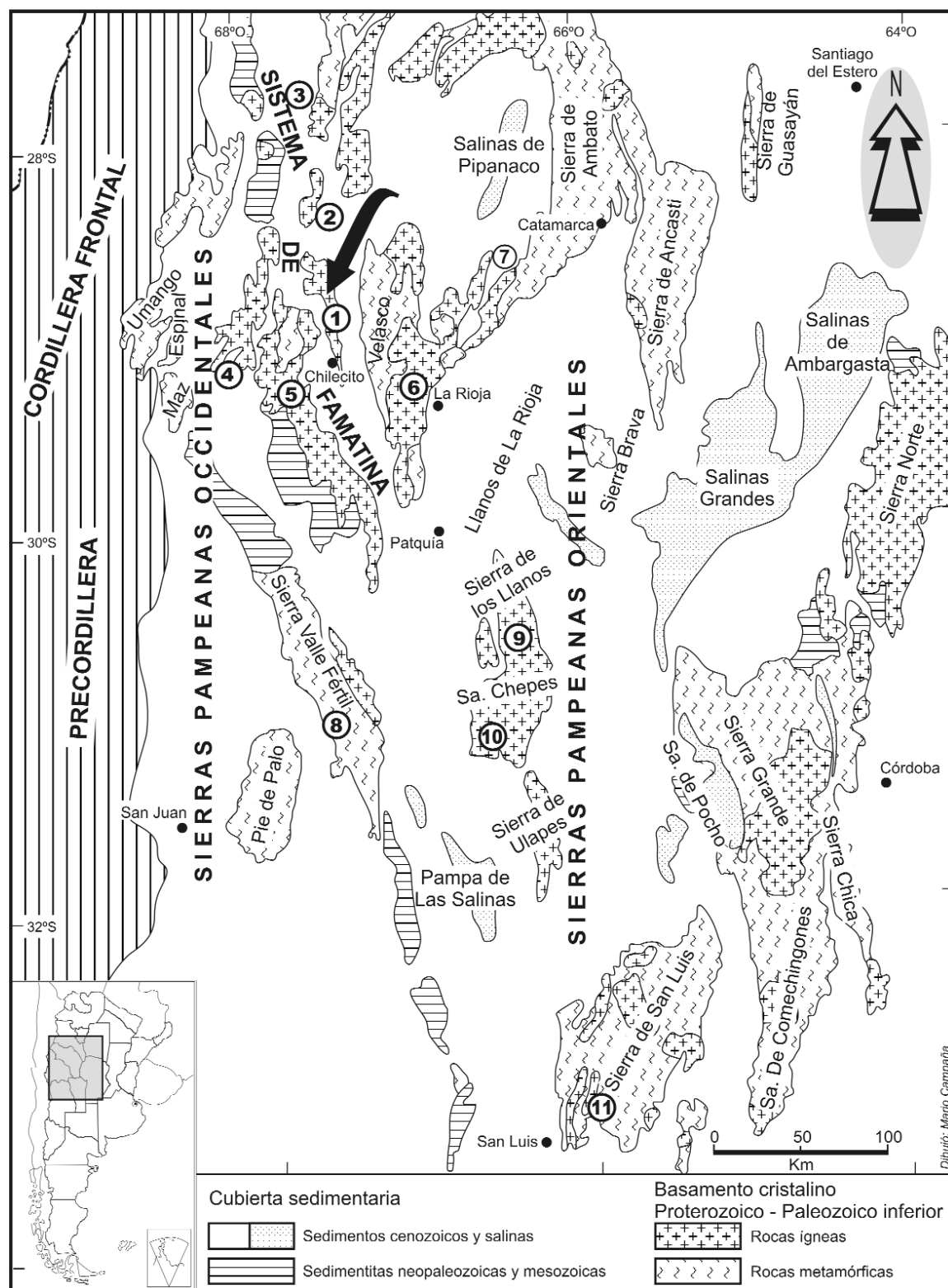


Figura 1: Mapa de ubicación de la zona estudiada (véase flecha) y relación con las provincias geológicas del oeste argentino. Los números ubican los granitoides datados por el método U-Pb en circones: 1) Sierra de Paimán-Chilecito, este trabajo; 2 a 11 informado por otros autores, véase texto. 2) Sierra de Copacabana; 3) sierra de Fiambalá; 4) flanco occidental sierra de Famatina; 5) sierra de Famatina; 6) sierra de Velasco; 7) sierra de Mazán; 8) sierra de Valle Fértil; 9) sierra de los Llanos; 10) sierra de Chepes; 11) sierra de San Luis.

rra de Famatina, en el que se levanta la delgada hilada de las sierras de Paimán-Chilecito y Copacabana (Fig. 1). Los granitoides de estas sierras tuvieron empla-

zamiento epizonal, bajo presiones inferiores a 3 kbar (Saavedra *et al.* 1998) y su roca de caja son esquistos bandeados de mediano grado y metamorfitas de bajo

grado con trazas fósiles. Predomina un grupo ácido, constituido por monzogranitos y granodioritas biotíticas y de dos micas y otro grupo subordinado de com-

posición intermedia-básica. Es característica la facies de monzogranitos y granodioritas porfíroides con gran desarrollo de megacristales de microclino y oligoclasa. La facies de granitoides equigranulares tiene menor desarrollo. La inyección de cuerpos básicos es notable en la punta norte de la sierra de Paimán. La tendencia geoquímica general es calcoalcalina peraluminosa, mientras que para las rocas básicas es metaluminosa (Toselli *et al.* 1991, Saavedra *et al.* 1998, Rapela *et al.* 1999).

La datación radimétrica en granitoides de la sierra de Paimán (Pérez y Kawashita 1992 y referencias allí contenidas) incluye edades K-Ar en biotita entre 437 y 459 Ma y Rb-Sr con ciertas limitaciones por disturbios isotópicos, señalándose como mejor edad la de una errocrona de 459 ± 29 Ma.

En la presente contribución se da a conocer la datación U-Pb convencional en circones de un granitoide de la sierra de Paimán-Chilecito y se analiza y correlaciona con edades U-Pb del entorno obtenidas por otros autores.

Material datado y resultados

La roca colectada para datación se ubica en el faldeo oriental de la sierra Paimán-Chilecito, a la altura de la ciudad de Chilecito y en las proximidades de la finca Samay Huasi. Sus coordenadas son $29^{\circ} 10' 04''$ S - $67^{\circ} 29' 03''$ O.

En la zona predominan granitos con biotita-muscovita, de tonalidad gris rosada, grano grueso (3-5 mm) hasta pegmatítico (2-3 cm), conteniendo regular cantidad de megacristales de feldespato potásico que alcanzan a medir 10 cm de largo. Contiene xenolitos de esquistos micáceos castaños y enclaves máficos granudos, en tamaños frecuentes de 10-15 cm y ocasionalmente hasta 30-40 cm de diámetro. La deformación de la roca ha originado una foliación imperfecta, en la que se destaca el estiramiento de los fenocristales de feldespato. Los planos de foliación se disponen con rumbos variables desde 40° NE hasta 40° NO e inclinan de 60° a

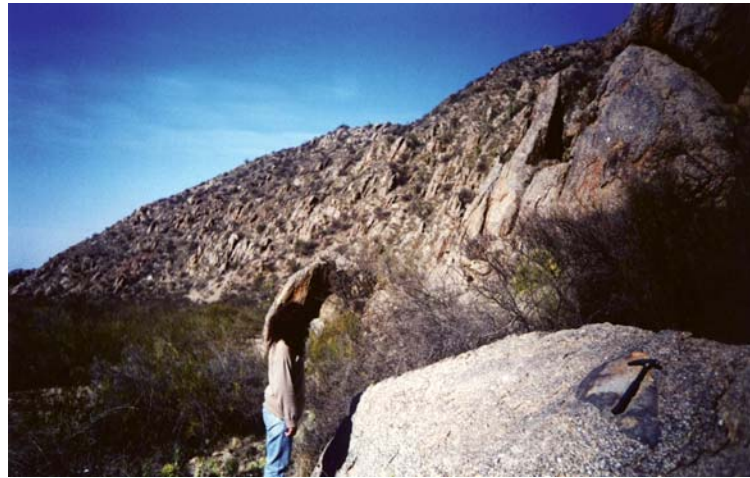


Figura 2: Vista del Granito Paimán en las proximidades de la finca Samay Huasi. Se observa la foliación inclinando al E y en primer plano, próximo al martillo, megacristales de feldespato y un enclave máfico.

85° al ESE y ENE. En el paisaje la foliación destaca láminas de decenas de centímetros hasta un par de metros de espesor, inclinando ordenadamente hacia el cuadrante oriental (Fig. 2). Efectos de milonitización y estructuras de cabalgamiento de vergencia occidental en el flanco oriental de la sierra de Paimán, con hasta 1 km de potencia, fueron descritos por Pérez (1991). Se relacionarían, en un contexto regional, con importantes zonas de cizalla dúctil producidas en el Devónico inferior a los 400 Ma según Sm-Nd en granate (Höckenreiner *et al.* 2003) o a los 380 Ma según Rb-Sr en pegmatoides (Varela *et al.* 2002). Completan la composición local numerosos diques de granito pegmatítico leucocrático y muscovítico, de potencia media de 50 cm, que cortan aproximadamente a 90° la foliación del Granito Paimán.

La preparación de preconcentrados de minerales pesados fue efectuada en el Centro de Investigaciones Geológicas (CIG), partiendo de aproximadamente 5 kg de roca e incluyendo trituración, molienda, tamizado con retención de las fracciones malla 140-200 y 200-230 y elutriación. Se prosiguió con separador electromagnético Frantz, descartando magnéticos a 0,5 y 1,1 amperes. El preconcentrado fue purificado en el Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo), utilizando líquidos pesados (bromoformo e yoduro de metileno) y luego se obtuvieron en Frantz fracciones (*split*) de diferente susceptibilidad magnética. Final-

mente bajo microscopio se procedió a la selección manual de circones de la fracción NM(-1), preparándose para análisis químico 5 conjuntos de unos 10-15 cristales cada uno. Los circones del Granito Paimán son transparentes, carecen o tienen escasas inclusiones sólidas y sus formas son prismáticas bipiramidadas. Los cristales de las fracciones A y B son de mayor tamaño, y la relación largo/ancho es próxima a 3:1, con excepción de la fracción E en donde es de 2:1 (Fig. 3). La técnica de ataque químico y espectrometría de masas fue descrita por Basei *et al.* (1995).

Para el cálculo de edades y confección de diagrama Tera-Wasserburg se utilizó el programa Isoplot/Ex, ver. 2.49k (Ludwig 2001), dando preferencia a las medias ponderadas de las edades $206\text{Pb}/238\text{U}$. Las cinco fracciones aportaron resultados coherentes entre sí y definen con un grado de confianza de 95 % una media de $477,6 \pm 4,1$ Ma (Cuadro 1 y Fig. 3).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La edad U-Pb de las cinco fracciones de circones analizadas del Granito Paimán son coherentes entre sí y proveen un valor medio de $477,6 \pm 4,1$ Ma. La misma corresponde al tiempo de cristalización y emplazamiento del plutón estudiado. Ese valor refiere al Ordovícico Temprano según las divisiones establecidas en Gradstein *et al.* (2004). Las anteriores edades,

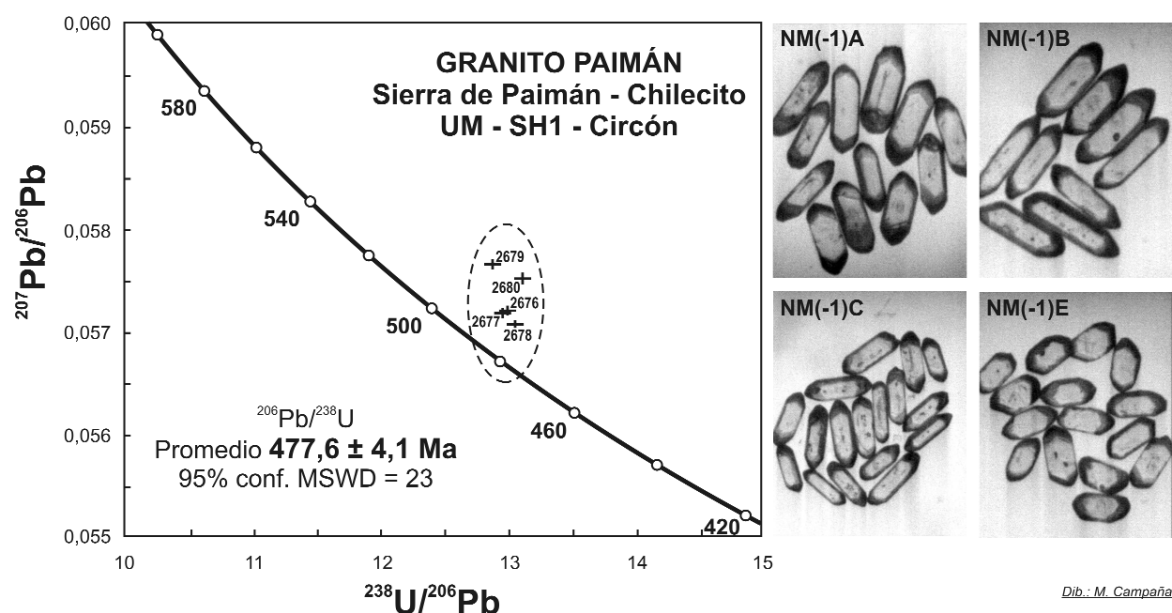


Figura 3: Concordia U-Pb Tera-Wasserburg y fotomicrografías de los circones correspondientes a algunas de las fracciones analizadas.

CUADRO 1: Datos analíticos de espectrometría de masas y edades U-Pb correspondientes.

SPU	Fracción magnética	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Error (%)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Error (%)	Coef.	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	Error (%)	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	Error (%)	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	Edad(Ma)	Edad(Ma)	Edad(Ma)
UM SH-1 Granito Paimán. Sierra Paimán-Chilecito														
2676	NM (-1) A	0,606818	0,47	0,076939	0,462	0,98	12,997343	0,46	0,057202	0,09	8729	478	482	499
2677	NM (-1) B	0,608272	0,47	0,077152	0,461	0,98	12,961477	0,46	0,057181	0,09	4995	479	482	499
2678	NM (-1) C	0,602796	0,47	0,076603	0,461	0,99	13,054370	0,46	0,057072	0,06	8438	476	479	494
2679	NM (-1) D	0,617012	0,47	0,077610	0,462	0,99	12,885004	0,46	0,057660	0,08	3054	482	488	517
2680	NM (-1) E	0,604576	0,47	0,076233	0,464	0,98	13,117627	0,46	0,057518	0,10	1814	474	480	511

SPU, Número de laboratorio (Centro de Pesquisas Geocronológicas, Universidad de San Pablo, Brasil. Fracción magnética, número entre paréntesis indica inclinación de separador electromagnético Frantz a 1,5 Amp. # Pb radiogénico corregido por blanco y Pb inicial; U corregido por blanco. * No corregido por blanco ni por Pb no radiogénico. Edades calculadas con Isoplot/Ex (Ludwig, 2001) y constantes de decaimiento recomendadas por Steiger y Jäger (1977).

obtenidas por los métodos K-Ar y Rb-Sr y próximas a 460 Ma tienen el significado de edades mínimas.

Interesa comparar el resultado obtenido en la sierra de Paimán-Chilecito (1 en el bosquejo de Fig. 1) con los valores de algunas edades U-Pb obtenidas en circones de granitoides del cinturón famatiniano (en el sentido de Pankhurst *et al.* 2000). En la sierra de Copacabana (2 en Fig. 1) la edad U-Pb convencional de una metagranodiorita es de $487,5 \pm 4,3$ Ma y poco al norte en la extremidad sudoeste de la sierra de Fiambalá (3 en Fig. 1) se obtuvo para una metagranodiorita una edad de $467,0 \pm 3,6$ Ma (Höckenreiner 2003). En el flanco sudoeste de la sierra de Famatina en la zona de los cerros Toro y Aspercito (4 en Fig. 1) una tonalita tiene un valor de 481 ± 4 Ma y diques de compo-

sición gabro-diorita $468,2 \pm 2,9$ Ma y en la zona central de la sierra de Famatina (5 en Fig. 1) se conoce las edades de una granodiorita biotítica en $484,2 \pm 4,7$ Ma, de un monzogranito en 463 ± 4 Ma y una riolita en 477 ± 4 Ma (U-Pb SHRIMP; Pankhurst *et al.* 2000, Dahlquist *et al.* 2005). Hacia el este, en la sierra de Velasco (6 en Fig. 1) fueron datados un monzogranito porfiroide con biotita y muscovita ($481,0 \pm 2,8$ Ma) y un granito blastomilonítico con cordierita ($481,4 \pm 2,4$ Ma) y en la sierra de Mazán (7 en Fig. 1) la edad es de $484,2 \pm 3,1$ Ma (U-Pb SHRIMP; Pankhurst *et al.* 2000, Rapela *et al.* 2001). En otra sección del cinturón famatiniano ubicada al sur, las edades U-Pb obtenidas en circones de la sierra de Valle Fértil (8 en Fig. 1) son de $478,0 \pm 3,6$ Ma para un gabro hornbléndico y de

$470,0 \pm 5,0$ Ma en una granodiorita con hornblenda y biotita. Hacia el este pasando a la sierra de los Llanos (9 en Fig. 1) el valor correspondiente es de $476,8 \pm 4,3$ Ma y en la sierra de Chepes (10 en Fig. 1) de $483,0 \pm 5,0$ Ma (U-Pb SHRIMP; Pankhurst 2000). Por último y en la sierra de San Luis (11 en Fig. 1) la continuidad del cinturón famatiniano es avalada por la datación de segregados félsicos asociados a los intrusivos máfico-ultramáficos del Grupo Las Águilas, con valores de 484 ± 7 y 478 ± 6 Ma (U-Pb convencional; Sims *et al.* 1998).

De acuerdo con las edades comentadas la datación del Granito Paimán refuerza el concepto de que el ciclo magmático oclóyico tuvo amplia preponderancia en la formación de los plutones que componen las Sierras Pampeanas Orientales. El

magmatismo se acomoda a un lapso discreto y de aproximadamente 20 Ma (487 a 467 Ma), correspondiente al Ordovícico Temprano. Es una característica a destacar que no hay en ese lapso (20 Ma) una distribución ordenada de edades de los plutones datados, que permita distinguir una polaridad, migrante de oeste a este o viceversa.

AGRADECIMIENTOS

Se recibió apoyo proveniente de los Proyectos PIP CONICET 5855 y 5027, PICT ANPCyT 07-10829 y UNLP 11/N435. Se utilizaron imágenes satelitales provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) para el Proyecto "Investigaciones Geológicas en el Centro-Oeste de Argentina". Se agradece la atención de personal de la Finca Samay Huasi, desde donde se realizaron los trabajos de campo y colecta de muestras. Los revisores aportaron acertadas sugerencias que mejoraron el trabajo presentado.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Basei, M.A.S., Siga Jr., O., Sato, K. y Sproesser, W.M. 1995. A instalação da metodologia U-Pb na Universidade de São Paulo. Princípios metodológicos, aplicações e resultados obtidos. Academia Brasileira de Ciências, Anais 67: 221-237.
- Camino, R. 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales. Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. En Turner, J.C.M. (ed.) Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias: 225-291, Córdoba.
- Dahlquist, J.A., Pankhurst, R.J., Rapela, C.W., Galindo, C., Alasino, P., Casquet, C., Fanning, C.M., Saavedra, J., Baldo, E. y González Casado, J. 2005. New SHRIMP ages in the Sierra de Famatina, NW Argentina: implications for the Famatinian Orogen. *Gondwana* 12 (Mendoza), Academia Nacional de Ciencias, Abstracts: 122, Córdoba.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G. y Smith, A.G. 2004. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press.
- Höcknerreiner, M., Söllner, F. y Millar, H. 2003. Dating the TIPA shear zone: an Early Devonian terrane boundary between the Famatinian and Pampean systems (NW Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 16: 45-66.
- Ludwig, K.R. 2001. Using Isoplot/Ex. A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center, Special Publication 1, Version 2.49, 2455 Ridge Road, Berkeley.
- Moya, M.C. y Salfity, J.A. 1982. Los ciclos magmáticos en el noroeste argentino. 5º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 3: 523-536, Buenos Aires.
- Pankhurst, R.J., Rapela, C.W. y Fanning, C.M. 2000. Age and origin of coeval TTG, I- and S-type granites in the Famatinian belt of NW Argentina. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences* 91: 151-168.
- Pérez, W.A., Lencina, R. y Durand, F.R. 1991. Las milonitas de la sierra de Paimán, La Rioja, Argentina: indicadores cinemáticos, edad y significado geotectónico. 6º Congreso Geológico Chileno, Resúmenes ampliados: 6-10, Santiago.
- Pérez, W.A. y Kawashita, K. 1992. K-Ar and Rb-Sr geochronology of igneous rocks from the Sierra de Paimán, northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 5(3-4): 251-264.
- Rapela, C.W., Coira, B., Toselli, A.J. y Llambías, E.J. 1999. El Basamento Precámbrico-Paleozoico inferior de las Sierras Pampeanas, Famatina, Cordillera Oriental y Puna. 3) Sistema Famatiniano de las Sierras Pampeanas y magmatismo eopaleozoico de las Sierras Pampeanas, de la Cordillera Oriental y Puna. En Camino, R. (ed.) Geología Argentina, SEGEMAR, Anales 29: 145-158.
- Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Baldo, E., Casquet, C., Galindo, C., Fanning, C.M. y Saavedra, J. 2001. Ordovician metamorphism in the Sierras Pampeanas: new U-Pb SHRIMP ages in central-east Valle Fértil and the Velasco Batholith. *Revista Comunicaciones Edición especial 3º South American Symposium on isotope geology*, Servicio Nacional de Geología y Minería, *Abbreviated Abstracts*: 165. CD: 616-619, Santiago.
- Saavedra, J., Toselli, A., Rossi, J., Pellitero, E. y Durand, F. 1998. The Early Palaeozoic magmatic record of the Famatina System: a review. En Pankhurst, R.J. y Rapela, C.W. (eds.) *The Proto-Andean Margin of Gondwana*, Geological Society, Special Publications 142: 283-295.
- Sims, J.P., Ireland, T.R., Camacho, A., Lyons, P., Pieters, P.E., Skirrow, R.G., Stuart-Smith, P.G. y Miró, R. 1998. U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern Sierras Pampeanas, Argentina: implications for the Palaeozoic tectonic evolution of the western Gondwana margin. En Pankhurst, R.J. y Rapela, C.W. (eds.) *The Proto-Andean Margin of Gondwana*, Geological Society, Special Publications 142: 259-281.
- Steiger, R.H. y Jäger, E. 1977. Subcomisión on geochronology: convention on the use of decay constants in geo and cosmochemistry. *Earth Planetary Science Letters* 36: 359-362.
- Toselli, A.J., Aceñolaza, F.G., Durand, F.R., Rossi de Toselli, J.N., Indri, D., Cisterna, C., Lisiak, H., López, J.P., Saal, A. y Esteban, S. 1991. El Paleozoico inferior del Sistema de Famatina, Noroeste de Argentina. 6º Congreso Geológico Chileno, Resúmenes expandidos: 867-871, Santiago.
- Toselli, A.J., Sial, A.J. y Rossi, J.N. 2002. Ordovician Magmatism of the Sierras Pampeanas, Sistema de Famatina and Cordillera Oriental, NW of Argentina. En Aceñolaza, F.G. (ed.) *Aspects of the Ordovician System in Argentina*, INSUGEO, Serie Correlación Geológica 16: 313-326.
- Varela, R., Sato, A.M. y González, P.D. 2002. Metamorfismo y deformación devónicos en la sierra de Umango, Sierras Pampeanas Occidentales, La Rioja, Argentina. 15º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 57-63, El Calafate.

Recibido: 4 de abril, 2007

Aceptado: 22 de noviembre, 2007