

NOTA BREVE

# Nuevas edades radimétricas para la Formación Toro Negro en la Sierra de los Colorados, Sierras Pampeanas Noroccidentales, provincia de La Rioja

Patricia L. CICCIOI<sup>1</sup>, Carlos O. LIMARINO<sup>1,2</sup>, Sergio A. MARENSSI<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, Pabellón 2, Buenos Aires, C1428EHA.

<sup>2</sup>CONICET

<sup>3</sup>Instituto Antártico Argentino

**RESUMEN.** En este trabajo se dan a conocer nuevas edades radimétricas obtenidas por el método K/Ar roca total sobre dos niveles de tobas vítreas de la parte media-superior de la Formación Toro Negro en la sierra de los Colorados, Sierras Pampeanas Noroccidentales (provincia de La Rioja). Las edades  $8,6 \pm 0,3$  Ma y  $6,8 \pm 0,2$  Ma ubican a la Formación Toro Negro en el Mioceno superior modificando así la edad pliocena establecida anteriormente. Los valores obtenidos presentan un alto grado de confiabilidad, dado que se tratan de tobas vítreas las cuales no tienen ningún signo de retransporte, contaminación ni alteración diagenética. Los niveles de tobas han sido mapeados y georeferenciados con coordenadas obtenidas con GPS. Las muestras presentan una precisa ubicación en la columna estratigráfica y se encuentran lo suficientemente próximas de manera de controlar indirectamente los valores obtenidos.

Palabras claves: *Formación Toro Negro- Edades k/Ar- Mioceno superior-La Rioja*

**ABSTRACT.** *New radiometric ages for the Toro Negro Formation in the Sierra de los Colorados, northwestern Sierras Pampeanas.* New absolute ages derived from whole rock K/Ar dating of two vitric tuffs collected from the upper-middle part of the Toro Negro Formation in the outcrops of the Sierra de Los Colorados, Sierras Pampeanas Noroccidentales (La Rioja Province) are presented herein. The obtained values of  $8,6 \pm 0,3$  Ma and  $6,8 \pm 0,2$  Ma respectively, indicate an Upper Miocene age and challenge the previous Pliocene age proposed for this unit. The results presented here have a high degree of confidence because they do not show evidences of reworking, mixing with terrigenous clastics nor diagenetic alteration. The tuff levels were mapped and georeferenced using GPS coordinates and their close location in the stratigraphic column provides an additional control for the obtained ages.

Key words: *Toro Negro Formation - K/Ar ages - Upper Miocene - La Rioja Province*

## Introducción

Si bien los afloramientos terciarios de la cuenca de antepaís andina han sido objeto de numerosos estudios, no muchos han proporcionado edades absolutas de estas secuencias. En la sierra de Los Colorados, entre las localidades de Vinchina y Jagué (provincia de La Rioja, Fig. 1A), se encuentran las contribuciones realizadas por Tabbutt (1987) y Tabbutt *et al.* (1989) quienes obtuvieron edades por el método de trazas de fisión sobre granos de circones pertenecientes a dos niveles de tobas encontrados en las Formaciones Vinchina y Toro Negro (Turner 1964). A pesar que la ubicación de las mismas es difícil de precisar (véase Reynolds 1987: 150; Tabbutt *et al.* 1989: 413), estas edades han sido utilizadas para la mayoría de los estudios posteriores. Así, se ha interpretado que uno de los valores, el más antiguo, de  $7,3 \pm 1,3$  Ma corresponde a la parte media del Miembro Inferior, en el sentido de Ramos (1970), de la Formación Vinchina (Reynolds 1987). Por otro lado, la edad más joven, de  $4,3 \pm 1$  Ma, fue estratigráficamente ubicada cerca de la base del Miembro Inferior de la Formación Toro Negro (Reynolds 1987) o cercano al límite entre las Formaciones Vinchina y Toro Negro (Tabbutt *et al.* 1989).

Con el propósito de contribuir al mejor conocimiento de la antigüedad de la secuencia se dan a conocer en este trabajo dos edades radimétricas. Las mismas fueron obtenidas por el método K/Ar (roca total) sobre dos niveles de tobas vítreas ubicadas en la parte media-superior de la Formación Toro Negro en la sierra de los Colorados, entre las coordenadas geográficas de  $28^{\circ}37'$  y  $28^{\circ}43'$  de latitud sur y  $68^{\circ}14'$  y  $68^{\circ}22'$  de longitud oeste (Fig. 1A-B).

## Antecedentes de la Formación Toro Negro

Aunque la secuencia terciaria a la que pertenece la Formación Toro Negro ha sido objeto de menciones desde fines del siglo XIX, son escasas las contribuciones que específicamente se ocupan de la unidad. Así estas rocas fueron mencionadas en estudios regionales como los realizados por Brackebusch (1891) y Groeber (1940). Este último las asignó al "Permo-Triásico", aunque reconociendo algunos afloramientos como «Estratos Calchaquíes».

Dentro de los estudios de más detalle, se pueden mencionar el trabajo de Hausen (1921) quien reconoció dos entidades

en el perfil levantado en la quebrada de La Troya, una inferior de edad cretácica (?) y otra superior de edad mio-pliocena donde quedaría incluida la Formación Toro Negro. Por otro lado, Frenguelli (1950) estudió icnitas de vertebrados en la quebrada del Yeso, asignándolas al Pérmico. Si bien la posición estratigráfica de estas icnitas es dudosa, Bonaparte (1965) las ubicó en la parte alta de la Formación Vinchina o en la sección inferior de la Formación Toro Negro, asignándolas a aves y mamíferos pliocenos.

Turner (1960, 1962, 1964) publicó la estratigrafía del área y denominó a las unidades terciarias como Formaciones Vinchina y Toro Negro otorgándole una edad miocena (*Calchaquense*) y pliocena (*Araucanense*), respectivamente.

El estudio más detallado de estas rocas se debe a Ramos (1970) quien reconoció dos miembros, Inferior y Superior, para la Formación Toro Negro estableciéndoles una edad pliocena media y superior, para cada uno de ellos.

La Formación Toro Negro es incluida en numerosos trabajos de correlación de las secuencias terciarias de la cuenca de antepaís andina basados en estudios paleomagnéticos, radimétricos y tectónicos (Tabbutt 1987, Reynolds 1987, Ramos *et al.* 1988, Tabbutt *et al.* 1989, Ré y Vilas 1990, Ré y Barredo 1993, entre otros).

Recientemente, datos sobre restos fósiles de vertebrados de la Formación Toro Negro han sido dados a conocer por Arcucci *et al.* (1999) y Rodríguez Brizuela (2003). Este último determinó una edad *Montehermosense-Chapadmalense* para los mismos.

### Breve descripción de la Formación Toro Negro

El contacto entre las Formaciones Toro Negro y Vinchina ha merecido distintas interpretaciones. Por un lado, Turner (1964) lo describió como transicional aunque sin descartar la probable existencia de una discordancia erosiva. Ramos (1970) señaló la posible presencia de la misma hacia el sector norte. Según Ciccio *et al.* (2004) el contacto entre ambas unidades es claramente erosivo y resulta de modificaciones en el nivel de base que llevaron al desarrollo de canales fuertemente incisos en la base de la Formación Toro Negro. Por otro lado, y de acuerdo a Ramos (1999), esta unidad es cubierta en forma discordante por depósitos del Pleistoceno o del Plioceno superior de la Formación Santa Florentina (de Alba 1972).

En la quebrada de La Troya, el miembro inferior de la Formación Toro Negro, de 1490 m, se encuentra formado principalmente por areniscas pardas amarillentas y verdosas con intercalaciones de pelitas rojas y niveles de conglomerados grises. Se caracteriza por la presencia de varios niveles de tobas blancas, grises y verdosas que, en muchos de los casos, gradan a areniscas tobáceas. El miembro superior, de 680 m de espesor, se encuentra compuesto principalmente por conglomerados grises y en menor medida por areniscas y limolitas, con un sólo nivel delgado de toba.

### Nuevas edades para la Formación Toro Negro

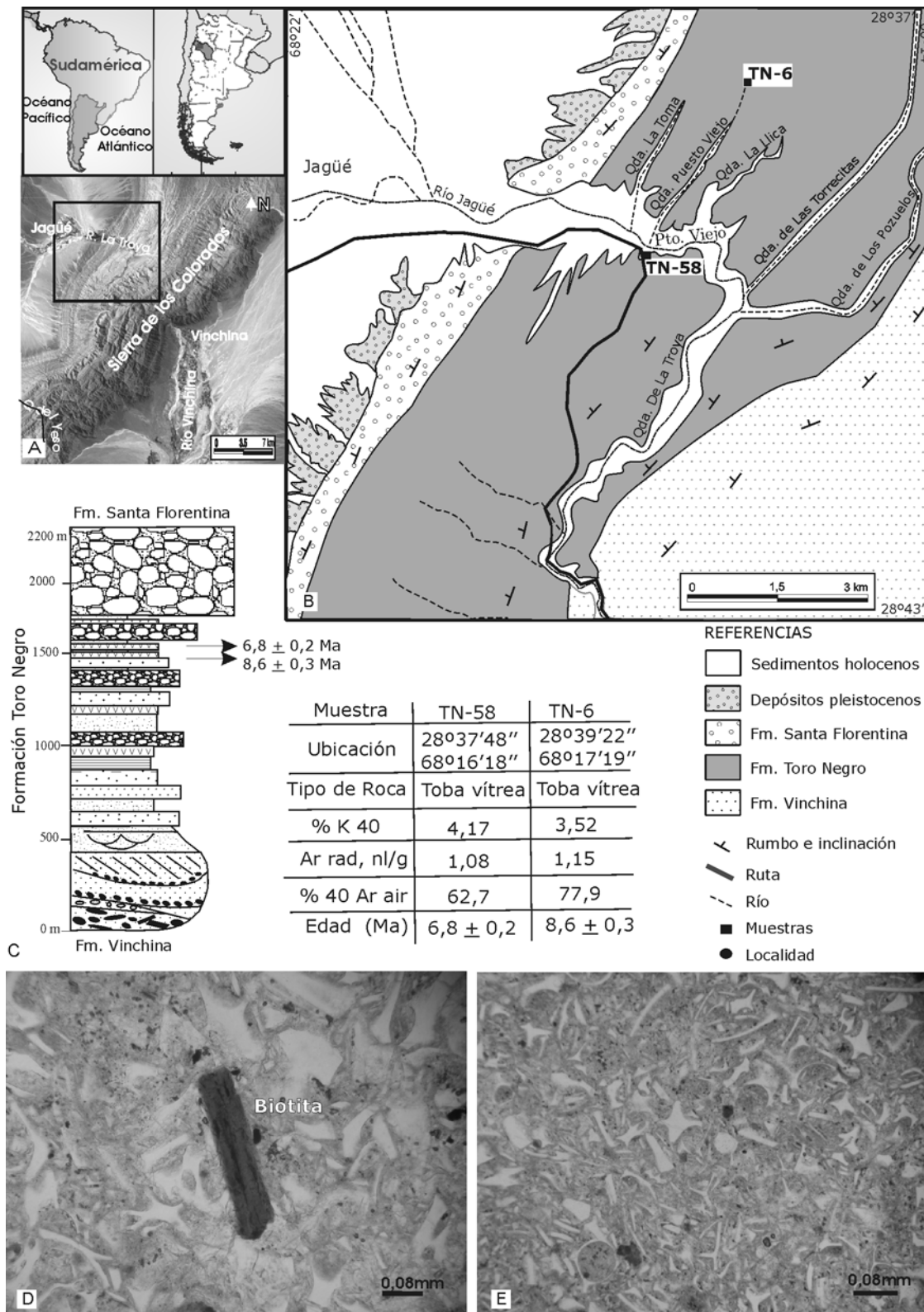
La Formación Toro Negro, en especial el miembro inferior, se caracteriza por presentar numerosos niveles de tobas. En el

campo fueron reconocidos y muestreados 10 de estos niveles. Dos de ellos, pertenecientes a la parte media-superior de la unidad, resultaron ser tobas vítreas y fueron datados por el método K/Ar sobre roca total en los laboratorios ACTLAB de Ontario, Canadá (Fig. 1C). Estos niveles, de 50 cm de espesor, consisten en tobas vítreas de color blanco, formada por vitroclastos incoloros (95%), principalmente trizas con formas planares, monoaxonas y triaxonas, sin evidencias de aplastamiento (Fig. 1D-E). En otros casos aparecen trizas curvas que evidencian restos parcialmente preservados de tabiques de burbujas. La cantidad de fragmentos pumíceos es relativamente alta, los que muestran desde delgadas paredes (1 mm) hasta tabiques gruesos (3 mm). El grado de desvitrificación es en todos los casos bajo. Los cristaloclastos ocupan hasta un 4% de la roca y están representados por cristales subhedrales de cuarzo y sanidina y raramente de plagioclasas (hasta 0,30 mm), no alterados y ligeramente corroídos. Como mineral accesorio aparece biotita, parcialmente desferrizada (Fig. 1D). Finalmente los litoclastos (0,25 mm) son extremadamente escasos (menos del 1%), se trata de fragmentos de volcanitas ácidas exhibiendo texturas predominantemente felsíticas. La matriz es totalmente vítrea, a excepción de diminutos cristales de minerales opacos.

La muestra TN-6 (28°37'48"S 68°16'18"O) que se ubica al norte del río de La Troya, en la ladera oeste de la quebrada Puesto Viejo, ha proporcionado una edad de  $8,6 \pm 0,3$  Ma. Mientras que la muestra TN-58 (28°39'22"S 68°17'19"O) fue tomada justo en el margen sur de la quebrada de la Troya, sobre el camino viejo donde el río de la Troya se curva hacia el oeste y arrojó una edad de  $6,8 \pm 0,2$  Ma. Estos datos permiten ubicar a la Formación Toro Negro en el Mioceno superior, donde la diferencia de edades obtenidas refleja la distinta posición estratigráfica de los niveles datados.

### Discusión

En la sierra de los Colorados, sólo los trabajos de Tabbutt (1987) y Tabbutt *et al.* (1989) han otorgado edades absolutas para las secuencias terciarias. Como mencionamos anteriormente, se tratan de edades de trazas de fisión sobre granos de circones en dos niveles de tobas. La más antigua establece una edad miocena superior ( $7,3 \pm 1,3$  Ma) para la Formación Vinchina mientras que la más joven, una edad pliocena ( $4,3 \pm 1$  Ma) para la Formación Toro Negro. Estas edades han sido utilizadas para la mayoría de los estudios posteriores, a pesar que la ubicación exacta de estos niveles es difícil de precisar (véase Reynolds 1987: 150; Tabbutt *et al.* 1989: 413). En el caso del nivel de toba de la Formación Vinchina, se trata en realidad de una bentonita fuertemente alterada, considerada por Tabbutt *et al.* (1989) como clase II, es decir, muestras que pueden contener errores sistemáticos que comprometen su exactitud (Tabbutt *et al.* 1989: 411). Por otro lado, la edad de  $4,3 \pm 1$  Ma obtenida previamente sobre la Formación Toro Negro presenta dos problemas básicos. El primero es la incertidumbre sobre la ubicación de la muestra, hecho ya destacado por Reynolds (1987: 150) y Tabbutt *et al.* (1989: 413). Por otro lado, la toba datada muestra cierto grado de contaminación que indicaría retrabajo del material (Tabbutt *et al.* 1989).



**Figura 1:** A) Mapa de ubicación del área de estudio; B) mapa geológico con la ubicación de las muestras datadas; C) sección estratigráfica esquemática y general de la Formación Toro Negro con la ubicación de los niveles de tobas datados. Véase el cuadro de las edades radimétricas obtenidas por el método K/Ar sobre roca total (la concentración de K fue realizada por ICP y el análisis de argón fue realizado utilizando el proceso de dilución de isótopo sobre la espectrometría de masa de gas noble); D) corte petrográfico de la toba vítrea (TN-6) donde se puede observar la presencia de una biotita parcialmente desferriada y los componentes vítreos (trizas) con escasa compactación y E) corte petrográfico de la toba vítrea (TN-58) donde se pueden observar los distintos tipos de trizas planares, monoaxonas y triaxonas sin evidencias de aplastamiento.

Los autores de la presente contribución asignan mayor confiabilidad a los nuevos valores obtenidos por cuanto: 1) las rocas datadas resultan tobas vítreas, con muy escasos litoclastos y cristaloclastos, 2) su grado de alteración es mínimo, 3) no muestran estructuras sedimentarias que indiquen procesos de retransporte, 4) es nula la presencia de componentes terrígenos que indiquen contaminación, 5) la ubicación exacta de las muestras ha sido volcada en el mapa de la Figura 1B y precisada con coordenadas obtenidas con GPS y 6.) las muestras han sido obtenidas de niveles estratigráficos relativamente próximos de manera de controlar indirectamente los valores obtenidos.

Los nuevos valores de edades proporcionados en este trabajo ( $8,6 \pm 0,3$  Ma y  $6,8 \pm 0,2$  Ma) establecen una edad miocena superior para la parte media-superior de la Formación Toro Negro.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires el apoyo logístico brindado. Este trabajo es una contribución a los Proyectos de Investigación PICT07-08410 (ANPCyT) y UBACyT X213.

### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Arcucci, A.B., Tambussi, C.T., Pardiñas, U.F.J. y Petrulevicius, J.F., 1999. Nuevos registros de vertebrados en el Terciario superior del noroeste de La Rioja, Argentina. *Ameghiniana*, 36 (1): 95-96.
- Bonaparte, J.F., 1965. Nuevas icnitas de la quebrada del Yeso (La Rioja) y reconsideración de la edad de los afloramientos. *Acta Geológica Lilloana* 7: 5-16.
- Brackebusch, L., 1891. Mapa geológico del interior de la República Argentina. Esc. 1: 1.000.000, Instituto Geográfico de C. Hellfarth, Gotha.
- Ciccioli, P. L., Marensi, S. A., Limarino, C. O., 2004. Cambio en la arquitectura de los sistemas fluviales en el límite de las formaciones Vinchina y Toro Negro (Neógeno), Sierra de Los Colorados (Provincia de La Rioja). *Actas, 10° Reunión Argentina de Sedimentología*, San Luis, 41-43.
- De Alba, E., 1972. Sistema del Famatina. En: Leanza, A.F. (ed.), *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias, 143-184. Córdoba.
- Frenguelli, J., 1950. Icnites en el Paleozoico Superior del Oeste argentino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 5 (3): 136-148.
- Groeber, P., 1940. Descripción geológica de la Provincia de La Rioja (Colaboración de la Dirección de Minas y Geología). *De Aguas Minerales de la República Argentina*, 6, Buenos Aires.
- Hausen, H., 1921. On the lithology and geological structure of the sierra de Umango area. En *Acta Acad. Aboensis, Math. Et Phys.*, 1 (Abo).
- Ramos, V. A., 1970. Estratigrafía y estructura del Terciario en la Sierra de los Colorados (Provincia de La Rioja), República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 25, 3: (359-382).
- Ramos, V., 1999. Los depósitos sinorogénicos terciarios de la región andina. En *Caminos, R. (Ed.), Geología Argentina, Anales* 29, (22): 651-691.
- Ramos, V., Reynolds, J., Jordan, T. y Tabbutt, K.D., 1988. Time constraints for the uplift of the Sierras de Toro Negro, Umango and Espinal, Western Sierras Pampeanas, Argentina. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 20 (7): A61, Denver.
- Ré, G. H. y Barredo, S. P., 1993. Esquema de correlación magnetoestratigráfica de formaciones terciarias aflorantes en las provincias de San Juan, La Rioja y Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 48 (3-4): 241-246.
- Ré, G. H. y Vilas, J. F., 1990. Análisis de los cambios paleogeográficos ocurridos durante el Cenozoico tardío, en la región de Vinchina (provincia de La Rioja); a partir de estudios magnetoestratigráficos. *Actas 11° Congreso Geológico Argentino*, San Juan, 2: 267-270.
- Reynolds, J. H., 1987. Chronology of neogene tectonics in the Central Andean (27° - 33° S) of western Argentina, based on the magnetic polarity stratigraphy of foreland basin sediments, Thesis Ph. Doc., Dartmouth College (inédito).
- Rodríguez Brizuela, R., 2003. Nuevos hallazgos de vertebrados fósiles en la Formación Toro Negro (Plioceno de La Rioja) e interpretación paleoambiental. *Resúmenes de 19° Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados (Bs. As.) Ameghiniana* 40: 4 (70R) Suplemento.
- Tabbutt, K.D., 1987. Fission track chronology of foreland basins in the eastern Andes: magmatic and tectonic implications. Master's Thesis, Dartmouth College, 100p. (inédito)
- Tabbutt, K.D., Naeser, Ch.W., Jordan, T.E. y Cervený, P.F., 1989. New fission-track ages of Mio-Pliocene tuffs in the Sierras Pampeanas and Precordillera of Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 44 (1-4): 408-419.
- Turner, J.C.M., 1960. Estratigrafía del tramo medio de la Sierra de Famatina y adyacencias (La Rioja). *Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Boletín* 42 (77-126), Córdoba.
- Turner, J.C.M., 1962. Las Sierras Pampeanas como unidad estructural. *Anales 1° Jornadas Geológicas Argentinas*, 2: 387-402.
- Turner, J.C.M., 1964. Descripción geológica de la Hoja 15c Vinchina (Provincia de La Rioja). *Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín* 100, 81p. Buenos Aires.

**Recibido:** 26/08/04

**Aceptado:** 20/12/04