

NOTA BREVE

Nueva edad en el basamento de la sierra de Los Llanos, La Rioja: Intrusividad pampeana en el arco famatiniano

Stella PAGE^{1,2}, Vanesa D. LITVAK^{1,2}, Carlos O. LIMARINO^{1,2}

¹Universidad de Buenos Aires - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Departamento de Ciencias Geológicas, Pabellón II. (C1428EHA) Buenos Aires.

²CONICET - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
E-mail: stella@gl.fcen.uba.ar

Introducción

Las sierras de Chepes y de Los Llanos conforman el extremo sur occidental de las Sierras Pampeanas Occidentales; constituyen una entidad geológica formada por un zócalo metamórfico, el que se encuentra intruido por granitoides de edad paleozoica.

El relevamiento geológico efectuado en la sierra de los Llanos y el tercio norte de la sierra de Chepes (Limarino y Page, 1998) ha permitido realizar una revisión del basamento cristalino en esa región. Como resultado se han podido establecer nuevas relaciones estratigráficas entre algunas unidades ígneas y metamórficas. En este trabajo se dan a conocer las primeras edades radimétricas obtenidas sobre la unidad denominada Complejo Pacatala, las que confirman las observaciones geológicas efectuadas y cuyas primeras conclusiones fueron presentadas con anterioridad (Limarino y Page, 1998; Page *et al.*, 1998).

Antecedentes

El primer modelo petrológico-regional para las rocas que integran el basamento se debe a Caminos (1968, 1972a, 1972b 1979), el que en rasgos generales fue seguido por Zuzek (1978) y Ramos (1982). Según Caminos, el basamento de la sierra de Los Llanos está integrado por metamorfitas de bajo grado (Formación Olta) intruidas por cuerpos graníticos (Formación Chepes). Los cuerpos intrusivos habrían producido localmente la migmatización de las metamorfitas que integran la roca de caja generando rocas de estructura bandeada (Migmatitas Ulapes). Por último, bajo la denominación Granito Las Asperzas el autor reunió un conjunto de pequeños cuerpos de granitos leucocráticos, emplazados en granitos de la Formación Chepes y de disposición estructural concordante.

Entre los trabajos pioneros en establecer la edad de la eruptividad granítica se debe mencionar el aporte de Toselli y González (1978). Pieters y Skirrow (1997) y Sims *et al.* (1998) revisaron la división estratigráfica planteada para el basamento de la parte sur de la sierra de Los Llanos y la sierra de Chepes. En consecuencia, redefinieron la Formación Olta como Complejo Metamórfico Olta. Así, dentro del complejo, fueron reunidas las rocas metamórficas de bajo y mediano grado incluidas originalmente por Caminos (1968, 1972a) en la unidad, más un conjunto de migmatitas y granitoides de estructura gneísica. Al mismo tiempo, modificaron la descripción e interpretación de la Formación Chepes, denominándola Complejo Ígneo Chepes.

Otros estudios petrológicos y radimétricos (Pankhurst *et al.*, 1996, 1998; Rapela *et al.*, 1996, 1998, 1999) contribuyeron a establecer la edad ordovícica de los granitoides de Chepes. Finalmente, Dahlquist y Baldo (1996) describieron las características metamórficas de la caja que aloja los cuerpos graníticos de Chepes en la sierra homónima, y los correlacionaron con otras unidades de las Sierras Pampeanas.

En el marco de un trabajo regional extenso que abarcó la región sur de las Sierras Pampeanas, Sims *et al.* (1998) y Stuart-Smith *et al.* (1999) determinaron tres episodios independientes de emplazamiento de granitoides en las Sierras Pampeanas. De acuerdo a estos autores los picos de actividad magmática ocurrieron durante el Cámbrico (530 – 510 Ma), el Ordovícico inferior (490 - 470 Ma) y el Devónico (403 – 382 Ma).

Limarino y Page (1998), describieron las unidades aflorantes en la sierra de Los Llanos y el sector norte de la sierra de Chepes y establecieron en base a observaciones geológicas una nueva estratigrafía, la que es confirmada en este trabajo con la obtención de edades radimétricas. Una síntesis de la misma se presenta en

el cuadro 1. Probablemente, la diferencia significativa con los esquemas anteriores resulte de la identificación de una nueva unidad intrusiva de edad cámbrica (Complejo Pacatala) formada básicamente por granitoides y migmatitas.

Algunos de los afloramientos que componen el Complejo Pacatala fueron descritos por autores previos. Caminos (1968, 1972a) los mapea como parte de las Migmatitas Ulapes así como también correspondiente a la facies migmatítica de la Formación Chepes. Por otro lado, rocas similares fueron consideradas por Pieters y Skirrow (1997) como pertenecientes a dos unidades diferentes, una de edad cámbrica y otra ordovícica (cuadro 1).

Geología del basamento

El basamento local está formado por rocas pertenecientes al paleozoico inferior (Fig. 1a). En él se han reconocido cuatro unidades principales (cuadro 1). En primer término afloran pizarras y filitas cuarzosas homogéneas ó finamente foliadas, pertenecientes a la Formación Olta (Furque, 1968; Caminos, 1979; Ramos, 1982). En segundo lugar, se reconocen las rocas incluidas en el Complejo Pacatala (Limarino y Page, 1998), las cuales serán descritas en detalle más adelante. El Complejo Ígneo Chepes (Pieters y Skirrow, 1997) conforma la unidad de mayor extensión areal y está constituido por intrusivos graníticos con variaciones texturales y composicionales, la roca más representativa es la granodiorita de grano medio. Por último, se reconocen fajas de rocas deformadas agrupadas en la unidad Milonitas El Cisco (Limarino y Page, 1998).

Camacho e Ireland (1997, en Pieters y Skirrow 1997) estimaron como Proterozoico superior-Cámbrico inferior la edad de la Formación Olta. Por su parte, el Complejo Chepes fue asignado al Ordovícico mediante distintos métodos de datación absoluta (Caminos, 1972b y 1979; Rapela *et al.*,

1996, 1998, 1999, Pieters y Skirrow, 1997 y Pankhurst *et al.*, 1996 y 1998;). Sin embargo, la edad del Complejo Pacatala, reconocido como una unidad independiente (Limarino y Page, 1998) y anterior a las rocas del Complejo Chepes, no estaba determinada por métodos radimétricos y, por lo tanto, su edad pre-ordovícica fue inferida sobre la base de evidencias de campo.

Complejo Pacatala

Geología

Esta unidad está constituida por migmatitas, gneises migmatíticos y granitoides a los que se asocian en cantidad subordinada rocas de difícil clasificación por su composición mixta y amplia variación textural. Se encuentran distribuidas principalmente en el tramo norte de la sierra de Chepes, al oeste de la sierra de Malanzán y al sur de la sierra de los Llanos (Fig. 1a). Conforman afloramientos de formas irregulares, algunos muy pequeños y cuyo aspecto es notablemente variable de un lugar a otro. Esta característica indica que son producto de un proceso complejo el que con probabilidad ocurrió en varias etapas o pulsos. Los contactos con la Fm. Olta suelen ser difusos y en ocasiones transicionales; esta unidad aparece intruida por el Complejo Chepes.

Megascópicamente son rocas de variada textura. En un extremo, prevalecen las texturas bandeadas o gneísicas que corresponden a rocas migmatíticas o metamorfitas de grado medio a alto con bandeamiento muy bien definido el que paulatinamente se torna difuso o desaparece. En el otro extremo textural, se observan rocas granosas homogéneas de aspecto magmático. No siempre están asociadas todas las variedades texturales. Los minerales principales presentes son feldespato potásico (microclino), plagioclasa y cuarzo. Como minerales accesorios característicos aparecen biotita, minerales opacos (generalmente es

Cuadro 1: Esquema estratigráfico comparativo del basamento de la sierra de los Llanos y sector norte de la sierra de Chepes.

	Caminos (1968, 1972a,b, 1979)	Pieters y Skirrow (1997)	Limarino y Page (1998)	
Ordovícico	Granito LasAsperezas Fm. Chepes: Facies porfiroidea Facies migmatítica Facies maciza Dioritas	Milonita Ulapes	Milonitas El Cisco	
		Complejo Ígneo Chepes (Granitoides, migmatitas, noritas)	Complejo Chepes (granitos, granodioritas y tonalitas; diabasas, noritas y dioritas)	
		Migmatita Complejo Olta	Fm. Olta (pizarras, esquistos y gneises) ?	Complejo Pacatala (granitoides y migmatitas) ?
Cámbrico	Fm. Olta: esquistos, pizarras	Complejo Metamórfico Olta		
Precámbrico	?	?		

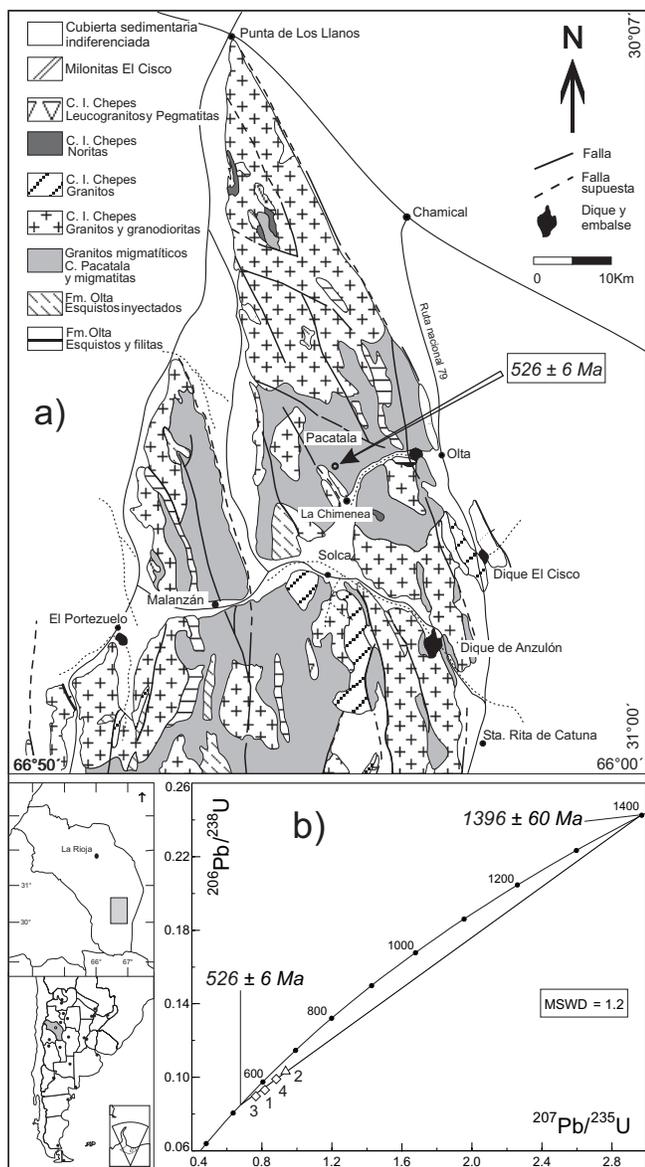


Figura 1: a, Mapa geológico de la sierra de Los Llanos y del sector norte de la sierra de Chepes, se indica la muestra datada (modificado de Page *et al.*, 1998). b, Diagrama de la Discordancia, los valores de edades fueron obtenidos por el método de U/Pb. (1 a 4 corresponden a las fracciones de circones analizados, ver cuadro 2).

magnetita), cordierita, andalusita, moscovita y ocasionalmente granate en cristales de pequeño tamaño. Los minerales accesorios menores son apatita, circón y turmalina. En general, estas rocas tienen tamaño de grano medio a fino. Con frecuencia, la cordierita o feldespato alcalino forman porfiroblastos o megacristales.

En algunas localidades se han observado reemplazos en la asociación mineral primaria de la roca. Los nuevos minerales corresponden a una paragénesis metamórfica de bajo grado. La asociación clorita-moscovita (sericita) define el reemplazo característico en las inmediaciones del dique Anzulón. La sericita

reemplaza, en forma casi completa, al microclino, a la andalusita y ocasionalmente al granate, mientras que la clorita sustituye a la biotita.

Por relaciones de intrusividad y estratigráficas, Limarino y Page (1998) y Page *et al.* (1998) establecieron que la formación de las rocas del Complejo Pacatala fue previa a la intrusión del Complejo Ígneo Chepes, ya que constituyen con las rocas de la Formación Olta el basamento-caja de Chepes.

Edad

Con el propósito de certificar la existencia de un evento magmático pre-Chepes de extensión regional, se efectuó una datación U/Pb sobre circones de una muestra de granitoide localizada en las coordenadas 30°40'07''LS y 66° 24' 56''LO y ubicada en los alrededores de la localidad de Pacatala (Fig. 1b). El estudio analítico fue realizado en los laboratorios de Geoespect Consultant Lt., Canadá. Los datos radimétricos se muestran en la figura 1b y el cuadro 2. Allí, se observa una recta de la discordancia que refleja dos intersecciones y edades: una inferior en 526 ± 6 Ma (Cámbrico), la que corresponde al emplazamiento de Pacatala y una superior en 1396 ± 60 Ma (Mesoproterozoico) que refleja, probablemente, la antigüedad de circones del basamento ancestral, es decir la edad de proveniencia. La recta de la discordancia fue trazada con tres de las cuatro poblaciones de circones (fracciones 1, 3 y 4) ya que se obtiene, estadísticamente, los mejores resultados.

Conclusiones

La individualización de rocas graníticas cámbricas confirma un evento magmático Pampeano no reconocido con anterioridad en este sector de las Sierras Pampeanas Occidentales. Por otro lado, estudios isotópicos realizados en el ámbito del Sistema del Famatina, al norte de esta región, aportan información complementaria que permite considerar de extensión regional a este magmatismo, con edades de 529 ± 5 Ma (U-Pb) en migmatitas (Rapela, 2000).

Cuando se consideran las edades de Pacatala y Chepes en el contexto de las relaciones de intrusividad entre ambas unidades y las características petrográficas estructurales que presentan, se infiere un significativo contraste en las condiciones físico químicas de formación entre ambos Complejos. Pacatala representa un contexto relativamente profundo, dado por contactos transicionales, estructuras de fusión parcial y migmatización. Chepes, en cambio, señala contactos discordantes con su caja, produce metamorfismo de contacto y migmatiza sólo localmente. Las últimas intrusiones de Chepes son facies leucocráticas, muy discordantes y de características postectónicas, como

Cuadro 2: Resultados analíticos de las mediciones U-Pb. Errores expresados como 1s. El listado 1 a 4 indica las cuatro fracciones de circones analizados de la muestra.

	Peso (μg)	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	Th/U	TCPb	$^{206}\text{Pb}/$ ^{204}U	$^{206}\text{Pb}/$ ^{238}U	$^{207}\text{Pb}/$ ^{235}U	$^{207}\text{Pb}/$ ^{206}Pb
1	16	190	69	19	0,36	14	1211	0,0936 \pm 2	0,802 \pm 2	0,0621 \pm 1
2	20	220	65	23	0,30	21	1407	0,1026 \pm 2	0,916 \pm 2	0,0648 \pm 1
3	22	208	68	19	0,33	10	2565	0,0905 \pm 2	0,759 \pm 2	0,0608 \pm 1
4	31	188	75	19	0,40	13	2846	0,0990 \pm 2	0,882 \pm 2	0,0646 \pm 1

ya fuera señalado por Caminos (1968, 1972b, 1979).

Las rocas del Complejo Pacatala estarían reflejando una actividad magmática en presencia de una fuerte deformación y una considerable anomalía térmica responsable de generar fundidos con alta actividad de agua como se observa a través del equilibrio entre silicatos de aluminio y una fase mineral hidratada.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del levantamiento geológico de la Hoja Geológica Chamental (1:250.000), Servicio Geológico-Minero Argentino. Se agradecen las valiosas sugerencias del Dr. Ostersá así como también los acertados comentarios de los árbitros.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Caminos, R., 1968. Descripción Geológica de las Hojas 21f y g Sierras de Las Minas y Ulapes, provincias de La Rioja y San Luis, Instituto Nacional de Geología, Buenos Aires. (Inédito).
- Caminos, R., 1972a. Sierras Pampeanas de Catamarca, Tucumán, La Rioja y San Juan. En Leanza A. F. (Ed.): Geología Regional Argentina, p. 41-79. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Caminos, R., 1972b. Descripción Geológica de las Hoja 19f, Olta, provincia de La Rioja, Servicio Geológico Nacional, Buenos Aires. (Inédito).
- Caminos, R., 1979. Descripción Geológica de las Hojas 21f y g Sierras de Las Minas y Ulapes, provincias de La Rioja y San Luis, Servicio Geológico Nacional, Boletín 172, Buenos Aires. (Inédito).
- Dahlquist, J.A y E.G.A. Baldo, 1996. Metamorfismo y Deformación Famatinianos en la Sierra de Chepes, La Rioja, Argentina. Actas 13° Congreso Geológico Argentino. (V): 393-409. Buenos Aires.
- Furque, G., 1968. Bosquejo Geológico de la Sierra de Malanzán, La Rioja. Actas 3° Jornadas Geológicas Argentinas, (I):111-120. Buenos Aires.
- Limarino, C.O.y S. Page, 1998. Descripción Geológica de las Hoja 3166-I, Chamental, provincia de La Rioja, Servicio Geológico Nacional, 111p., Buenos Aires. (Inédito).
- Page, S.; C.O. Limarino y V.D. Litvak, 1998. Naturaleza y evolución del basamento de la Sierra de los Llanos, provincia de La Rioja. Actas 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, (I):137-142. Buenos Aires.
- Pankhurst, R.J., C.W. Rapela, J. Saavedra, E. Baldo, J. Dahlquist y I. Pascua, 1996. Sierras de Los Llanos, Malanzán y Chepes: Ordovician I and S Type granitic magmatism in the Famatinian Orogen. Actas 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, (V): 415. Buenos Aires.
- Pankhurst, R.J., C.W. Rapela, J. Saavedra, E. Baldo, J. Dahlquist, I. Pascua and C.M. Fanning, 1998. The Famatinian magmatic arc in

- the central Sierras Pampeanas. En Pankhurst, R.J. and C.W. Rapela (Eds.): The Proto-Andean Margin of South America, vol 142: 343-368. Special Publication of the Geological Society. London.
- Pieters, P. y R.G. Skirrow, 1997. 1:250.000 Scale Geological and Metallogenic Maps, Sierras de Las Minas, Chepes y Los Llanos, provincia de La Rioja. Mapeo Geocientífico de las Sierras Pampeanas. Proyecto Argentino-Australiano de Cooperación (AGSO-SEGEMAR). 102 p. Buenos Aires.
- Rapela, C.W., 2000. Discusión: El ambiente geotectónico del Ordovícico de la región del Famatina: Comentario. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 55 (1-2): 134-136.
- Rapela, C.W., J. Saavedra; A. Toselli y E. Pellitero, 1996. Eventos magmáticos fuertemente peraluminosos en las Sierras Pampeanas. Actas 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, (V): 337-353. Buenos Aires.
- Rapela, C.W., R.J. Pankhurst; C. Casquet; E. Baldo; J. Saavedra and E. Galindo, 1998. The Pampean orogeny of the southern proto-Andes evidence for Cambrian continental collision in the Sierras de Cordoba. In: Pankhurst, R.J. and C.W. Rapela (Eds): The Proto-Andean Margin of South America, vol 142, p. 182-217. Special Publication of the Geological Society. London.
- Rapela, C.W., R.J. Pankhurst; J. Dahlquist and C.M. Fanning, 1999. U-Pb SHRIMP Ages of Famatinian Granites: New constraints on the timing, origin and tectonics setting of I and S type magmas in an ensialic arc. Actas 2° Simposio Sudamericano de Geología Isotópica: 264-267. Carlos Paz, Córdoba.
- Ramos, V.A., 1982. Descripción Geológica de la Hoja 20f, Chepes, provincia de La Rioja. Secretaría de Estado de Industria y Minería, Subsecretaría de Minería, Boletín 188: 52 p. (Inédito).
- Sims, J.P., Ireland T.R., Camacho A., Lyons P., Pieters, P.E., Skirrow, R.G., Stuart-Smith, P.G. and Miró, R., 1998. U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern Sierras Pampeanas Argentina: implications for the Paleozoic tectonic evolution of the western Gondwana margin. In: Pankhurst, R.J. and C.W. Rapela (Eds.): The Proto-Andean Margin of South America, 142: 259-281. Special Publication of the Geological Society. London.
- Stuart-Smith, Camacho A., Sims, J.P., Skirrow, R.G., Pieters, P.E., L.P., Black, P.G. and Miró, R., 1998. U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern, 1999. Uranium-Lead dating of felsic magmatic cycles in the southern Sierras Pampeanas, Argentina: Implications for the tectonic development of the proto-Andean Gondwana margin. In: Ramos, V.A. and I.D. Keppe (Eds): Laurentia Gondwana connections before Pangea, Special Paper 336: 87-114. Geological Society of America. Boulder Colorado.
- Toselli, A. y R. González, 1978. Ocurrencias de eventos magmáticos en las Sierras de Chepes y Malanzán, La Rioja, en base a datos radiométricos. Actas 1° Reunión Nacional del Paleozoico inferior de Argentina, I: 53-55. Tucumán.
- Zuzek A.B., 1978. Descripción Geológica de la Hoja 18f, Chamental, Provincia de La Rioja. Servicio Geológico Nacional, Boletín 161. Buenos Aires. Inédito

Recibido: 29 de abril, 2002

Aceptado: 29 de julio, 2002