

ESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA DE VINCHINA (TERCIARIO), SIERRAS PAMPEANAS, PROVINCIA DE LA RIOJA

Patricia L. CICCIOLO^{1,2}, Carlos O. LIMARINO^{1,2}, Sergio A. MARENSSI^{1,2,3}, Ana M. TEDESCO^{1,2} y Alfonsina TRIPALDI^{1,2}.

¹ Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

² CONICET.

³ Instituto Antártico Argentino, Buenos Aires. Emails: ciccio@gl.fcen.uba.ar; limar@gl.fcen.uba.ar; smarenssi@dna.gov.ar; atedesco@gl.fcen.uba.ar; alfo@gl.fcen.uba.ar

RESUMEN

La cuenca de Vinchina, en el noroeste de la provincia de La Rioja, conforma uno de los depocentros cenozoicos del antepaís fracturado (*broken foreland*) en el segmento de Sierras Pampeanas-Famatina-Precordillera-Cordillera Frontal de los Andes. Las fases iniciales del relleno de la cuenca están representadas por delgados depósitos de sistemas fluviales y lacustres efímeros asignados a la Formación Puesto La Flecha (Paleoceno-Eoceno Temprano), la cual es cubierta en forma neta por sedimentitas eólicas de la Formación Vallecito (Eoceno). Por encima, mediante una leve discordancia erosiva, se encuentra la Formación Vinchina (Oligoceno-Mioceno Temprano?) dominada por secuencias generadas en sistemas fluviales areno-pelíticos y arenoconglomerádicos depositados bajo condiciones de clima semiárido. Dentro de esta unidad se ha diferenciado el miembro inferior, dominado por depósitos areno-pelíticos, y el superior que cubre al anterior mediante una superficie erosiva de bajo ángulo tapizada por niveles de ortoconglomerados polimícticos (discordancias progresivas). La Formación Toro Negro (Mioceno-Plioceno Temprano) cubre mediante una discordancia erosiva a la Formación Vinchina. El miembro inferior de la Formación Toro Negro está dominado por depósitos areno-pelíticos sedimentados en sistemas fluviales anastomosados con baja proporción de conglomerados. Por su parte, el miembro superior, que cubre mediante una leve discordancia erosiva a la unidad infrayacente, está constituido por depósitos conglomerádicos correspondientes a sistemas fluviales entrelazados y a bajadas dominadas por flujos canalizados. Finalmente, se encuentran los depósitos de abanicos aluviales de la Formación El Corral (Plioceno). Este nuevo cuadro estratigráfico para la cuenca de Vinchina permite establecer la conexión en su estadio inicial con la cuenca de La Troya, para luego evolucionar en forma independiente (antepaís fracturado).

Palabras clave: *Antepaís fracturado, Cuenca de Vinchina, Terciario, Estratigrafía.*

ABSTRACT: *Stratigraphy of the Vinchina basin (Tertiary), Sierras Pampeanas, La Rioja province.* The Vinchina Basin, in the northwest of the La Rioja Province, conforms one of the Cenozoic depocenters of the broken-foreland in the Andean Sierras Pampeanas-Famatina-Precordillera-Cordillera Frontal segment. The beginning of the basin fill corresponds to a thin sequence of ephemeral fluvial to lacustrine systems assigned to Puesto La Flecha Formation (Paleocene-Early Eocene). This unit is covered by aeolian deposits of the Vallecito Formation (Eocene). The Vinchina Formation (Oligocene- Early Miocene) rests on the Vallecito Formation by means of an erosional unconformity and is dominated by sandy-shale and sandy-gravel fluvial system deposits of semiarid climate conditions. The Vinchina Formation. is composed of two members; the lower one is made up of sandstones and shales while the upper one is dominated by sandstones and conglomerates. The upper member rests on a low angle erosional surface draped by several conglomeratic levels (progressive unconformities). The Toro Negro Formation (Miocene- Early Pliocene) covers by means of an erosional unconformity the Vinchina Formation. The lower member of the Toro Negro Formation is dominated by sandy-shales deposits with low proportion of conglomerates corresponding to the sedimentation in anastomosed fluvial systems. The upper member that rests on the lower member through an erosional surface is composed of conglomeratic deposits corresponding to braided fluvial systems and stream-flow dominated piedmont. Finally, alluvial fan deposits of the El Corral Formation (Pliocene) appear. This new stratigraphic chart for the Vinchina Basin permits the correlation with the Tertiary outcrops of the La Troya Basin and to propose an initial stage of common evolution and a latter stage of independent sedimentation (broken foreland).

Keywords: *Broken-foreland, Vinchina Basin, Tertiary, Stratigraphy.*

INTRODUCCIÓN

La cuenca de Vinchina constituye uno de los depocentros cenozoicos del antepaís frac-

turado (*broken foreland*) relacionados con la orogenia andina dentro del segmento central que abarca las Sierras Pampeanas, el Sistema de Famatina, la Precordillera y la

Cordillera Frontal (Ramos 1999). El área estudiada comprende la parte más septentrional de este segmento caracterizado por presentar subducción subhorizontal, don-

de el magmatismo cesó o al menos declinó fuertemente a partir del Mioceno tardío, mientras que al norte limita con la Puna, caracterizada por un alto ángulo de subducción y volcanismo activo. Si bien la cuenca de Vinchina ha sido considerada un ejemplo clásico de cuenca de antepaís (Limarino *et al.* 2001), estructuras transpresivas vinculadas al accionar conjugado de los lineamientos de Desaguadero-Valle Fértil y Tucumán (Rosello *et al.* 1996) jugaron un papel crítico en la evolución de esta cuenca. El efecto de estos fallamientos, asociado con la tectónica compresional andina, favoreció el ascenso de bloques de basamento durante la evolución de la cuenca, dentro de un estilo deformacional de corrimientos de piel gruesa (*thick skinned*) como el descrito por Kley *et al.* (1999) a lo largo de la Cordillera de Los Andes.

El área de estudio se ubica entre las localidades de Vinchina y Jagüel en el noroeste de la provincia de La Rioja (Sierras Pampeanas, Fig. 1). La totalidad del relleno de la cuenca aflora conformando la sierra de los Colorados, unidad orográfica que con dirección NE-SO está limitada al norte y sur por bloques de basamento correspondientes a las estribaciones más occidentales de las Sierras Pampeanas, sierras de Toro Negro y Umango-Espinal respectivamente (Fig. 1c). Al este, la cuenca de Vinchina confluye sobre el valle homónimo que la separa del Sistema de Famatina, mientras que al oeste el Bolsón de Jagüel marca su límite con la Precordillera, cuyos asomos septentrionales exponen granitos y sedimentos paleozoicos (Fig. 1).

La estratigrafía del área ha sido estudiada por investigadores previos, quienes consideraron su relleno totalmente incluido en el Neógeno (Turner 1960, Turner 1964, Ramos 1970, Limarino *et al.* 2001, Tripaldi *et al.* 2001, entre otros). En este trabajo se presenta una nueva propuesta estratigráfica para la cuenca de Vinchina, dándose a conocer la presencia de dos unidades litoestratigráficas que hasta el presente no habían sido reconocidas en el área, las Formaciones Puesto La Flecha (Caselli *et al.* 2002) y Vallecito (Borrello y Cuerda 1968). Al mismo tiempo, se presentan nuevos datos

sobre la edad de la sedimentación, obtenidos sobre la base de dataciones radimétricas en niveles de tobas. Finalmente, se discute la correlación regional de los depósitos terciarios de la comarca.

ESTUDIOS PREVIOS EN LA CUENCA DE VINCHINA

Entre las principales investigaciones que se han realizado en el área, se destacan los trabajos estratigráficos de Bodenbender (1912, 1922) quien reconoció los Pisos I, II y III de sus Estratos de Paganzo, a los que asignó al Carbonífero, Pérmico y Triásico respectivamente. Hausen (1921) identificó dos entidades en el perfil levantado en la quebrada de La Troya, una inferior de edad cretácica (?) y otra superior de edad mio-pliocena. Groeber (1940) realizó un estudio geológico general de la provincia de La Rioja denominando a los afloramientos que conforman la sierra de los Colorados como "Pérmico-Triásico", notando la importante exposición de los "estratos rojos triásicos" en el Cajón de Umango y en los alrededores de Jagüel. Este investigador reconoció algunos afloramientos que asignó a los Estratos Calchaquies. Sin duda, resultan de suma importancia los trabajos realizados por Turner (1960, 1962, 1964) y Ramos (1970). Turner (1960, 1962, 1964) publicó la primera propuesta estratigráfica del área denominando a las unidades terciarias como Formaciones Vinchina y Toro Negro, a las que asignó al Mioceno (Calchaquense) y Plioceno (Araucanense), respectivamente. Posteriormente, Ramos (1970) presentó un mapa detallado de las secuencias terciarias de la sierra de los Colorados, dando a conocer la estratigrafía y estructura del área. En particular, el citado autor propuso una división en dos miembros (inferior y superior), para las Formaciones Vinchina y Toro Negro. Numerosos trabajos de correlación de las secuencias terciarias de la región, basados en estudios paleomagnéticos, radimétricos y tectónicos, fueron realizados por Reynolds (1987), Tabbutt (1986), Tabbutt *et al.* (1987, 1989), Ramos *et al.* (1988), Ré y Vilas (1988, 1990), Ré y Barredo (1993a, b), Ré

(1994, 1996), Ré y Rapalini (1997), Ramos (1999) y Caminos y Fauqué (2001).

Desde el punto de vista sedimentológico-estratigráfico Marensi *et al.* (2000) reconocieron la presencia de discordancias progresivas dentro de la Formación Vinchina, mientras que Limarino *et al.* (2001) y Tripaldi *et al.* (2001) realizaron estudios paleoambientales detallados de la misma formación. Ciccio *et al.* (2004) analizó el contacto entre la Formaciones Vinchina y Toro Negro en la quebrada de la Troya y en un trabajo posterior dio a conocer las primeras edades radimétricas para el contacto entre los miembros inferior y superior de la Formación Toro Negro (Ciccio *et al.* 2005). Recientemente, Ciccio (2008) llevó a cabo un detallado estudio estratigráfico y sedimentológico de la Formación Toro Negro.

Respecto al contenido fosilífero de estas unidades, en especial de restos de vertebrados, cabe mencionar los trabajos realizados por Frenguelli (1950), Bonaparte (1965), Arcucci *et al.* (1999), Rodríguez Brizuela (2002, 2003, 2004), De Iullis *et al.* (2004), Rodríguez Brizuela y Tauber (2006) y Krapovickas *et al.* (2007).

ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA DE VINCHINA

La cuenca de Vinchina presenta una espesa secuencia sedimentaria de más de 10.000 m de espesor (Ramos 1970), que como se verá más adelante, abarca casi la totalidad del Terciario. La Formación Vinchina fue considerada, originalmente, de edad miocena, mientras que la Formación Toro Negro fue asignada al Plioceno (Turner 1960, 1962, 1964, Ramos 1970, Limarino *et al.* 2001; Tripaldi *et al.* 2001, entre otros). A partir de varios relevamientos detallados de campo y nuevas edades radimétricas, se ha podido mejorar el conocimiento sobre la edad de estas secuencias, y al mismo tiempo establecer la existencia de nuevas unidades litoestratigráficas en la cuenca (Fig. 2).

Formación Puesto La Flecha

En el nordeste de la sierra de los Colorados, entre las quebradas de Los Pozuelos y La

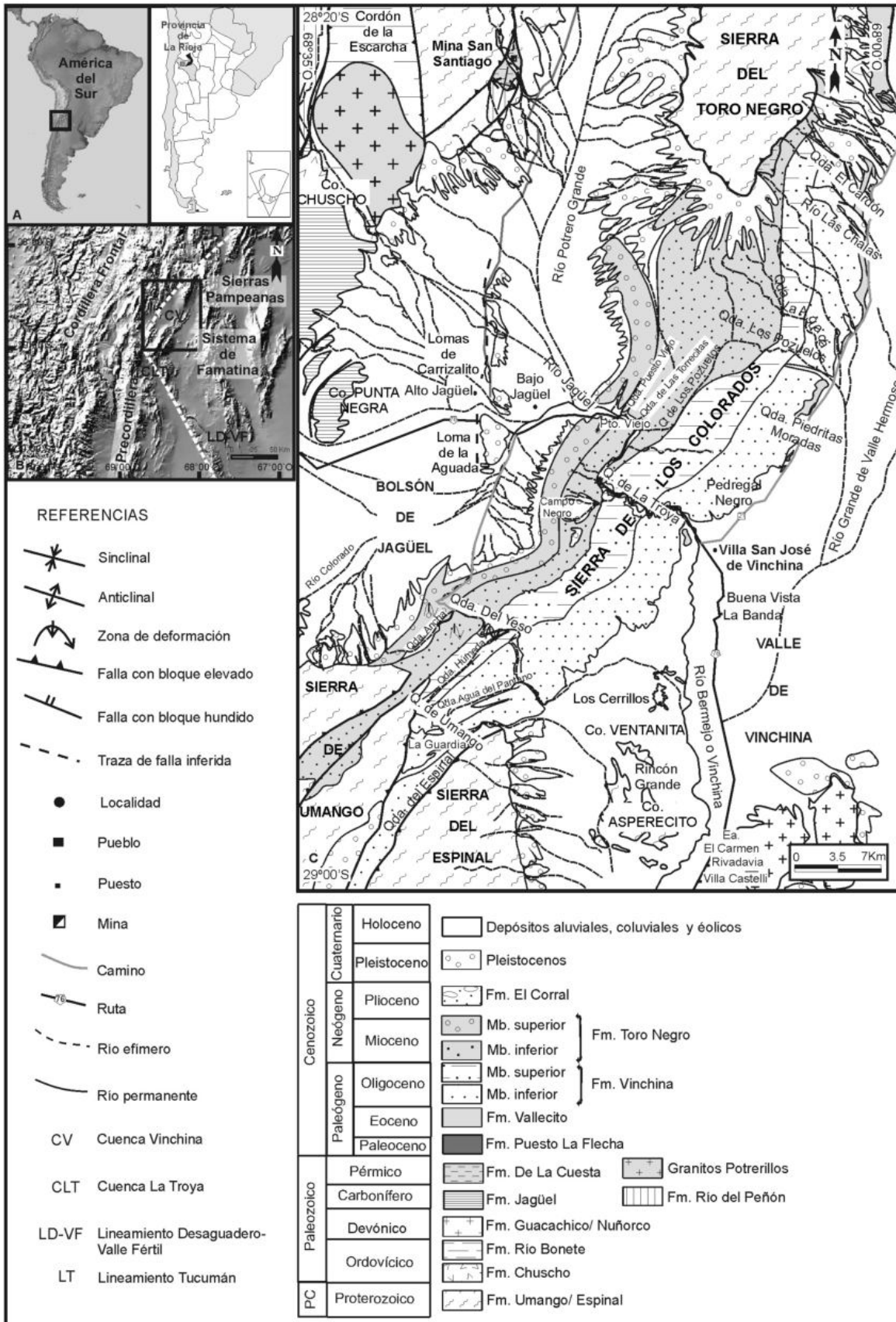


Figura 1: a) Mapa de ubicación; b) Unidades morfoestructurales que limitan al área de estudio y c) Mapa geológico de la cuenca de Vinchina y alrededores.

Troya, se reconocen pequeños afloramientos aislados de pelitas y areniscas rojas con delgadas intercalaciones de yeso, conformando arreglos granocrecientes de hasta 50 m de espesor, que representan la sedimentación en un lago clástico-evaporítico. Este intervalo muestra análoga composición litológica y ubicación estratigráfica a la Formación Puesto La Flecha (Caselli *et al.* 2002), cuyo perfil tipo aflora en la quebrada del mismo nombre ubicada 98 km directamente al suroeste de la cuenca de Vinchina. A pesar de que en el área aquí estudiada no se ha reconocido la presencia de niveles de brechas compuestas por placas dérmicas de tortugas (*bone beds*), correspondientes a la especie *Podocnemis argentinensis*, características de la Formación Puesto La Flecha (Ciccioli 2003, de la Fuente *et al.* 2003), las relaciones estratigráficas, rasgos litológicos y similar ambiente sedimentario justifican plenamente la correlación planteada. Cabe mencionar que la presencia de los mencionados restos de tortugas en el perfil tipo de la unidad, permitió asignarle una edad pre-oligocena (Ciccioli 2003, de la Fuente *et al.* 2003). En el área que ocupa el presente trabajo, la Formación Puesto La Flecha presenta la base cubierta, pero regionalmente esta unidad cubre a sedimentitas cretácicas de la Formación Ciénaga del Río Huaco. En cuanto a la relación de techo, la unidad es cubierta por sedimentitas eólicas de la Formación Vallecito (Eoceno), del mismo modo que ocurre en la quebrada de La Flecha, lo que es consistente con lo arriba señalado.

Jordan *et al.* (1993) reportaron una datación radimétrica de $32,7 \pm 2,6$ Ma obtenida en el área de Huaco-El Fiscal sobre sus "estratos rojos no nominados" los que muestran una posición estratigráfica similar a la secuencia aquí estudiada. Aunque este valor ubicaría a la Formación Puesto la Flecha en el límite Eoceno-Oligoceno, resulta discordante con las dataciones radimétricas presentadas en este trabajo para la suprayacente Formación Vallecito ($50,7 \pm 1,5$ Ma, Eoceno Temprano). Además es interesante destacar que los restos de *Podocnemis argentinensis* hallados en la Forma-

ción Puesto La Flecha en la localidad tipo son similares a los descritos en la Formación Maíz Gordo (Pascual *et al.* 1981, Quattrocchio y del Papa 2000) del Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano de la cuenca terciaria del norte argentino.

En síntesis, de acuerdo a sus relaciones estratigráficas, correlaciones regionales y escasas dataciones radimétricas, la unidad es referida al intervalo Paleoceno-Eoceno Temprano.

Formación Vallecito

Por encima de la Formación Puesto La Flecha, aflora una monótona secuencia de areniscas medianas a finas, de color pardo rojizo correspondiente a la Formación Vallecito. Esta unidad se caracteriza por la presencia de estratificación entrecruzada de escala gigante, que en opinión de los autores de este trabajo atestigua un indudable origen eólico. Si bien predominan las areniscas finas y muy finas, con alto grado de selección granulométrica, localmente se intercalan delgadas camadas conglomeráticas de origen fluvial, marcando esporádicas interrupciones en el crecimiento de los campos de dunas. Una característica propia de la Formación Vallecito es la importante variación de espesores que muestra esta unidad cuando se la examina regionalmente. En el área aquí estudiada alcanza solo 100 m de potencia mientras que hacia el sur Tripaldi (2002) y Tripaldi y Limarino (2005) señalaron espesores variables entre 234 m y 1200 m según la localidad considerada.

Estas rocas conforman afloramientos desconexos en el sector nordeste de la sierra de Los Colorados, que han sido reconocidos, especialmente, en las quebradas de Los Pozuelos, El Cardón y Los Loros frente al Puesto Los Alanices; también se observan escasos y delgados afloramientos en las cercanías de la Villa San José de Vinchina (Fig. 1c).

Esta sucesión que ha sido atribuida a la Formación Vallecito (Borrello y Cuerva 1968), presenta un contacto neto con la Formación Puesto La Flecha y es cubierta, mediando una leve discordancia erosiva, por la Formación Vinchina. Inicialmente, esta secuencia fue identificada por Braccini (1946) en el área de Ciénaga del Vallecito (provin-

cia de San Juan) y denominada Grupo de las Areniscas Eólicas. En la región austral de la Precordillera de La Rioja, Furque (1963) también reconoció este conjunto, al que refirió a la Formación Ojo de Agua (Pérmico). Posteriormente, Borello y Cuerva (1968) la incluyeron en la Formación Vallecito (parte inferior del Grupo Río Huaco) mientras que Furque (1972) la correlacionó con la parte sedimentaria de la Formación El Áspero. Finalmente, Furque (1979) propuso la sustitución del término Grupo Río Huaco por Grupo del Áspero, incluyendo a la Formación Vallecito en este último.

Jordan *et al.* (1993) realizaron un estudio de la estratigrafía del Cenozoico medio en la Precordillera de San Juan, donde los valores obtenidos de dataciones radimétricas permitieron asignarle una edad terciaria a la Formación Vallecito. Milana (1993) llevó a cabo un estudio estratigráfico de las areniscas eólicas y, posteriormente, Tripaldi (2002) y Tripaldi y Limarino (2005) caracterizaron la sedimentología y paleoambientes de la Formación Vallecito en el ámbito de Precordillera, asignándole una edad miocena e interpretándola como depositada en un ambiente eólico de valles intermontanos.

Recientemente, Tedesco (2007) obtuvo un edad radimétrica K^{40}/Ar^{40} de $50,7 \pm 1,5$ Ma (Eoceno Inferior) en el techo de la unidad, al sur del área, en la cuenca de La Troya.

Formación Vinchina

Esta unidad, definida por Turner (1964), conforma el núcleo de la sierra de los Colorados y constituye una potente sucesión de bancos rojos, de unos 5.100 m de espesor. La base de la Formación Vinchina generalmente no es visible en el área, pues se encuentra cubierta por sedimentos recientes o bien aparece en contacto tectónico con las rocas metamórficas de la Formación El Espinal (Turner 1964). Sin embargo, al norte en las quebradas de Los Pozuelos, El Cardón y Los Loros frente al Puesto Los Alanices, la Formación Vinchina se apoya, mediante una leve superficie erosiva, sobre sedimentitas eólicas correspondientes a la Formación Vallecito. El techo de

| Edad | Turner (1964) | Ramos (1970) | | Este trabajo | |
|-----------|----------------|----------------|------------------|----------------------|------------------|
| Plioceno | Fm. Toro Negro | Fm. Toro Negro | Miembro Superior | Fm. El Corral | |
| | | | Miembro Inferior | | |
| Mioceno | Fm. Vinchina | Fm. Vinchina | Miembro Superior | Fm. Toro Negro | Miembro Superior |
| | | | Miembro Inferior | | Miembro Inferior |
| Oligoceno | | | | Fm. Vinchina | Miembro Superior |
| Eoceno | | | | | Miembro Inferior |
| Paleoceno | | | | | Fm. Vallecito |
| | | | | Fm. Puesto La Flecha | |



 Discordancias regionales
  Discordancias progresivas

Figura 2: Síntesis de la estratigrafía cenozoica de la cuenca de Vinchina a partir de Turner (1964) y Ramos (1970) y el esquema litoestratigráfico propuesto en este trabajo.

la Formación Vinchina es cubierto por la Formación Toro Negro, mediando una importante discordancia erosiva que se hace más notoria y de gran relieve hacia el sector norte de la cuenca de Vinchina (quebrada de Los Pozuelos y de La Aguada).

Dentro de la Formación Vinchina, han sido reconocidos los dos miembros definidos por Ramos (1970). El miembro inferior está compuesto principalmente por areniscas rojas y, en menor medida, por pelitas con grandes grietas de desecación depositadas en sistemas fluviales efímeros. Una característica de esta unidad es la presencia de un nivel tobáceo de color verde y de gran extensión areal que puede ser reconocido en toda la sierra de Los Colorados (Fig. 3a). El miembro superior se inicia con una superficie erosiva de bajo relieve sobre la que se disponen varias capas de ortoconglomerados polimícticos, frecuentes en la quebrada de La Troya (Fig. 3b). En este sector, Marensi *et al.* (2000) señalaron la presencia de discordancias progresivas en el contacto entre ambos miembros. La importancia de estas superficies es claramente mayor hacia el norte, asociada a un notable incremento en la proporción de capas conglomerádicas. El miembro superior de la Formación

Vinchina se caracteriza por presentar mayor variación litológica que refleja importantes cambios laterales y verticales en los ambientes depositacionales. En este sentido, en el sector norte, el miembro superior se encuentra integrado por conglomerados y areniscas con menor proporción de sedimentos pelíticos, correspondientes a sistemas fluviales areno-conglomerádicos de los tipos entrelazado y anastomosado. Hacia el sur, predominan los sedimentos finos (areno-pelíticos) y desaparecen en gran medida los conglomerados, evidenciando que los sistemas fluviales se vuelven más arenosos, y ocasionalmente aparecen secuencias lacustres efímeras.

La Formación Vinchina había sido asignada al Mioceno Superior ($7,3 \pm 1,2$ Ma) por Tabbutt *et al.* (1987) en función de dataciones sobre trazas de fisión en niveles tobáceos. Pero dadas las relaciones estratigráficas y los nuevos valores radimétricos K^{40}/Ar^{40} ($34,1 \pm 1,5$ Ma y $25,3 \pm 0,9$ Ma) obtenidos para esta unidad (Tedesco 2007, Ciccioli 2008) y para la suprayacente, Formación Toro Negro (Ciccioli *et al.* 2005), en este trabajo se establece una edad oligocena para la Formación Vinchina, sin excluir que los términos cuspi-

dales pudieran alcanzar el Mioceno más temprano.

Formación Toro Negro

La Formación Toro Negro (Turner 1964) se apoya mediante una discordancia erosiva sobre la Formación Vinchina. Esta superficie de erosión presenta mayor desarrollo en el sector norte de la cuenca (fig. 3c-d), disminuyendo su expresión hacia el sur (quebrada del Yeso) donde se ha observado un contacto normal. Similar relación discordante se distingue en su techo con la suprayacente Formación El Corral (Furque 1963). El miembro inferior de la Formación Toro Negro está formado principalmente por areniscas pardo amarillentas, grises y verdosas con intercalaciones de pelitas y abundantes brechas intraformacionales pelíticas. Una característica particular es la presencia de niveles de tobas blancas, grises y verdosas, junto con la existencia de importantes variaciones litológicas en sentido lateral (Fig. 3e). Así por ejemplo, se observa una clara disminución en el tamaño de grano de norte a sur que acompaña significativas variaciones en el espesor de la unidad. De esta forma, en el sector norte, donde la unidad alcanza los

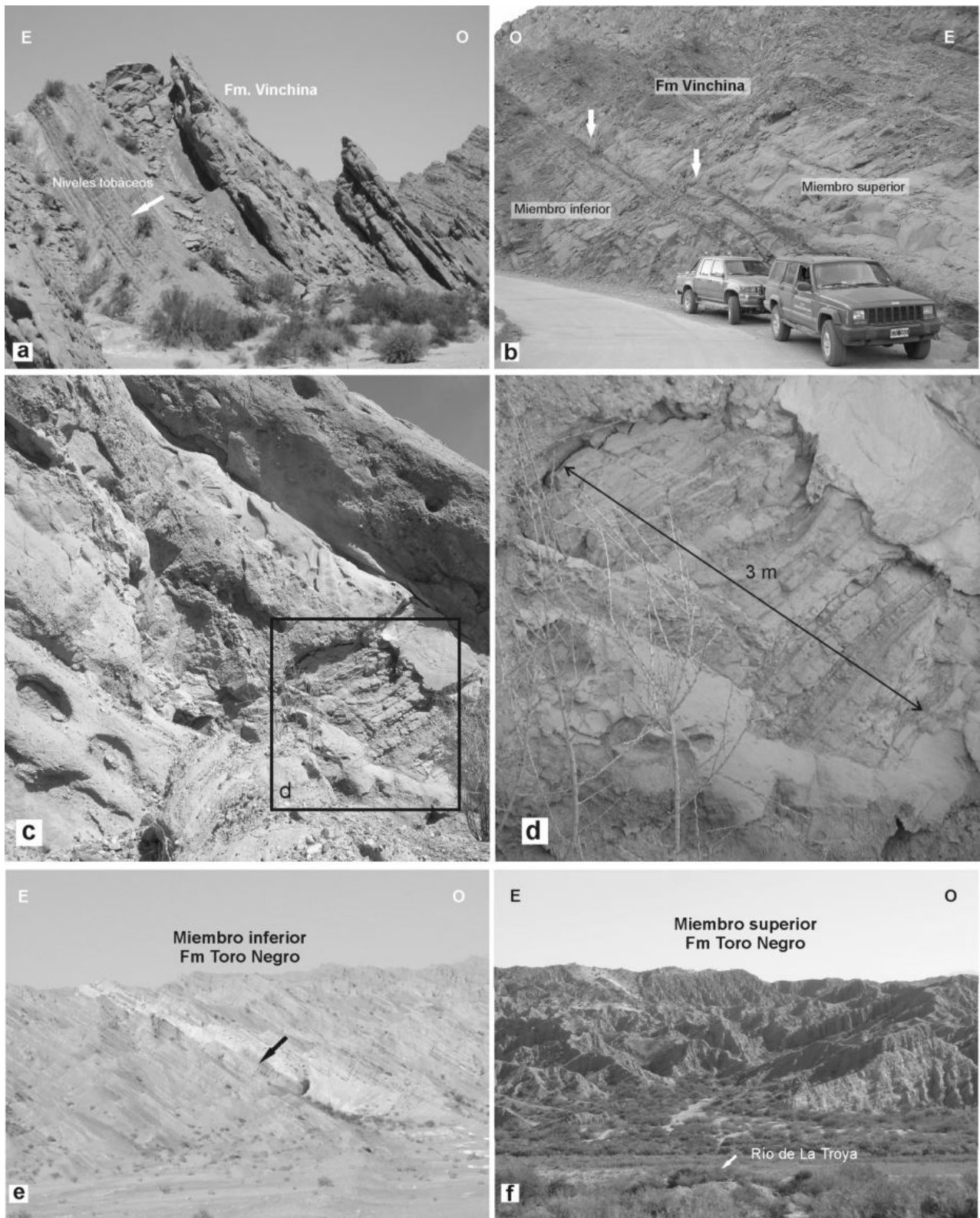


Figura 3: a) Niveles tobáceos del miembro inferior de la Formación Vinchina en la quebrada de Los Pozuelos; b) Contacto entre los miembro inferior y superior de la Formación Vinchina en la quebrada de La Troya; c) Contacto erosivo entre las formaciones Vinchina y Toro Negro en la quebrada de Los Pozuelos; d) Detalle de los intraclastos tamaño bloque correspondiente a depósitos de planicie de inundación que materializan el contacto erosivo entre ambas unidades; e) Aspecto general del miembro inferior de la Formación Toro Negro donde predominan depósitos areno-pelíticos con continuos niveles tobáceos; y f) Miembro superior de la Formación Toro Negro dominado por depósitos conglomerádicos en la quebrada de La Troya.

3.150 m de espesor, se concentran las facies más gruesas, con predominio de conglomerados y areniscas, junto a escasa proporción de sedimentos pelíticos, depositados en sistemas fluviales entrelazados a anastomosados. En el sector central (quebrada de La Troya), el miembro inferior presenta 1684 m de espesor y está dominado por areniscas con porcentajes subordinados de conglomerados y pelitas sedimentados en sistemas fluviales efímeros. Más hacia el sur, en la quebrada del Yeso, donde la unidad alcanza 1592 m, faltan casi totalmente los depósitos conglomerádicos, dominando las pelitas con baja proporción de areniscas. Es importante destacar que en este miembro aparecen niveles fosilíferos (vertebrados) y abundantes trazas de invertebrados e icnitas de vertebrados (Frenguelli 1950, Bonaparte 1965, Arcucci *et al.* 1999, Rodríguez Brizuela 2002, 2003, 2004, De Iullis *et al.* 2004, Rodríguez Brizuela y Tauber 2006 y Krapovickas *et al.* 2007).

El miembro superior de la Formación Toro Negro (1022 m de espesor en la quebrada de La Troya y 808 m en la quebrada del Yeso) presenta un cambio litológico notable respecto al miembro inferior, del que está separado por una superficie neta y erosiva. Este miembro está dominado por conglomerados y, en menor proporción, por areniscas y limolitas tobáceas lo que le confiere una notable homogeneidad tanto litológica como de ambientes depositacionales (Fig. 3f). Estos últimos corresponden a sistemas fluviales entrelazados de alta energía y bajadas dominadas por flujos canalizados. Recientemente, Ramos (1999) utilizó la denominación de Formación Santa Florentina (de Alba 1972) para los términos cuspidales del miembro superior de la Formación Toro Negro, estableciendo una obvia correlación con las secuencias de conglomerados y areniscas aflorantes en los Nevados del Famatina. Los autores de la presente contribución prefieren por el momento no dividir al mencionado miembro hasta que mayores precisiones sobre su edad y extensión regional puedan ser establecidas. La edad miocena de la Formación Toro Negro ha sido determinada por los valores

obtenidos mediante dataciones K^{40}/Ar^{40} (8,6 Ma \pm 0,3 y 6,8 \pm 0,2 Ma) sobre niveles de tobas vítreas ubicadas en el contacto entre los miembros inferior y superior (Ciccioli *et al.* 2005). A su vez, no se descarta que la parte cuspidal de la unidad alcance el Plioceno Temprano. La edad miocena de la Formación Toro Negro resulta consistente con la edad oligocena a miocena temprana? de la infrayacente Formación Vinchina (véase Tedesco 2007 y Ciccioli 2008).

Formación El Corral

Por encima de la Formación Toro Negro, en el sector norte de la cuenca de Vinchina, sobre el piedemonte de la sierra de Toro Negro, se encuentran afloramientos de brechas y paraconglomerados gruesos monomíticos correspondientes a depósitos de abanicos aluviales. Estos afloramientos son aquí correlacionados con la Formación El Corral, denominación utilizada por Furque (1963) para sucesiones fanglomerádicas postmiocenas aflorantes en varias localidades de la Precordillera riojana. La unidad en cuestión muestra gran variabilidad composicional de sus clastos, en las distintas localidades en que aflora, reflejando la constitución litológica local de los márgenes de las diversas cuencas terciarias.

Furque (1963) describió dos miembros para la Formación El Corral: el inferior o "miembro de lutitas y limolitas" que aflora únicamente en la localidad de Agua de Corral; y el superior o "miembro de los conglomerados" de más amplia distribución. Dentro de este miembro, se reconocen las importantes variaciones composicionales de los clastos que reflejan el carácter sinorogénico de sus depósitos, siempre relacionados a sectores de borde de cuenca. Recientemente, Tedesco (2007) realizó un estudio detallado de esta unidad en la cuenca de La Troya, dividiendo al "miembro de los conglomerados" de Furque (1963) en diferentes secciones según las distintas áreas. Es importante destacar la fuerte discordancia angular que separa a la Formación El Corral del resto de las unidades terciarias y el evidente cambio paleogeográfico señalado por esta superficie como por la

variación en la composición de sus clastos. La edad de la Formación El Corral ha sido establecida en función de las relaciones estratigráficas, la cuales varían según el miembro que aflora en cada localidad. De esta manera, en este trabajo, se establece una edad pliocena para la Formación El Corral ya que la misma se encuentra sobre la Formación Toro Negro de edad miocena-pliocena temprana.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En función de los estudios realizados en el área, se define un nuevo esquema litoestratigráfico para la cuenca terciaria de Vinchina, que modifica sustancialmente la estratigrafía original. En este sentido se reconoce por primera vez que el relleno de la cuenca comienza con depósitos muy probablemente paleocenos, incluidos en la Formación Puesto La Flecha. Esta unidad, dominada por sedimentación lacustre y fluvial de baja energía (muy probablemente cursos de carácter efímero), representa condiciones de baja subsidencia y escaso relieve relativo en la cuenca. Además, es importante destacar que esta unidad puede ser correlacionada, en función de su ubicación estratigráfica y edad, con la Formación Maíz Gordo de la cuenca del Grupo Salta. Si esta correlación es aceptada, se cuenta con un horizonte de extensión regional que vincula a la cuenca terciaria del norte argentino con la de Vinchina y continúa aún más al sur hasta la parte central de la cuenca de Bermejo en la Precordillera.

La existencia de eolianitas pertenecientes a la Formación Vallecito no era conocida en el área que describe este trabajo. La importancia de su identificación radica no sólo en que permite establecer correlaciones con cuencas vecinas, donde las areniscas eólicas han sido previamente identificadas (Fauqué *et al.* 2002, Tripaldi 2002, Tripaldi y Limarino 2005, Tedesco 2007), sino también porque permite efectuar algunas consideraciones sobre la evolución tectónica y paleoclimática de la cuenca. En este sentido, la presencia de secuencias eólicas, previas a las fases principales de los corrimientos andi-

nos, indicaría altas tasas de subsidencia y condiciones de cuenca hambrienta (*underfilled*). Asimismo, condiciones áridas a semiáridas deben ser asumidas para la cuenca durante el Eoceno cuando se produjo el crecimiento de estos campos de dunas.

Por encima, y mediando una leve discordancia erosiva, se desarrolla la Formación Vinchina. Esta unidad era bien conocida en el área y, de hecho, forma una parte sustancial del relleno de la cuenca homónima (Turner 1964, Ramos 1970). Es importante destacar que la nueva información presentada en esta contribución ha modificado sustancialmente la edad de la unidad, considerándola más antigua (Oligoceno-Mioceno más temprano?) que la anteriormente asumida (Fig. 2). El pasaje de los depósitos eólicos de la Formación Vallecito a las secuencias fluviales de la Formación Vinchina, indicaría un mejoramiento en las condiciones climáticas, dada la reactivación de los sistemas fluviales, y muy probablemente también un incremento en las tasas de subsidencia que permitieron acumular hasta 6875 m de sedimentos en un tiempo relativamente corto. Tales condiciones estarían ligadas al inicio y avance del frente orogénico andino generando las discordancias progresivas reconocidas inicialmente por Marensi *et al.* (2000) en el área del río de La Troya, y cuya extensión regional hacia el norte ha sido comprobada en la presente contribución. En lo que respecta al conocimiento sobre la edad de la Formación Toro Negro, anteriormente restringida al Plioceno, la misma ha sido ampliada tanto por Ciccioli (2008) como en el presente trabajo. En este sentido, las edades 8,6 Ma y 6,8 Ma reportadas por Ciccioli *et al.* (2005) corresponden a la base del miembro superior de la unidad y claramente indican que, aunque la parte cuspidal de Toro Negro alcance al Plioceno temprano, la sedimentación de la unidad se inició ya en el Mioceno. Además, el ordenamiento granocreciente que en sentido general muestra la unidad, claramente indica el progresivo avance del frente orogénico andino.

La distribución de las facies sedimentarias y la composición de las areniscas y conglomerados de la Formación Toro Negro,

como así también del miembro superior de la Formación Vinchina, atestiguan de la fracturación y emergencia de los bloques de basamento asociados (sierras de Toro Negro, Umango y Espinal).

Finalmente, la Formación El Corral, corresponde a la sedimentación en cuencas intramontañas generadas por la interacción del frente orogénico (Precordillera) con los bloques de basamento (sierras de Toro Negro y Espinal) que condujeron a la fracturación y exhumación de los depósitos terciarios previos de la cuenca de Vinchina.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado en el marco de los Proyectos de Investigación UBACyT X 213 y PIP5187 de CONICET siendo los resultados expuestos, parte de la Tesis Doctoral de Patricia L. Ciccioli. Los autores quieren agradecer a la directora, docentes y alumnos de la Escuela N° 202 de Valle Hermoso como a los habitantes de este poblado en la provincia de La Rioja, por su hospitalidad y buena predisposición durante nuestra estadía. Asimismo, agradecen los comentarios y valiosas sugerencias realizadas por los Dres. J.A. Salfity y G. Ré que han contribuido a mejorar la versión original.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Arcucci, A.B., Tambussi, C.T., Pardiñas, U.F.J., Petrulevicius, J.F. 1999. Nuevos registros de vertebrados en el Terciario superior del noroeste de La Rioja, Argentina. *Ameghiniana* 36(1): 95-96.
- Bodenbender, G. 1912. Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja y Regiones Limítrofes, República Argentina. *Boletín de la Academia de Ciencias* 19: 5-220, Córdoba.
- Bodenbender, G. 1922. Contribución al conocimiento geológico de la República Argentina. I. Descripciones generales. El Nevado de Famatina (provincia de La Rioja). *Anales de Ministerio de Agricultura de la Nación, Sección Geología, Mineralogía y Minería* 16 (1): 1-69, Buenos Aires.
- 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.

- Borello, A. y Cuerda, A. 1968. Grupo Río Huaco (Triásico), San Juan. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. *Noticias* 7: 3-15.
- Bracaccini, O. 1946. Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanina-Mendoza. *Boletín de Informaciones Petroleras* 258: 16-17, Buenos Aires.
- Caminos, R. y Fauqué, L. 2001. Mapa Geológico a escala 1:250.000 de la Hoja Geológica 2969-II Tinogasta, Provincia de La Rioja. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, *Boletín* 276, Buenos Aires.
- Caselli, A.T., Marensi, S., Tripaldi, A., Limarino, C.O. y Gagliardo, M.L., 2002. Análisis paleoambiental y correlación estratigráfica de la Formación Puesto La Flecha (Terciario), provincia de La Rioja. 15° Congreso Geológico Argentino, *Actas* 1: 679-683, Calafate.
- Ciccioli, P.L. 2003. Estratigrafía y sedimentología de las secuencias cretácicas y Miocenas de los alrededores de la quebrada de La Flecha (Precordillera de La Rioja). Trabajo Final de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, (inédito), 110 p., Buenos Aires.
- Ciccioli, P.L., 2008. Evolución paleoambiental, estratigrafía y petrología sedimentaria de la Formación Toro Negro, Sierras Pampeanas Noroccidentales, provincia de La Rioja. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, (inédita), 336 p., Buenos Aires.
- 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). 10° Reunión Argentina de Sedimentología, *Resúmenes*: 41-43, San Luis.
- Ciccioli, P.L., Limarino, C.O. y Marensi, S.A. 2005. Nuevas edades radimétricas para la Formación Toro Negro en la Sierra de los Colorados, Sierras Pampeanas Noroccidentales, prov. La Rioja. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60 (1): 251-254.
- De Alba, E. 1972. Sistema del Famatina. En: Leanza, A.F. (ed.), *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias, 143-184, Córdoba.
- De Iullis, G., Ré, G.H., Vizcaíno, S.F. 2004. The Toro

- Negro Megatheriine (Mammalia, Xenarthra): A new species of *Pyramiodontberium* and a review of *Plesiomegatherium*. *Journal of Vertebrate Paleontology* 24(1): 214-227.
- De La Fuente, M., Ciccioli, P.L., Limarino, C.O., Gutiérrez, P.R. y Fauqué, L.E. 2003. Quelonios podocnemídidos en la Formación Puesto La Flecha (Oligoceno), Precordillera de La Rioja, Argentina. *Ameghiniana* 40(4): 617-624.
- Fauqué, L. E., Limarino, C. O., Vujovich, G. I., Cegarra, M. y Escosteguy, L. 2002. Hoja Geológica 2969-IV Villa Unión, Provincias de La Rioja y San Juan. Servicio Geológico Minero Argentino (inédito), 132 p., Buenos Aires.
- Freguelli, J. 1950. Ichnites en el Paleozoico Superior del Oeste argentino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 5(3): 136-148.
- Furque, G. 1963. Descripción Geológica de la Hoja 17b. Guandacol (Provincias de La Rioja y San Juan). Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 92, 104 p., Buenos Aires.
- Furque, G. 1972. Descripción geológica de la Hoja 16b, Cerro La Bolsa, provincias de La Rioja y San Juan. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 125, 69 p., Buenos Aires.
- Furque, G. 1979. Descripción geológica de la Hoja 17c, Jáchal, provincia de San Juan. Servicio Geológico Nacional, Boletín 164, 79 p., Buenos Aires.
- 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, Volumen VI, Provincia de La Rioja, 17 p., Buenos Aires.
- Hausen, H. 1921. On the lithology and geological structure of the sierra de Umango area. *Acta Academic Aboensis Mathematics and Physics* 1: 138S, Abo.
- Jordan, T., Drake, R., Nasser, Ch. 1993. Estratigrafía del Cenozoico medio en la Precordillera a la latitud del Río Jáchal, San Juan, Argentina. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 132-141, Mendoza.
- Kley J., Monaldi C.R. y Salfity, J.A. 1999. Along-strike segmentation of the Andean foreland: causes and consequences. *Tectonophysics* 301: 75-94
- Krapovickas, V., Ciccioli, P.L., Mángano, M.G., y Limarino, C.O. 2007. Vertebrate and invertebrate trace fossils in anastomosing fluvial deposits of The Toro Negro Formation (Upper Miocene), La Rioja, Argentina. En Lucas *et al.* (eds.) *Cenozoic Tracks*, New Mexico Museum of Natural History and Science, Cenozoic Vertebrate Track Symposium Bulletin 42: 51-52, Albuquerque.
- Limarino, C., Tripaldi, A., Marensi, S.A., Net, L. I., Re, G., Caselli, A.T. 2001. Tectonic control on the evolution of the fluvial systems of the Vinchina Formation (Miocene), Northwestern Argentina. En González Bonorino, G., Kraemer, P. y Re, G. (eds.) *The Sedimentary and Tectonic Evolution of Cenozoic Andean Foreland Basins*, *Journal of South American Earth Sciences* 14(7): 751-762.
- Marensi, S., Net, L., Caselli, A., Tripaldi, A. y Limarino, C.O. 2000. Hallazgo de discordancias intraformacionales en la Formación Vinchina (Neógeno), quebrada de La Troya, La Rioja, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 55(4): 414-418.
- Milana, J.P. 1993. Estratigrafía de eolianitas en la zona de Jáchal-Huaco, Precordillera de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 48(3-4): 283-298.
- Pascual, R., Bond, M y Vucetich, M.G. 1981. El Subgrupo Santa Bárbara (Grupo Salta) y sus vertebrados. Cronología, paleoambientes y paleobiogeografía. 7° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 743-758, San Luis
- Quattrocchio, M.E. y del Papa, C., 2000. Paleambiente de la secuencia Maíz Gordo (Paleoceno tardío - Eoceno temprano?), Arroyo las Tortugas, Cuenca del Grupo Salta (NO Argentina). *Palinología y Sedimentología. Revista Española de Paleontología* 15(1): 57-70.
- 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., Reynolds, J., Jordan, T., 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.
- Ramos V.A. 1999. Los depósitos sinorogénicos terciarios de la región andina. En Caminos, R. (Ed.), *Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales; SEGEMAR, Anales* 29(22): 651-691, Buenos Aires.
- Ré, G.H. 1994. Tectosedimentary evolution of the Andean foreland basin (W Argentina) based in magnetostratigraphic and lithostratigraphic correlation. 14th International Sedimentological Congress Abstracts 14: 15-17, Amsterdam.
- Ré, G.H. 1996. Relación entre tectónica andina y posición del depocentro de la cuenca del Bermejo (27° a 33° S). 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 209, Buenos Aires.
- Ré, G. H., Barredo, S. P. 1993a. 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., Barredo, S. P. 1993b. Esquema de correlación de las Formaciones terciarias aflorantes en el entorno de Sierras Pampeanas y la Precordillera. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 172-179, Mendoza.
- Ré, G. H., Rapalini, A. E. 1997. Rotaciones de bloques corticales en el entorno de Sierras Pampeanas y Precordillera: sus implicancias tectónicas. 2° Jornadas de Geología de Precordillera, Actas: 198-203, San Juan.
- Ré, G.H. y Vilas, J.F.A. 1988. Magnetoestratigrafía de la F. Vinchina (Prov. de La Rioja) y su aporte al conocimiento de la Tectónica andina. 15° Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, Resúmenes: 70, Catamarca.
- Ré, G.H., 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. 11° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 267-270, San Juan.
- 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, PhD Thesis, Dartmouth College, (inédita), 353 p., Vermont.
- Rodríguez Brizuela, R. 2002. Estratigrafía y vertebrados fósiles de la Formación Toro Negro (Neógeno) del departamento Vinchina, provincia de La Rioja, Argentina. Trabajo Final de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, (inédito), 100 p., Córdoba.
- 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 (Buenos Aires). *Ameghiniana* 40 (4) Suplemento: 70R.
- Rodríguez Brizuela, R. 2004. Registro de Vulturidae (Aves, Ciconiiformes) en el Neógeno de la provincia de La Rioja, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 6(2): 307-311.
- Rodríguez Brizuela, R. y Tauber, A. 2006. Estratigrafía y mamíferos fósiles de la Formación Toro Negro (Neógeno), departamento Vinchina, noroeste de la provincia de La Rioja, Argentina. *Ameghiniana* 43: 257-272.
- Rossello, E.A., Mozetic, M.E., Cobbold, P.R., de Urreztzietta, M. y Gapais, D. 1996. El espolón Umango-Maz y la conjugación sintaxial de los lineamientos Tucumán y Valle Fértil (La Rioja, Argentina), 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 187-194, Buenos Aires.
- Tabbutt, K.D. 1986. Fission track chronology of foreland basins in the eastern Andes: magmatic and tectonic implications. Master's Thesis, Dartmouth College, (inédita), 100 p., Vermont.
- Tabbutt, K.D., Naeser, Ch.W., Jordan, T.E. y Cerveny, P.F. 1987. Edades nuevas por método de trazas de fisión de tobas mio-pliocenas en las Sierras Pampeanas y la Precordillera de Argentina. 10° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 22-24, Tucumán.
- Tabbutt, K.D., Naeser, Ch.W., Jordan, T.E. y Cerveny, 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.
- Tedesco, A.M. 2007. Estratigrafía, evolución paleoambiental y tectosedimentaria de la Cuenca de La Troya (Paleógeno y Neógeno, Precordillera de La Rioja). Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, (inédita), 303 p., Buenos Aires.
- Tripaldi, A. 2002. Análisis Sedimentológico de depósitos eólicos de Valles Intermontanos, su aplicación al estudio de secuencias terciarias del Noroeste Argentino. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, (inédita), 363 p., Buenos Aires.
- Tripaldi, A. y Limarino, C.O. 2005. Vallecito Formation (Miocene): The evolution of an eolian system in an Andean foreland basin (northwestern Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 19: 343-357.
- Tripaldi, A., Net, L., Limarino, C.O., Marensi, S., Ré, G. y Caselli, A. 2001. Paleoambientes sedimentarios y procedencia de la Formación Vinchina, Mioceno, noroeste de la provincia de La Rioja. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56 (4): 443-465.
- Turner, J.C.M. 1960. Estratigrafía del tramo medio de la sierra del Famatina y adyacencias (La Rioja). *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 42: 109-112.
- Turner, J.C.M. 1962. Las Sierras Pampeanas como unidad estructural. *Anales de las Primeras Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 2: 387-402*, San Juan.
- 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: 7 de enero, 2009.

Aceptado: 9 de diciembre, 2009.