

Sucesiones lacustres postgondwánicas-preandinas en la región de Famatina (La Rioja y Catamarca)

Federico M. DÁVILA, Ricardo A. ASTINI y Miguel EZPELETA

CONICET y Cátedra de Estratigrafía y Geología Histórica, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Ciudad Universitaria, Universidad Nacional de Córdoba, Avenida Velez Sarsfield 1611, (X5016GCA) Córdoba.
E-mails: fmdavila@efn.uncor.edu - raastini@efn.uncor.edu - mezpeleta@efn.uncor.edu

RESUMEN. En el flanco oriental de la región central de Famatina al oeste de Angulos se describe una sucesión sedimentaria de ~180 m de espesor formada por niveles basales de silcretos grises, bancos de yeso blanquecinos y una sucesión de pelitas moradas y varicolores con intercalaciones de areniscas finas tabulares y bancos de dolomitas laminadas amarillentas. Esta localidad se conoce como La Yesera dado que, localmente, el banco de yeso engrosado tectónicamente alcanza 23 m de espesor. Esta sucesión suprayace en contacto neto a depósitos fluvio-eólicos del Pérmico reconocidos previamente en la región e infrayace en discordancia angular al Mioceno Inferior (Formación del Crestón). Las facies sedimentarias permiten interpretar que luego de una discontinuidad representada por el desarrollo de costras silicificadas se expandieron cuerpos lacustres hipersalinos, en condiciones de escaso relieve. La ubicación estratigráfica del intervalo estudiado junto a su comprobada extensión regional y los marcados contrastes litofaciales, de color y de la estratofábrica con los paquetes sedimentarios infra y suprayacentes permitiría considerar a este intervalo como una unidad litoestratigráfica independiente. Por tal razón, se propone denominarla Formación La Veteada, siendo su estratotipo la sección aflorante sobre el flanco oriental del anticlinal Los Colorados (La Yesera), próximo al cierre norte de dicha estructura. Análisis micropaleontológicos preliminares no han sido fértiles. No obstante, la correlación litoestratigráfica de este intervalo que ha sido también reconocido tanto en la vertiente occidental del Famatina como en las exposiciones de la región septentrional, junto a datos termocronológicos provenientes de la región circundante permitirían proponer una edad triásica a jurásica, aunque no puede descartarse una edad cretácica o hasta paleógena.

Palabras claves: *Oeste argentino, Sistema de Famatina, Paleoambientes lacustres hipersalinos, Estratos postgondwánicos-preandinos.*

ABSTRACT. *Postgondwanic-preandean lacustrine successions in the Famatina Belt (La Rioja and Catamarca provinces).* On the eastern edge of the central Famatina Belt, west of the Angulos town, we describe a ~180-m thick sedimentary section compound of a basal grey silcrete covered by gypsum beds and a thick succession of purple mudstones interlayered by varicolored fine sandstones sheets and laminated yellowish dolomites. The study region is acknowledged as La Yesera, because of the recurrence of tectonically-thicken gypsum layers, which locally are ~23 m thick. The whole succession overlies the fluvio-eolian Permian and unconformably underlies Early Miocene synorogenic strata (Del Crestón Formation), both sequences already described in the literature. The sedimentary facies associations allow interpreting that after an important discontinuity evidenced by a siliceous duricrust, extent hypersaline lacustrine systems developed, which support low-relief settings. The stratigraphic position and regional distribution of these strata, together with the facies, color and stratofabric features would allow differentiating a new stratigraphic unit. Thus, we propose to name it the Veteada Formation, localizing its stratotype on the eastern limb of the Colorados anticline (La Yesera region), close to its northern plunging zone. Preliminary micropaleontological analyses on some of these beds have been unfortunately infertile. Yet, lithostratigraphic correlations across and along strike the Famatina Belt, plus indirect deductions coming from termochronologic data from Famatina and nearby regions, would suggest a Triassic or Jurassic age, although we cannot reject the Cretaceous or even Paleogene.

Key words: *Western Argentina, Famatina geological province, Hypersaline lacustrine systems, Postgondwanic-preandean strata.*

Introducción

En el oeste argentino, en la provincia geológica de Sierras Pampeanas, los intervalos estratigráficos comprendidos entre el Pérmico y el Neógeno están pobremente representados, y poco se conoce sobre la historia tectónica asociada. En esta región, el Triásico sólo se preserva en la cuenca de Ischigualasto-Villa Unión y regiones periféricas, donde se interpreta un periodo de formación y relleno de grábenes (e.g., Milana y Alcober 1994, Jenchen y Rosenfeld 2002). Otros afloramientos expuestos al oeste de Famatina a pesar de su

comprobada edad triásica (e.g., Caminos *et al.* 1995, Coughlin 2000, Melchor *et al.* 2002), carecen de estudios estratigráficos y tectónicos de detalle. El Jurásico es un periodo aún más incierto en la historia del oeste argentino. Solo algunos registros aparecen saltuariamente (e.g. Milana *et al.* 2003). Comúnmente se considera a éste intervalo como un estadio de erosión y/o no depositación muy extendido (*surface uplift* en el sentido de England y Molnar 1990). No obstante, estudios termocronológicos (Jordan *et al.* 1989, Coughlin *et al.* 1998, Dávila 2003) no apoyan tales inferencias y, por el contrario, sugieren pulsos marcados de exhumación tectónica localizada

(*rock uplift*, England y Molnar 1990). De esto último se podría deducir una historia de sedimentación asociada y no preservada. Algo similar ocurre con el registro cretácico y paleógeno (e.g., Schmidt *et al.* 1995, Coughlin *et al.* 1998, Coughlin 2000, Limarino *et al.* 2000, Sobel y Strecker 2003).

En la región central de Famatina, entre los típicos estratos gondwánicos rojos del Pérmico y la espesa sucesión sinorogénica andina del Mioceno inferior (Dávila *et al.* 2004) se desarrolla una estratigrafía poco conocida y previamente considerada como la sección inferior de los Estratos Famatinienses (Bodenbender, 1922) o como la base de la Formación del Crestón por Turner (1964). Este último incluyó a los depósitos de yeso de «La Yesera» en esta unidad. El mismo intervalo fue posteriormente ubicado por Turner (1971) en el tope de la Formación de la Cuesta en la región central del Sistema de Famatina, siendo asignado al Pérmico y descrito como su miembro superior en la región ubicada al oeste de Angulos. De acuerdo con esta caracterización dicho paquete fue involucrado dentro del Grupo Paganzo (Durand *et al.* 1996, Azcuy *et al.* 1999). Más recientemente, Dávila y Astini (2002a) sobre la base de las relaciones estratigráficas y rasgos litológicos distintivos propusieron que podría tratarse de una unidad litoestratigráfica independiente que suprayace en contacto neto no erosivo al Pérmico y subyace en discordancia angular al Mioceno Inferior.

El objetivo de este trabajo es analizar este intervalo estratigráfico de ~200 m de espesor máximo, estableciendo su significado paleoambiental. Asimismo, a partir de las relaciones estratigráficas y datos termocronológicos disponibles para la sierra de Famatina y regiones adyacentes de Sierras Pampeanas y Precordillera se discute su posición estratigráfica.

Marco geológico de la región de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la región de Famatina, en la provincia de La Rioja, entre las latitudes de 28°35' y 28°45'S, 10 km al oeste de la localidad de Angulos (Fig. 1, 2). El área está comprendida en la hoja geológica 15c «Vinchina» (Turner 1964) y coincide aproximadamente con lo que Astini (1998) denominó región central del Famatina.

La sierra de Famatina se ubica dentro del antepaís fragmentado (*cf.* Jordan, 1995) del sur de los Andes Centrales y tiene un rumbo general N-S, extendiéndose ~400 km entre los 27° y 31° de latitud S (Fig. 1). Pese a su posición extra cordillerana, presenta elevaciones > 6.000 metros sobre el nivel del mar. Estructuralmente constituye una región de solapamiento estructural (*cf.* Dávila 2003) compuesta por una faja plegada y corrida que involucra niveles de cubierta y donde el basamento participa de la deformación (Figs. 1, 2). La estratigrafía de la región está compuesta (Figs. 1, 2) por unidades cambro-ordovícicas marinas con volcanismo asociado y granitoides ordovícicos parcialmente milonitizados (véase De Alba 1979, Aceñolaza *et al.* 1996, Astini 1998, Astini y Dávila 2002), sobrepuestos por un espeso conjunto neopaleozoico (Turner 1964, Parker 1974) al que le suceden depósitos sinorogénicos del Neógeno y Pleistoceno (Dávila 2003, 2005). Internamente, el cinturón de estructuras plegadas muestra núcleos de Paleozoico inferior y superior y flancos fallados sobre depósi-

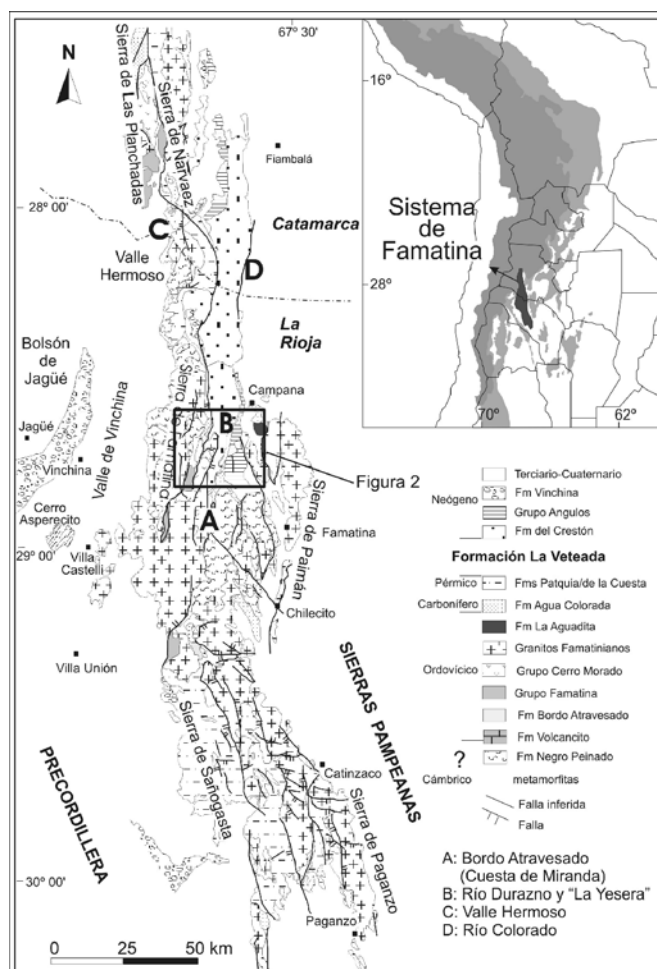


Figura 1. Mapa del Sistema de Famatina y su posición dentro de los Andes Centrales. El recuadro señala la ubicación del mapa geológico de la figura 2. Las letras (A, B, C y D) indican la posición de las regiones mencionadas en el texto.

tos sinorogénicos (Astini 1998, Dávila *et al.* 2003).

Dentro de esta región (Fig. 2) y tanto en la lámina de corrimiento El Damasco (flanco oriental del cordón de Alaniz) como en ambos flancos del anticlinal de Los Colorados aflora interpuesta entre los depósitos rojo ladrillo de la Formación de la Cuesta (Pérmico) y la espesa unidad morado claro conocida como Formación del Crestón (Mioceno inferior), el paquete con características distintivas que se analiza a continuación.

Yacencia y litofacies del intervalo estudiado

La unidad se ubica entre las sucesiones típicas del Grupo Paganzo y los depósitos andinos neógenos (Fig. 3). Se propone el nombre de Formación La Veteada para el intervalo estudiado, en alusión al bandeado característico dado por las intercalaciones de niveles morados, verdosos, y amarillentos; que a su vez contrasta con los colores de las unidades infra y suprayacentes. Se sitúa su estratotipo en la región de La Yesera, en el cierre periclinal norte del anticlinal Los Colorados (Fig. 2).

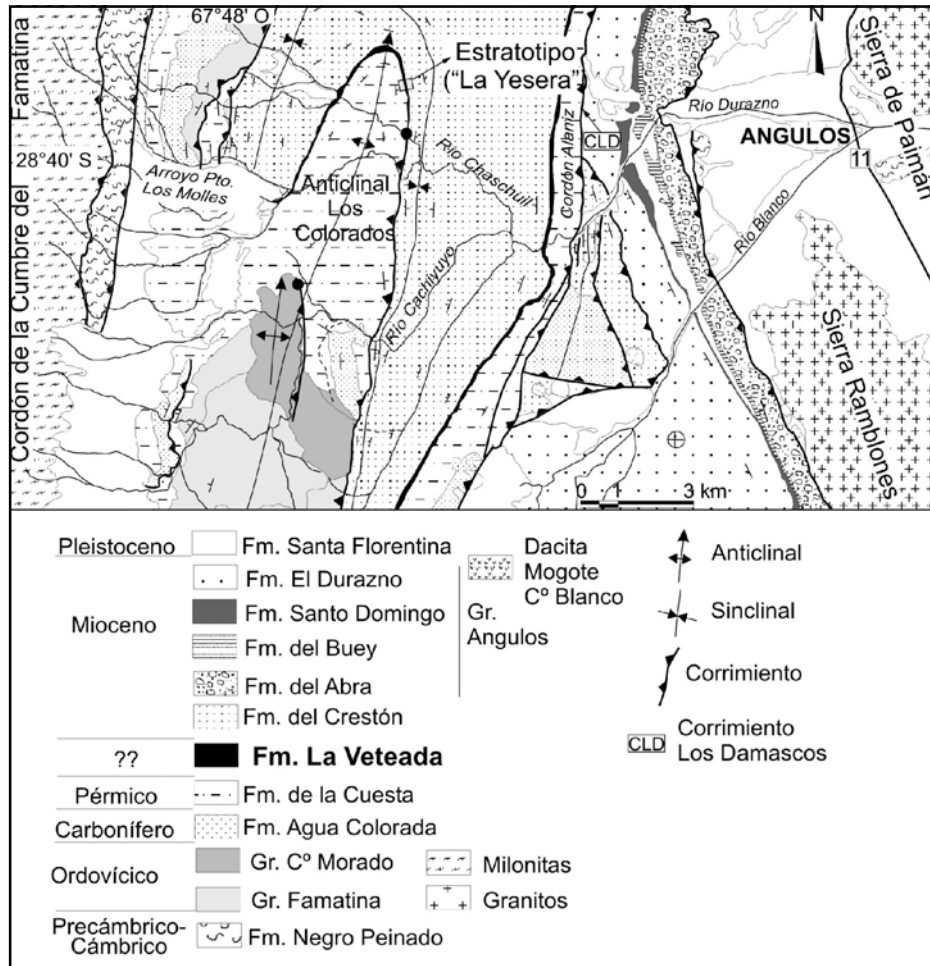


Figura 2. Mapa geológico de la región central del Famatina y ubicación del estratotipo (región de La Yesera) de la Formación La Veteada.

El Grupo Paganzo en la sierra de Famatina (Durand *et al.* 1996) se compone de las Formaciones Agua Colorada (Carbonífero) y de la Cuesta (Pérmico) (Turner 1960), ésta última también conocida como Formación Patquía (De Alba 1979). La estratigrafía del Grupo Paganzo en esta región ha sido principalmente estudiada en sus extremos suroeste y norte, donde los accesos a los afloramientos son más sencillos. En cambio, en su región central, entre las latitudes de 28°30' y 28°45' S (Fig. 2), esta estratigrafía es menos conocida y las unidades que componen el Paleozoico superior se disponen en discordancia angular entre si (Parker 1974, Astini 1998). Esto permite interpretar que una importante deformación afectó a la región durante el ciclo gondwánico (Dávila *et al.* 2003), compatible con las fases eo y neohercínicas (López Gamundí y Breitkreuz 1997, Höckenreiner *et al.* 2003).

El Pérmico de la cuenca de Paganzo (Azcuy y Morelli 1970), tradicionalmente referido como el Piso II de los Estratos de Paganzo (Bodenbender 1911), fue dividido en tres secciones por Limarino (1985, tomado de Limarino y Sessarego 1987). No obstante, luego de la reasignación de potentes paquetes de eolianitas, originalmente incluidas dentro de la sección superior del Pérmico, al Mioceno (*e.g.*, Formación Vallecito, Jordan

et al. 1993) y del reconocimiento de un intervalo Cretácico (Pérez *et al.* 1993, Limarino *et al.* 2000), la estratigrafía pérmica podría simplificarse a solo dos miembros, como fue propuesto para la región del Famatina por López y Clérico (1990). En Famatina central, la espesa estratigrafía (>1000 m) de la Formación de la Cuesta se dispone en discordancia angular de alto ángulo (>50°), solapando tanto al Carbonífero como al Ordovícico volcano-sedimentario. Estudios estratigráficos de detalle (Limarino 1985, Limarino y Sessarego 1987, Limarino *et al.* 1991) permitieron reconocer las siguientes asociaciones de facies: a) conglomerados gruesos con intercalaciones de areniscas y pelitas, b) de areniscas y pelitas, c) de areniscas y pelitas finamente laminadas con evaporitas intercaladas y d) de areniscas eólicas. Estas fueron posteriormente agrupadas en los dos miembros de López y Clérico (1990), autores que excluyeron a la unidad analizada en este trabajo. Recientemente, Dávila y Astini (2002a) advierten que en la región de estudio una sección rítmica que localmente incluye un espeso paquete de yeso suprayace a los depósitos de la Formación de la Cuesta. A diferencia de Turner (1964) estos autores subrayan que dicha unidad se dispone localmente por debajo de la discordancia regional de bajo ángulo (10°-12°) que la separa

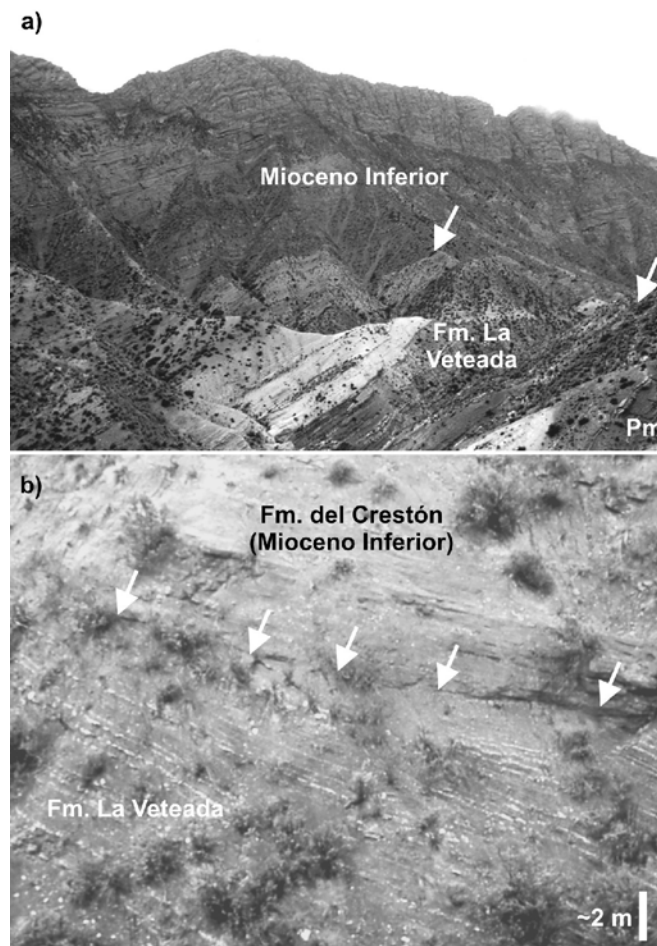


Figura 3. Posición estratigráfica de la Formación La Veteada en la región de La Yesera (señalada en la Fig. 2) sobre el Pérmico y subyaciendo al Mioceno Inferior. **a)** Región de la Yesera en el cierre periclinal norte del anticlinal Los Colorados. Foto panorámica tomada hacia el SE, las flechas señalan los contactos estratigráficos con las formaciones del Crestón (Mioceno Inferior) y de la Cuesta (Pm: Pérmico). **b)** Discordancia entre la formación estudiada y los estratos sinorogénicos andinos del Mioceno Inferior. Nótese la relación angular entre las unidades.

nítidamente de los depósitos del ciclo andino (Dávila y Astini, 2002b). Esta relación discordante sería responsable de sesgar y decapitar la unidad objeto de estudio que registra en la sección tipo un espesor máximo de 179 m, en el sector próximo al cierre periclinal del anticlinal de Los Colorados (Fig. 3, 4) conocido como La Yesera. Sus espesores disminuyen gradualmente registrando valores locales de hasta 40 m como en ambas márgenes del río El Durazno (Fig. 2). Asimismo, se interpreta que el suave plegamiento que lo afecta (Dávila *et al.* 2003) puede ser el responsable de su completa eliminación en otros perfiles de la región.

El intervalo estudiado consiste en una sucesión formada por niveles de chert, bancos de yeso y una sección morada abigarrada donde alternan areniscas finas y pelitas varicolores con algunos bancos dolomíticos y margosos de color amarillento (Fig. 4). Hacia el norte, en Catamarca (hoja 14d Tinogasta, Sosic 1972), y sobre la quebrada del río Colorado esta unidad fue descrita como areniscas de edad indefinida,

mientras que sobre la vertiente occidental del Famatina, a esta misma latitud y a lo largo del Valle Hermoso (Fig. 1), ha sido recientemente reconocida con espesores similares y las mismas características litofaciales y arquitecturales (Ezpeleta en progreso). Al oeste de Angulos, sobre los márgenes del río Durazno y en la región de La Yesera (Fig. 2), la unidad estudiada infrayace al conglomerado basal tabular de la Formación del Crestón y suprayace a un intervalo eolianítico (>200 m) constituido por una sucesión de areniscas con megaestratificación cruzada con intercalaciones delgadas (<1 m) de areniscas y conglomerados laminares con frecuente desarrollo de ondulitas de corriente (Fig. 4). Esta asociación fue interpretada como depósitos de un sistema de interacción eólico-fluvial (Dávila y Astini 2002) desarrollado en el tope de la Formación de la Cuesta.

En contacto neto y sin rasgos de notable erosión cubre la sucesión eólica-fluvial un nivel blanquecino de geometría tabular, intensamente silicificado, de ~1 m de espesor que sirve de nivel guía en la región de estudio. Este nivel es cubierto por 3 m de areniscas tabulares con laminación cruzada y lentes conglomerádicos de hasta 0,1 m de potencia (Fig. 4) con clastos angulosos de chert. Le sigue un potente banco lenticular de evaporitas (La Yesera) que llega a tener un espesor máximo de 23 m que disminuye gradualmente a espesores métricos e incluso menores a distancias del orden de los 500 m (Fig. 4). El máximo espesor del banco evaporítico es coincidente con la zona de charnela del anticlinal Los Colorados (Fig. 4). El banco de yeso presenta texturas porfiroblásticas y desarrolla estructuras en budines, fábricas SC (comparables a las desarrolladas en milonitas) y pliegues asimétricos intrafoliares del tipo ptigmáticos. Alejándose de la zona más espesa con evidentes estructuras de flujo se desarrollan estructuras primarias dentro de las que se destacan formas cristalinas prismáticas dispersas y yeso nodular coalescente, en nódulos centimétricos hospedados en limolitas arenosas. Localmente, abundantes venas milimétricas a centimétricas se disponen desde subparalelas hasta suavemente discordantes o cortando la estratificación, con crecimiento de yeso fibroso dispuesto perpendicularmente a las paredes.

Una espesa sucesión de facies heterolíticas de más de 160 m (Fig. 4) se desarrolla en transición rápida sobre los yesos. Este conjunto puede ser dividido en una sección inferior rojiza-morada y otra superior varicolor. La sección inferior se trata de 40 m de areniscas y limolitas laminadas con niveles de yesos intrasedimentarios de aspecto nodular y prismático. Cercano al tope se intercala un nivel de hasta 3 m fuertemente calcificado (caliche). La sección superior se compone de 128 m de areniscas muy finas y pelitas laminadas con estratificación heterolítica muy delgada y una marcada ritmicidad, donde se intercalan dos bancos de dolomitas estromatolíticas de 0,3 m de espesor con laminación estromatolítica (Fig. 4) y tramos con frecuentes capas gradadas (de entre 3 y 10 cm de espesor) de geometría tabular y abundante desarrollo de ondulitas escalonadas. Dentro de la sucesión heterolítica son comunes intervalos con frecuentes niveles con grietas de desecación, marcas de gota de lluvia y de cristales de halita (seudomorfos) que ocasionalmente afectan a superficies moldeadas con micronebulitas de oleaje. Próximo al tope de la sección también se observaron en el tope de una arenisca

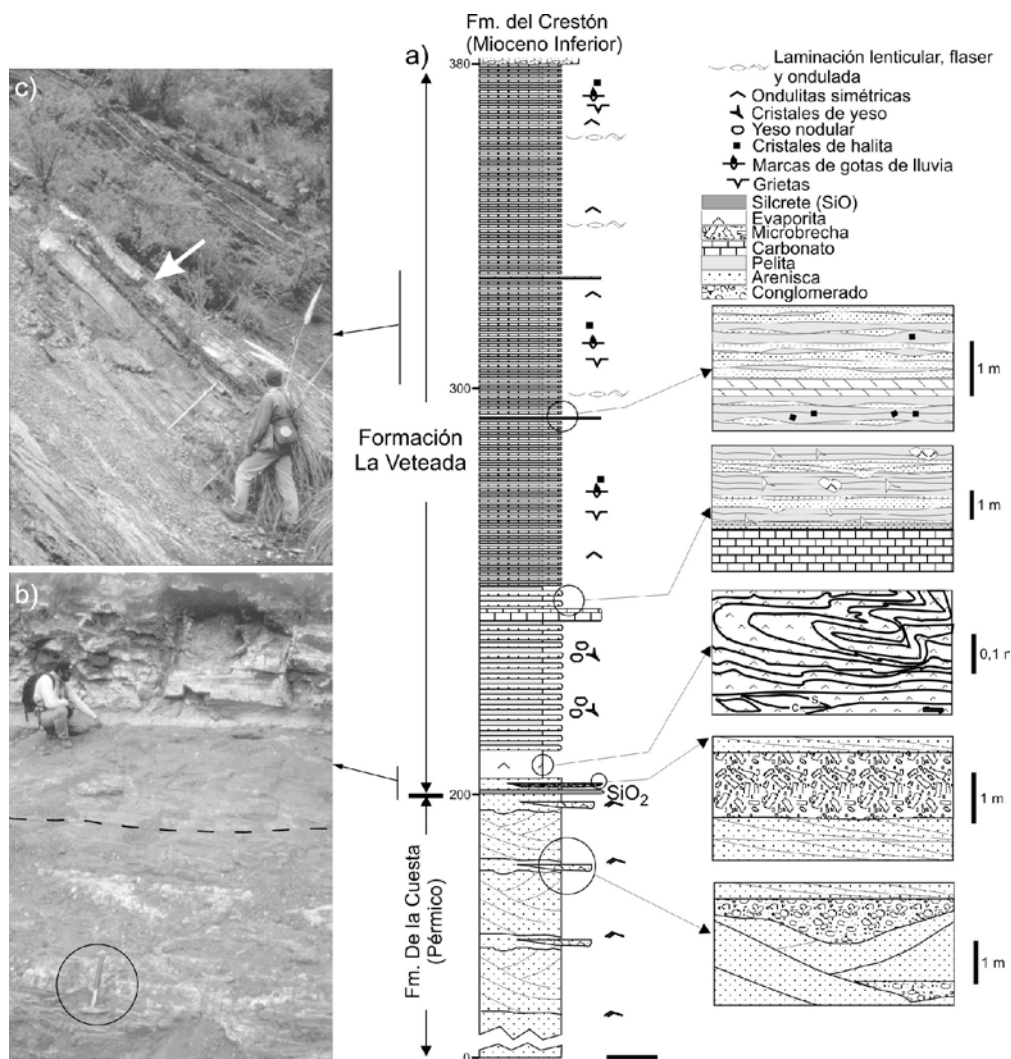


Figura 4. a) Columna y detalles estratigráficos de la Formación La Veteadas en la región de La Yesera (señalada en la Fig. 2). b) Base de la sección estudiada. La piqueta (dentro del círculo) marca el nivel silicificado, la línea tramada marca la base del lente con cherts retrabajados y la persona señala la base de las evaporitas de La Yesera. c) Facies heterolíticas donde se observa uno de los niveles con dolomitas (señalado con flecha).

improntas o pseudomorfos de cristales milimétricos de hábito cúbico, aislados o yuxtapuestos que recuerdan a cristales de halita en forma de tolva.

Interpretación paleoambiental

El horizonte fuertemente silicificado en la base de la sección estudiada sugiere la formación de un silcrete o duricostra silicificada. Estos horizontes tienen un importante significado paleoambiental y han sido ampliamente utilizados como niveles de correlación (e.g., Twidale y Bourne 1998). Los silcretos son comúnmente vinculados con capas de origen pedogenético (e.g. Langford-Smith y Drury 1965) o de diagénesis temprana de horizontes tobáceos en condiciones subsuperficiales (e.g., Brückner 1966, Spotl y Wright 1992). Aunque se discute su origen climático específico (e.g., Summerfield 1983, Nash *et al.* 1994), existe un consenso en

utilizarlos como indicadores de condensación estratigráfica (e.g. Twidale y Bourne 1998). Estudios en otras unidades en el oeste argentino, de posición estratigráfica comparable, han mencionado niveles similares (Milana y Alcober 1994, Limarino y Caselli 1995). Dado que en nuestro caso recubren a la asociación eólica-fluvial perteneciente a la Formación de la Cuesta inferimos que estaría marcando un episodio de condensación y cambio climático. Los niveles lenticulares de microbreccas (con clastos de chert) que le suprayacen indican una exhumación y retrabajo postdiagenético de los horizontes silicificados con transporte relativamente pobre. El silcrete habría quedado expuesto, agrietado y finalmente resedimentado a corta distancia por corrientes poco encausadas, impidiendo la formación de conglomerados con texturas más redondeadas.

El desarrollo de yesos nodulares y prismáticos en la base de la sucesión sugiere precipitación de evaporitas en planicies sujetas a intensa evaporación con fluctuación periódica

de la freática (Hussain y Warren 1989), ya sea en la periferia de cuerpos lacustres hipersalinos o en barreales salinos. Las variedades primarias presentes corresponden a facies intrasedimentarias resultantes de bombeo evaporítico (*pumping*) inducido por un balance hídrico negativo. En contraste, los yesos espáticos laminados y fibrosos corresponden a variedades diagenéticas resultantes de removilización y reprecipitación tardía (West 1979). El engrosamiento lateral y la foliación interna que registra el cuerpo de yeso principal resultan de un fenómeno de fluencia dúctil producto de tectónica salina (tectocinésis). Esto se interpreta a partir de las texturas de recristalización, de la geometría de las estructuras de flujo plástico que indican un comportamiento reológico dúctil y de su posición con respecto a la zona de charnela del anticlinal de Los Colorados.

Las facies heterolíticas de la sección superior indican depositación en paleoambientes lacustres semiperennes, donde se produce la alternancia de momentos de tracción de la fracción arenosa derivados de la actividad del oleaje y la decantación de finos. Sobre esta asociación de fondo se intercalan capas eventuales que describen secuencias de flujo menguante con importante tasa de agradación vertical (trenes de *ripples* trepadores) interpretadas como producto de capas de tormenta. La intercalación de niveles margosos amarillentos y de dolomitas estromatolíticas evidencia sedimentación en sectores marginales del cuerpo lacustre con crecimiento de matas algales y bajo influjo clástico. El desarrollo de ondulitas oscilatorias dentro de los lentes más arenosos sugiere frecuentes retrabajos de oleaje indicando una escasa profundidad relativa. Sin embargo, dentro del tramo medio y superior se ubican niveles de coloración morada-grisácea y hasta verdosa que indicarían una mayor profundización relativa en coincidencia con la mejor preservación de capas tabulares internamente gradadas, asignables a depósitos de flujos menguantes con alta concentración de sedimentos (turbiditas?). La fuerte coloración rojiza de la sección inferior de esta sucesión y los niveles con grietas de desecación y pseudomorfos de halita preservados en el tope indican paleoambientes de lagos efímeros, aunque localmente podría tratarse de zonas de barreales salinos con periódica exposición subaerea.

La asociación de facies de la sección estudiada permitiría sugerir que, luego de una discontinuidad representada por el horizonte de silcretos, se habrían desarrollado lagos, predominantemente salinos, semiperennes, con periódicas expansiones y retracciones, en condiciones de escaso relieve. El arreglo litofacial permite, de base a techo, interpretar una historia de expansión-retracción lacustre a escala de toda la unidad. Esta asociación se desarrolla a continuación de un sistema predominantemente eólico expuesto inmediatamente por debajo del silcrete.

Discusión y posiciones estratigráficas alternativas

Niveles con silcretos, en sucesiones pérmicas del oeste argentino (Limarino y Caselli 1995) representarían el tope de la Formación de la Cuesta, luego de la reasignación de los potentes paquetes eólicos de la Precordillera al Mioceno (*e.g.* Formación Vallecito). No obstante, no se descarta que estos

niveles puedan constituir una sección condensada más joven, tal como la descrita en el ámbito de la cuenca de Ischigualasto-Villa Unión por Milana y Alcober (1994). Considerando que los silcretos son excelentes niveles guía y tomando cualquiera de las alternativas la Formación La Veteada sería triásica o más joven. Cabe mencionar que a menos de 70 km al sur, en la región del Bordo Atravesado (Cuesta de Miranda) secciones lacustres pérmicas han sido reubicadas como pertenecientes a la Formación Talampaya (Triásico) (Caselli 1996, Zhang *et al.* 1998). Al oeste de la región de estudio, en la región cordillerana de La Rioja, también se describen sedimentitas del Triásico (Caminos *et al.* 1995), aunque no se descarta que en parte se traten de estratos jurásicos (Coughlin 2000, Melchor *et al.* 2002). Si bien la mayoría de los análisis litoestratigráficos, en especial en unidades ubicadas en posición semejante a la que se describe en este trabajo, desestiman al Jurásico como nivel potencial de correlación, recientes estudios en la Precordillera indicarían la presencia de sucesiones jurásicas (*e.g.* Milana *et al.* 2003). En este sentido, Coughlin *et al.* (1998), y más recientemente Dávila (2003), presentan evidencias de actividad tectónica jurásica en el oeste argentino y no se descarta que este evento esté asociado a la formación de cuencas sedimentarias. Estos datos de trazas de fisión en apatitas sugieren un periodo de enfriamiento térmico muy extenso en la región pampeana entre ca. 201 ± 9 Ma en la sierra de Umango (Coughlin *et al.* 1998) hasta ca. 170,4 ± 13,1 Ma. en la sierra de Paimán (Dávila 2003) (Fig. 1). Jordan *et al.* (1989) también mencionan un pico de enfriamiento jurásico que afecta las sierras de Velasco, Famatina y Ancasti (entre 199 y 147 Ma). Estos datos nos permitirían deducir que la ausencia de descripciones estratigráficas jurásicas en la región pampeana se debería, quizás, a un conocimiento geológico incompleto. Esto es además respaldado por el extenso periodo de formación de cuencas que se registra en la cordillera chilena (Mpodosis, *com. pers.* 2004), inmediatamente al oeste de los afloramientos descritos como Triásico Superior en el oeste de la provincia de La Rioja por Caminos *et al.* (1995). No descartamos que el nivel estudiado constituya una delgada expresión de la sedimentación jurásica de Chile y del importante evento termocronológico que afectó a las Sierras Pampeanas.

En la vertiente este de la sierra de Velasco, recientemente se han descrito niveles cretácicos portadores de huevos de dinosaurios (Hünicken *et al.* 2001). Aunque trabajos recientes y en desarrollo (Ezpeleta 2004) indican que estos niveles podrían tratarse de rocas neógenas con fragmentos de dinosaurios retrabajados, se deduce que niveles cretácicos podrían haberse extendido en regiones aledañas al Famatina. Estratos cretácicos son también documentados al SO en la Precordillera argentina (Limarino *et al.* 2000) y más al este en las Sierras de Córdoba (Schmidt *et al.* 1995), por lo que depósitos de esta edad podrían estar presentes en la región de estudio. Edades de enfriamiento en trazas de fisión son mencionadas para este intervalo en la región pampeana (Jordan *et al.* 1989, Coughlin *et al.* 1998, Dávila 2003, Sobel y Strecker 2003).

Otra alternativa es que se trate de un registro del Paleoceno-Eoceno tal como el señalado por Coughlin *et al.* (1998: 1001). Si bien Dávila y Astini (2002b) asociaron dichas edades termocronológicas con la depositación de la Formación del Crestón, estudios geocronológicos más recientes (Dávila *et*

al. 2004) permitieron reubicar a esta unidad en el Mioceno Inferior. En consecuencia, resta documentar la sedimentación paleógena asociada con dicho pico térmico. Esto, junto a la presencia de estratos potencialmente eocenos en la región de Jagüe (Coughlin 2000) y del extenso desarrollo de paquetes paleógenos en la región chilena, inmediatamente al oeste de la región anterior (Mpodozis y Clavero 2002), no permiten descartar que el nivel estudiado en Famatina central represente un intervalo equivalente y depositación distal de los expuestos en la región cordillerana.

Las características cromáticas y litofaciales distintivas y el contraste marcado con las asociaciones de facies presentes en el Pérmico y en el Neógeno, respectivamente por debajo y encima de dicho intervalo, permitiría considerar a la sección lacustre de la Formación La Veteada como una unidad litoestratigráfica independiente. De acuerdo con lo expuesto, esta sucesión con yesos y ritmitas lacustres podría tentativamente correlacionarse con secuencias triásicas, jurásicas, cretácicas o eventualmente paleógenos del oeste argentino. Futuros estudios geocronológicos y/o paleontológicos darán mayores precisiones a cerca de la edad de este intervalo considerado anteriormente como unidad cuspidal del Grupo Paganzo.

La relación subconcordante de este paquete con el sustrato neopaleozoico, las evidencias de gradientes bajos sugeridas a partir del análisis de facies y variaciones de espesor, sumado a la aparente extensión regional del intervalo estudiado, permitirían afirmar que un periodo de subsidencia de longitud de onda regional habría sucedido a los episodios de acortamiento del Paleozoico superior (Dávila *et al.* 2003).

Conclusión

Se describe e interpreta un intervalo estratigráfico hasta el momento poco conocido en el flanco oriental de la región central de Famatina, separándolo del Grupo Paganzo y denominándolo Formación La Veteada. Su estratotipo aflora sobre el flanco oriental del anticlinal Los Colorados (Angulos, La Rioja), aunque también se la ha reconocido en el río Colorado y el Valle Hermoso en la provincia de Catamarca. En la sección tipo la unidad infrayace al conglomerado basal de la Formación del Crestón (Mioceno Inferior) y suprayace a un intervalo eolianítico desarrollado en el tope de la Formación de la Cuesta (Pérmico). Se trata de una sucesión sedimentaria de ~180 m de espesor formada por silcretes, bancos de yeso blanquecinos y pelitas moradas y varicolores con intercalaciones de areniscas finas tabulares y bancos de dolomitas laminadas amarillentas. La asociación de facies sugiere el desarrollo de cuerpos lacustres hipersalinos, expandidos luego de una discontinuidad representada por niveles silicificados. Correlaciones litoestratigráficas, junto a datos termocronológicos permitirían proponer una edad triásica a jurásica, aunque no puede descartarse una edad cretácica o hasta paleógena.

Agradecimientos

Agradecemos a Don Pedro Alvarez, baquiano experto de la región. Chris Schmidt colaboró en las tareas de campo. SeCyT-UNC a través de los subsidios 63/03 y 123/04 apoyaron la rea-

lización de este trabajo. Laura Net y Alberto Caselli árbitros de la revista realizaron valiosos comentarios que permitieron mejorar la versión final. Este trabajo constituye parte de investigaciones preliminares del trabajo de tesis doctoral de Miguel Ezpeleta en la Universidad Nacional de Córdoba y una nueva contribución del Laboratorio de Análisis de Cuencas de la UNC.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli A. (Eds.), 1996. Geología del Sistema de Famatina, Müncher Geologische Hefte. Reihe A Allgemeine Geologie, A19, 193 p., Munich.
- Astini, R.A., 1998. El Ordovícico de la región central del Famatina (provincia de La Rioja, Argentina): aspectos estratigráficos, geológicos y geotectónicos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 53: 445-460.
- Astini, R.A. y Dávila, F.M., 2002. El Grupo Cerro Morado (Ordovícico Medio) en el Famatina (28°-29° S), Andes Centrales del oeste argentino. *Revista Geológica de Chile*, 29: 241-254.
- Azcuy, C.L. y Morelli, J.R., 1970. The Paganzo Basin: Tectonic and sedimentary characteristics of the Gondwana sequences in northwestern Argentina. 2° Gondwana Symposium: 241-247, Sudáfrica.
- Azcuy, C.L., Carrizo, H.A. y Caminos, R. 1999. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Pampeanas, Famatina, Precordillera, Cordillera Frontal y Bloque de San Rafael. Caminos R. (Ed): *Geología Argentina*. Anales 29: 261-318, Buenos Aires.
- Bodenbender, G., 1911. Constitución geológica de la parte meridional de la provincia de La Rioja y regiones limítrofes. *Constitución geológica y productos minerales*. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, 19: 5-221, Córdoba.
- Brückner, W., 1966. Origin of silcretes of central Australia. *Nature*, 209: 496-497.
- Caminos, R., Zamuner, A., Limarino, C. y Fauqué, L., 1995. Triásico superior fosilífero en la Precordillera riojana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 50 (1-4): 262-265.
- Caselli, A.T., 1996. Contribución a la estratigrafía del área comprendida entre la Cuesta de Miranda y Puerto Alegre, sierra de Famatina, provincia de La Rioja. Reunión Anual del Grupo Argentino de Trabajo del Paleozoico superior, Comunicaciones: 28-29, Buenos Aires.
- Coughlin, T.J., 2000. Linked orogen-oblique fault zones in the Central Argentine Andes: Implications for Andean orogenesis and metallogenesis. Tesis Doctoral University of Queensland, (inédita), 268 pp. Queensland.
- Coughlin, T.J., O'Sullivan, P.B., Kohn, B.P. y Holcombe, R.J., 1998. Apatite fission-track thermochronology of the Sierras Pampeanas, central western Argentina: Implications for the mechanism of plateau uplift in the Andes. *Geology*, 26: 999-1002.
- Dávila, F.M., 2003. Transecta estratigráfica-estructural a los 28°30'-28°54' de Latitud Sur, sierra de Famatina, provincia de La Rioja, República Argentina. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (inédita) 516 p., Córdoba.
- Dávila, F.M., 2005. Revisión estratigráfica y paleoambientes del Grupo Angulos (Neógeno), sierra de Famatina, La Rioja, Argentina; y su significado en el relleno del antepaís fragmentado. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, este volumen.
- Dávila, F.M. y Astini, R.A., 2002a. Facies evaporíticas de «La Yesera», Pérmico(?) de la región central del Famatina. 9° Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 39, Córdoba.
- Dávila, F.M. y Astini, R.A., 2002b. Geología de la Formación del Crestón, sierra de Famatina, Argentina: Sedimentación paleógena en el antepaís andino? *Revista de la Asociación Geológica Argentina*,

- 57: 463-482.
- Dávila, F.M., Astini, R.A. y Schmidt, C.J., 2003. Unravelling 470 m.y. of shortening in the Central Andes and documentation of Type 0 superposed folding, Famatina Ranges, Western Argentina. *Geology*, 31: 275-278.
- Davila, F.M., Astini, R.A., Jordan, T.E. y Kay, S.M., 2004. Early Miocene andesite conglomerates in the Sierra de Famatina, broken foreland region of western Argentina, and documentation of magmatic broadening in the south-central Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 17: 89-101.
- De Alba, E., 1979. El Sistema de Famatina. *Academia Nacional de Ciencias, Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*, 1: 349-395., Córdoba.
- Durand, F.R., 1996. Las sedimentitas neopaleozoicas del Sistema de Famatina. En: Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli A. (Eds.), *Geología del Sistema de Famatina. Reihe A Allgemeine Geologie*, A19: 343-357, Munich.
- Ezpeleta, M., 2004. Estratigrafía y paleoambientes de la Formación Los Llanos (Neógeno), sierra de Los Llanos, provincia de La Rioja (30°30'LS), Argentina». Tesis de grado, Universidad Nacional de Córdoba (inédita), 70 p., Córdoba.
- Höckenreiner, M., Söllner, F. y Miller, M., 2003. Dating the TIPA shear zone: an Early Devonian terrane boundary between Famatinian and Pampean systems (NW Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, 16: 454-66.
- Hünicken, M.; Tauber, A. y Leguizamón, R., 2001. Hallazgo de huevos y nidos de dinosaurios asociados a restos de vegetales silicificados: asignación al Cretácico de las secuencias portadoras aflorantes en Sanagasta, provincia de La Rioja. 17° Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, Ameghiniana, Resúmenes, 38(4)-suplemento:10R
- Hussain, M. y Warren, J.K., 1989. Nodular and enterolithic gypsum: the «sabhka-tization» of Salt Flat playa, west Texas. *Sedimentary Geology*, 64: 13-24.
- Jordan, T.E., 1995. Retroarc foreland basins. En *Tectonics of sedimentary basins* (Busby, C.J. y Ingersoll, R.V., Eds), Blackwell Science, 331-362, Cambridge.
- Jordan, T.E., Zeitler, P., Ramos, V.A. y Gleadow, A.J.W., 1989. Thermochronometric data on the development of the basement peneplain in the Sierras Pampeanas, Argentina. *Journal South American Earth Sciences*, 2: 207-222.
- Jordan, T.E., Allmendinger, R.W., Damanti, J.F. y Drake, R.E., 1993. Chronology of motion in a complete thrust belt: the Precordillera, 30°-31°, Andes Mountains. *Journal of Geology*, 101: 135-156.
- Langford-Smith, T. y Drury, G., 1965. Distribution, character and attitude of the duricrust in the northwest of New Wales and the adjacent areas of Queensland. *American Journal of Science*, 263: 170-190.
- Limarino, C.O., 1985. Estratigrafía y paleoambientes sedimentarios del Grupo Paganzo en el Sistema de Famatina. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, (inédita), 300 p., Buenos Aires.
- Limarino, C.O. y Sessarego, H., 1987. Algunos depósitos lacustres de las formaciones Ojo de Agua y de la Cuesta (Pérmico). Un ejemplo de sedimentación para regiones áridas o semiáridas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 42: 267-279.
- Limarino, C.O. y Caselli, A., 1995. Cherts (ftanitas) y niveles de silicificación de la sección superior del Grupo Paganzo (Pérmico) noroeste argentino. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología*, 2: 37-56.
- Limarino, C.O., Andreis, R., Gutierrez, P. y Ottone, E., 1991. Cuenca Paganzo. En: *Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay*. 12° Congreso Internacional de la Estratigrafía y Geología del Carbonífero y Pérmico: 233-245, Córdoba.
- Limarino, C.O., Net, L. Gutierrez, P., Barreda, V., Caselli, A. y Ballent, S., 2000. Definición litoestratigráfica de la Formación Cienaga del Río Huaco (Cretácico Superior), Precordillera central, San Juan, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 55: 83-99.
- López, R. y Clerici, C., 1990. Nuevos depósitos de areniscas eólicas y lacustres en la Formación de la Cuesta (Pérmico del Sistema de Famatina), provincia de Catamarca. 11° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 453-456, San Juan.
- López Gamundí, O.R. y Breikreuz, C., 1997. Carboniferous-to-Triassic evolution of the Panthalassan margin, southern South America. En: Dickins, J.M., Zunyi, Y., Hongfu, Y., Lucas, S.G. and Acharya, S. (Eds.), *Late Paleozoic and Early Mesozoic Circum-Pacific Events and their Global Correlation*, World and Regional Series 10: 8-19.
- Melchor, R.N., de Valais, S., y Genise, J.F., 2002. Bird-like footprints from the Late Triassic. *Nature*, 417: 936-938.
- Milana, J.P. y Alcober, O., 1994. Modelo tectosedimentario de la cuenca triásica de Ischigualasto (San Juan, Argentina). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49: 217-235.
- Milana, J.P., Bercowski, F. y Jordan, T.E., 2003. Paleoambientes y magnetoestratigrafía del Neógeno de la Sierra de Mogna, y su relación con la Cuenca de Antepais Andina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58 (3): 447-473.
- England, P. y Molnar, P., 1990. Surface uplift, uplift of rocks, and exhumation of rocks *Geology*, 18: 1173-1177.
- Nash, D.J., Thomas, D.S.G. y Shaw, P.A., 1994. Siliceous duricrusts as palaeoclimatic indicators: evidence from Kalahari desert of Botswana. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 112: 279-295.
- Parker, G., 1974. Contactos discordantes entre los Pisos I y II de los estratos de Paganzo. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 29: 23-29.
- Pérez, M.A., Fernández Seveso, F., Alvarez, L.A. y Brisson, I.E. 1993. Análisis ambiental y estratigráfico del Paleozoico superior en el área anticlinal de Huaco, San Juan, Argentina. 10° Congreso Internacional de la Stratigraphie et géologie du Carbonifère et Permien, *Comptes Rendus*, 2: 297-318, Buenos Aires.
- Sobel, E.R. y Strecker, M.R., 2003. Uplift, exhumation and precipitation: tectonic and climatic control of Late Cenozoic landscape evolution in the northern Sierras Pampeanas, Argentina. *Basin Research*, 15: 431-452.
- Sosic, M.V.J., 1972. Descripción geológica de la Hoja 14d, Tinogasta (provincias de Catamarca y La Rioja). *Boletín de la Dirección Nacional de Geología y Minería* 129, 60 pp., Buenos Aires.
- Spotl, C. y Wright, V.P., 1992. Groundwater dolocretes from the Upper Triassic of the Paris Basin, France: a case study of an arid, continental diagenetic facies. *Sedimentology*, 39: 1119-1136.
- Summerfield, M.A., 1983. Silcrete as a palaeoclimatic indicator: evidence from southern Africa. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleocology*, 41: 65-79.
- Turner, J.C.M., 1960. Estratigrafía del tramo medio de la Sierra de Famatina y adyacencias, La Rioja. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, 42: 77-126.
- Turner, J.C.M., 1964. Descripción geológica de la Hoja 15c, Vinchina (provincias de Catamarca y La Rioja). *Boletín de la Dirección Nacional de Geología y Minería* 100, 81 p.
- Twildale, C.R. y Bourne, J.A., 1998. The use of duricrusts and topographic relationships in geomorphological correlation: conclusions based in Australian experience. *Catena*, 33: 105-122.
- West, I.M., 1979. Review of evaporite diagenesis in the Purbeck Formation of Southern England. *Symposium Sedimentation jurassique W. Européen*. ASF Publication speciale 1: 407-416, Paris.
- Zhang, G., Buatois, L.A., Mángano, M.G. y Aceñolaza, F.G., 1998. Sedimentary facies and environmental ichnology of a ?Permian playa-lake complex in western Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleocology*, 138: 221-243.

Recibido: 15/07/03

Aceptado: 01/10/04