

ESTRATIGRAFÍA DEL VALLE DE LURACATAO (VALLE CALCHAQUÍ, NOROESTE ARGENTINO): NUEVA PROPUESTA

Patricio Augusto PAYROLA BOSIO¹, Cecilia del PAPA¹, Fernando HONGN¹ y Jaime POWELL²

¹ IBIGEO-CONICET. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Salta.

E-mails: ppayrola@hotmail.com, delpapac@unsa.edu.ar, fhongn@aol.com

² CONICET- Tucumán, Argentina. E-mail: powell.jaime@gmail.com

RESUMEN

Durante el Cretácico Inferior-Eoceno se desarrolló la cuenca de rift del Grupo Salta en el noroeste argentino, con un relleno constituido por depósitos *sinrift* del Subgrupo Pírgua y *postrift* de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. Posteriormente y sobreimpuesta a la primera, se generó una extensa cuenca de antepaís. En el valle Calchaquí, el Grupo Payogastilla representa el relleno sinorogénico andino (cuenca de antepaís) y guarda el registro de los episodios de deformación y de inversión tectónica cenozoica en esta parte de la Cordillera Oriental. El valle de Luracatao (ramificación occidental del valle Calchaquí) presenta una sucesión sedimentaria designada originalmente como Formación Luracatao y atribuida tentativamente al Oligoceno. A partir de trabajos de relevamiento a escala regional, perfiles estratigráficos y mapeo estructural de detalle se redefinió la columna estratigráfica del valle de Luracatao. En base a las características de las facies sedimentarias y asociaciones de facies y la identificación de discontinuidades estratigráficas se reconocieron las siguientes unidades litoestratigráficas: Formación Mealla, Formación Maíz Gordo y Formación Lumbrera (Subgrupo Santa Bárbara-Grupo Salta); y una sucesión sedimentaria rojiza asignada a la Formación Quebrada de los Colorados (Grupo Payogastilla). Se identificó una discordancia entre el Subgrupo Santa Bárbara y la Formación Quebrada de los Colorados, lo que integrado a la información paleontológica, permite interpretar esta discordancia como el registro de las primeras fases de deformación andina. En base a la redefinición de la columna estratigráfica del valle de Luracatao, en este trabajo se propone el abandono de la Formación Luracatao y su reemplazo por las respectivas unidades identificadas.

Palabras clave: *Valle de Luracatao, Formación Quebrada de los Colorados, cuenca de antepaís, Eoceno.*

ABSTRACT: *Stratigraphy of Luracatao Valley (Calchaquí Valley, Northwestern Argentina): New proposal.* During Lower Cretaceous-Eocene the Salta Group rift basin was developed in northwest Argentina, showing well-defined synrift (Pírgua Subgroup) and postrift (Balbuena and Santa Barbara Subgroups) stages. Then and superimposed to the rift, broad foreland basin was generated. The Payogastilla Group represents the Andean synorogenic filling in the Calchaquí Valley; its base records the Paleogene deformation and inversion tectonics of this zone of the Eastern Cordillera. The Luracatao valley (western branch of the Calchaquí Valley) preserves a thick sedimentary sequence designed as the Luracatao Formation of possible Oligocene age in previous regional maps. This paper presents a redefinition of the stratigraphy of the Luracatao valley based on field works of regional scale, stratigraphic logs and detailed structural mapping. The analyses of sedimentary facies and facies association and the identification of stratigraphic unconformities allow identifying the units of the Santa Bárbara Subgroup (Mealla Formation, Maíz Gordo Formation and Lumbrera Formation) and of the Payogastilla Group (Quebrada de los Colorados Formation) among the levels previously assigned to the Luracatao Formation. Special importance has the identification of an unconformity between Santa Bárbara Subgroup and Quebrada de los Colorados Formation that integrated to paleontological data allow us interpret this unconformity as the record of the first Cenozoic deformation events. Based on the redefinition of the Luracatao Valley stratigraphic column, this paper proposes to replace the Luracatao Formation by the respective units identified.

Keywords: *Valle de Luracatao, Quebrada de los Colorados Formation, foreland basin.*

INTRODUCCIÓN

Durante el Cretácico Inferior-Eoceno se desarrolló en el noroeste argentino la cuenca de *rift* del Grupo Salta (Turner 1959) que acumuló una espesa columna de se-

dimentos continentales y marinos (véase síntesis en Salfity y Marquillas 1994 y Marquillas *et al.* 2005). Posteriormente y sobreimpuesta a la primera, se generó una cuenca de antepaís producto del acortamiento andino, que provocó la inversión

y consecuente erosión parcial de la cuenca de *rift* del Grupo Salta (Cazau *et al.* 1976, Jordan y Alonso 1987, Allmendinger *et al.* 1982, Grier 1990, Grier *et al.* 1991, Cristallini *et al.* 1997, entre otros). En el valle Calchaquí, el Grupo Payogas-

tilla (Díaz y Malizzia 1983) representa el relleno de la cuenca del antepaís andino y guarda el registro de los eventos de deformación e inversión tectónica cenozoica en las porciones occidental y austral de la Cordillera Oriental (Fig. 1a). En consecuencia, la columna sedimentaria expuesta en el valle Calchaquí corresponde a dos cuencas: la cuenca de *rift* cretácico-paleógena representada por el Grupo Salta y la cuenca de antepaís eoceno-neógena representada por el Grupo Payogastilla.

El Grupo Salta está constituido por tres subgrupos que de base a techo son: Pirgua (Reyes y Salfity 1973), Balbuena y Santa Bárbara (Moreno 1970) (Fig. 2). El Subgrupo Pirgua representa el relleno de la etapa *sinrift* y los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara el relleno de las etapas *post-rift* temprano y tardío, respectivamente (Salfity y Marquillas 1994, Marquillas *et al.* 2005). Se reconocieron en esta cuenca siete subcuencas o depocentros denominados: Alemania, Metán, Lomas de Olmedo, Tres Cruces (Reyes 1972), El Rey (Salfity 1980), Sey (Schwab 1984) y Brealito (Sabino 2002); el ámbito del valle Calchaquí corresponde a los depocentros de Brealito y Alemania.

El Grupo Payogastilla (Fig. 2) está compuesto por una espesa sucesión sedimentaria (>5000 m) de origen continental y diseño grano-creciente que incluye cuatro formaciones: Quebrada de los Colorados, Angastaco, Palo Pintado y San Felipe (Díaz 1987). Los principales afloramientos de este Grupo se encuentran en la parte central y sur del valle Calchaquí, entre Payogasta (al norte) y San Carlos (al sur de Molinos, Fig. 1b).

El valle de Luracatao forma parte de los Valles Calchaquíes y constituye una ramificación lateral del valle principal. Es una depresión tectónica estrecha, de rumbo submeridiano, con una longitud aproximada de 70 km y un ancho máximo de 7,1 km. Se extiende entre los 24°45' y 25°27'S, en el centro-oeste de la provincia de Salta (Fig. 1a), y representa una zona de transición entre las provincias geológicas Cordillera Oriental y Puna. Está limitado en sus bordes por fallas inversas

que inclinan de manera opuesta (Fig. 1b). Al oeste la falla Luracatao (<55°) es de vergencia oriental y levanta las cumbres de Luracatao constituidas por granitoides del Complejo Eruptivo Oire, al este la falla Cachi (>60°) es de vergencia occidental y levanta las cumbres de la Laguna compuesta por el Subgrupo Pirgua, y la sierra de Cachi compuesta por un basamento ígneo-metamórfico integrado por las Formaciones Puncoviscana, Cachi y La Paya (Figs. 1b y 2) (véase síntesis en Hongn y Seggiaro 2001). A pesar de que los tres Subgrupos del Grupo Salta han sido identificados y mapeados en el valle Calchaquí (Baldis *et al.* 1976, Vergani y Starck 1989, Hongn y Seggiaro 2001) sólo el Subgrupo Pirgua ha sido claramente reconocido en el borde sudeste del valle de Luracatao (depósitos de Brealito-Molinos, Méndez *et al.* 1979, Boso *et al.* 1984, Sabino 2004); las restantes unidades litoestratigráficas del Grupo Salta como las unidades del Grupo Payogastilla, no se las reconocía claramente en el interior del valle de Luracatao.

Turner (1960, 1964) fue el primero en mencionar y describir los depósitos sedimentarios aflorantes en la parte norte del valle de Luracatao (Fig. 1c), quien diferenció una sucesión más antigua a la que denominó Formación Luracatao y le asignó una edad oligocena con duda, y una sucesión más joven integrada por los depósitos aterrazados cuaternarios. Posteriormente, Starck y Vergani (1996) mencionan que parte de la Formación Luracatao correspondería a la Formación Quebrada de los Colorados; por último Hongn y Seggiaro (2001) mapearon la Formación Luracatao en la parte central del valle de Luracatao –áreas de Alumbre y la Sala de Luracatao (Fig. 1b)–, sugiriendo su correlación con el Subgrupo Santa Bárbara. A su vez, estos autores también cartografiaron las Formaciones Quebrada de los Colorados y Angastaco (Grupo Payogastilla) en la parte sur del valle –áreas de La Puerta y El Refugio (Figs. 1b y d). Debido a que el valle de Luracatao es la región más occidental en el ámbito de la Cordillera Oriental (Figs. 1a y b) hasta los

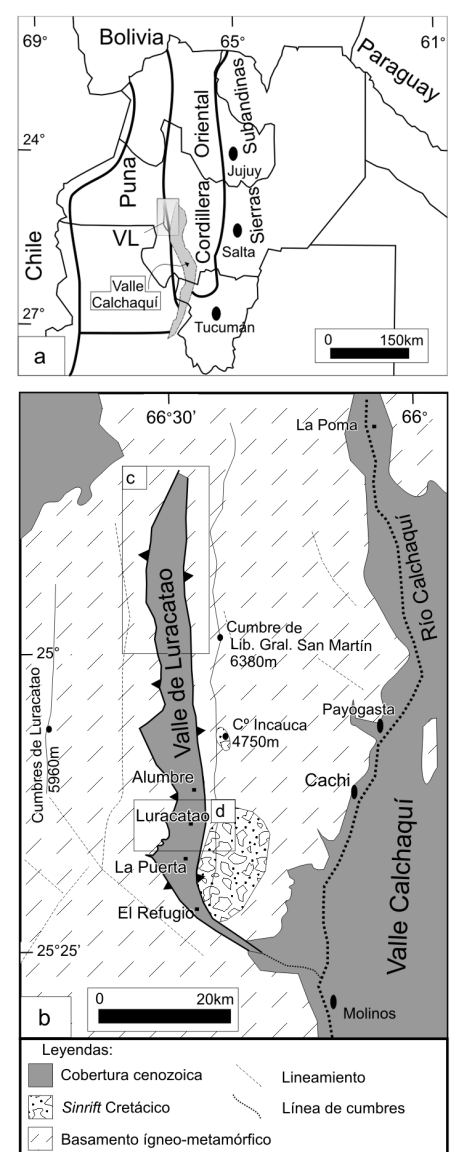


Figura 1: a) Mapa de ubicación; b) detalle de ubicación del valle de Luracatao en el valle Calchaquí; c) zona estudiada por Turner (1960) en el valle de Luracatao; d) ubicación del área de estudio (Luracatao) (véase Fig. 2).

26°30'S aproximadamente, el conocimiento preciso de su estratigrafía se torna un elemento clave para definir distintos aspectos (por ejemplo, presencia de discontinuidades, características sedimentológicas, paleogeografía) que contribuyen al análisis de las cuencas andinas cenozoicas. Incluso se ha mencionado a este valle como probable localización del frente de deformación paleógeno (Starck y Vergani 1996, Galli y Hernández 1999) lo cual resalta la importancia de realizar un

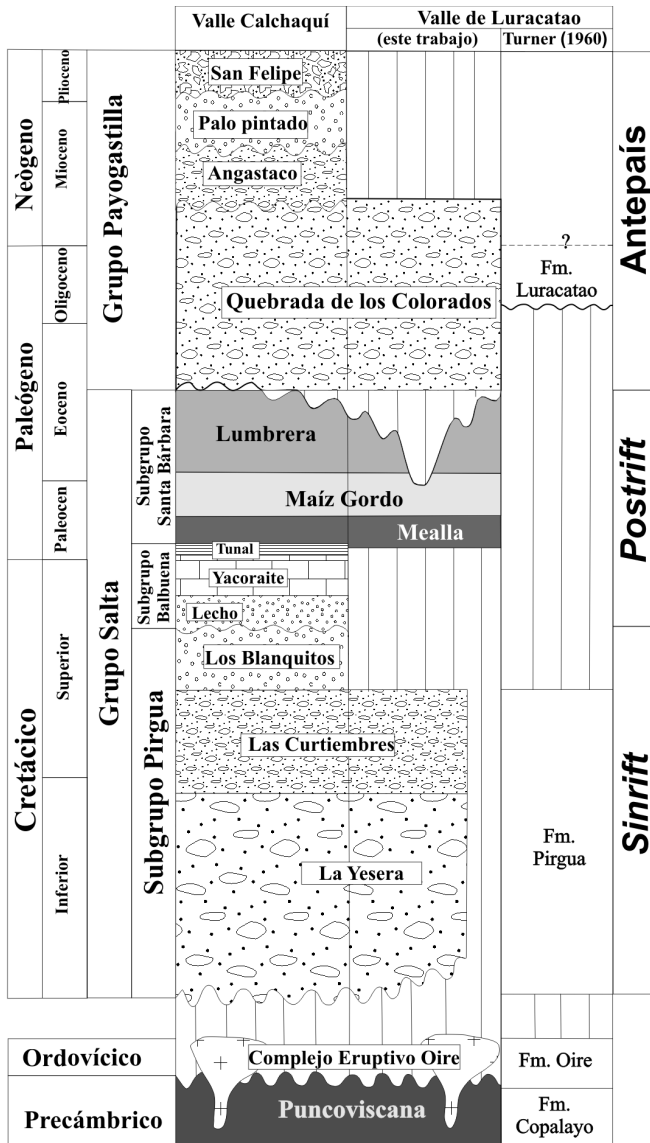


Figura 2: Cuadro estratigráfico. Se presenta la estratigrafía del norte del valle Calchaquí como referencia, en comparación con las unidades descritas por Turner (1964) y redefinidas en este trabajo. Nótese que Turner (1960) asigna al Oligoceno los depósitos cenozoicos del valle de Luracatao.

estudio detallado de la geología en esta zona. Sin embargo, para definir este frente de deformación es necesario contar con evidencias concretas (por ejemplo, estructuras de crecimiento, discordancias, edades de exhumación) para lo cual resulta de fundamental importancia conocer con precisión la estratigrafía.

La Formación Luracatao carecía de estudios estratigráficos, sedimentológicos y estructurales de detalle, además no se conocía su edad y equivalencia con otras

unidades y por ende su pertenencia a alguna de las cuencas del noroeste argentino, ya sea a la cuenca de *rift* del Grupo Salta o a la cuenca del antepaís andino. Por lo expuesto, tanto la estratigrafía como la evolución estructural de este valle se encontraban, hasta el momento, poco conocidas.

La presente contribución pretende subsanar en parte el déficit de conocimiento en una zona considerada de relevancia para el estudio de las cuencas cenozoicas.

Entre los objetivos de este trabajo se mencionan: 1) Presentar nuevos datos estratigráficos y estructurales del valle Luracatao; 2) Discutir el significado estratigráfico, alcance cronológico y validez de la Formación Luracatao; y 3) A su vez, proponer un nuevo esquema estratigráfico para este valle, que resulta clave para entender la evolución de las cuencas andinas.

REGISTRO ESTRATIGRÁFICO DEL VALLE LURACATAO

A partir del levantamiento de perfiles estratigráficos, descripción de facies y asociaciones de facies sedimentarias, mapeo estructural regional y de detalle y mapeo de discordancias se distinguieron unidades estratigráficas pertenecientes a dos cuencas sedimentarias claramente diferenciadas, la primera y más antigua correspondiente al Subgrupo Santa Bárbara (unidad que representa la etapa *postrift* tardío del *rift* del Grupo Salta) y la segunda correspondiente a la Formación Quebrada de los Colorados, Grupo Payogastilla (unidad de la etapa inicial de la cuenca del antepaís andino). La identificación y asignación de las unidades estratigráficas se basó en el relevamiento de columnas estratigráficas, a partir de las que se reconocieron superficies limitantes, asociaciones de facies sedimentarias e interpretación de paleoambientes característicos, datos que se utilizaron para comparar y correlacionar con las unidades expuestas y bien descritas en el valle Calchaquí (Fig. 2).

Grupo Salta (Turner 1959)

Subgrupo Santa Bárbara (Moreno 1970): Este subgrupo fue definido por Moreno (1970) para agrupar a la sucesión de margas multicolores de Schlagintweit (1936), la que definió como integrado por las Formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera, y compuesto principalmente por facies pelíticas. Las descripciones originales y perfiles tipo de estas unidades se localizan en las Sierras Subandinas (sierras

de Santa Bárbara, Maíz Gordo y Lumbrera) ubicadas en el ámbito de los depocentros de Lomas de Olmedo y El Rey de la cuenca del Grupo Salta. Sin embargo, Moreno (1970) reconoció el carácter psamítico-conglomerádico de estas unidades en el área sudoccidental de la cuenca. Investigaciones posteriores como Salfity (1982), Palma (1984), Donato (1987), Vergani y Starck (1989) estudiaron y cartografiaron este subgrupo en el valle Calchaquí y Puna (Fig. 1a). Entre los trabajos específicos que describen a las unidades del Subgrupo Santa Bárbara en la región de los Valles Calchaquíes se destacan las contribuciones de Russo (1948); Cortelezzi *et al.* (1973); Goin *et al.* (1986), Vergani y Starck (1989) y del Papa y Salfity (1999); en ellos se resalta el carácter psamítico-conglomerádico y se definen los paleoambientes de origen fluvial para las tres unidades que lo integran.

De acuerdo con los trabajos realizados en el valle de Luracatao y en particular en la Sala de Luracatao donde mejor aflora de la sucesión sedimentaria (Fig. 1b), se identificaron las Formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera (Figs. 2 y 3).

La Formación Mealla aflora de manera discontinua y de reducida expresión geográfica, principalmente en núcleos de anticlinales y a lo largo del bloque de piso de la falla Luracatao (Fig. 4), motivo por el cual los espesores observados son muy variables entre 15 m en la Sala de Luracatao a 200 m aproximadamente en Alumbrera (Fig. 1b). Esta formación está integrada por areniscas rosadas a rojizas, finas a gruesas, a veces conglomerádicas, en estratos gruesos a muy gruesos, en algunos casos con estructura maciza y en otros presentan estratificación paralela.

La Formación Maíz Gordo presenta un espesor de 285 m en la Sala de Luracatao, similar al reconocido en otras localidades de los Valles Calchaquíes donde se registran espesores entre 200 y 300 metros. Está compuesta por una sucesión de conglomerados, areniscas y areniscas conglomerádicas muy gruesas a medianas, blanquecinas y grises, selección moderada a buena, ricas en cuarzo. Intercalan de ma-

nera subordinada capas de pelitas y pelitas arenosas verdes y moradas. Los estratos son gruesos y presentan bases erosivas o planas, y las estructuras sedimentarias más frecuentes son estratificación cruzada tabular y tangencial y laminación paralela. En la parte inferior y media del perfil, esta formación presenta niveles conglomerádicos, ricos en matriz, de color morado con nódulos y pedotúbulos ferruginosos. Estos niveles han sido interpretados como paleosuelos férricos y forman un excelente nivel guía para correlación regional de esta unidad (del Papa 1999). El techo de esta formación es paraconcordante con la Formación Lumbrera al este del valle, y discordante con la superpuesta Formación Quebrada de los Colorados, al oeste, donde fue totalmente erosionada la Formación Lumbrera (Fig. 4).

Por último, se identificó la Formación Lumbrera que se asienta sobre la Formación Maíz Gordo a través de una paraconformidad; el espesor de esta unidad es irregular el que varía desde 128 m y se adelgaza hacia el sur hasta alcanzar sólo unos pocos metros (Fig. 2). Está formada mayoritariamente por depósitos pelíticos rojos, macizos, con frecuentes paleosuelos carbonáticos que se intercalan con areniscas rosadas micáceas y friables, medianas a finas, de moderada a pobre selección, usualmente macizas o con laminación paralela. Hacia el techo de la unidad, se evidencia un decrecimiento en el porcentaje de areniscas e incremento de pelitas (Fig. 3). El contacto superior es una discontinuidad erosiva que por sectores se convierte en angular, sobre la cual se asienta la Formación Quebrada de los Colorados.

Grupo Payogastilla (Díaz y Malizzia 1983)

Formación Quebrada de los Colorados (Díaz *et al.* 1987): Díaz y Malizzia (1983), Díaz (1987) y Díaz *et al.* (1987) estudiaron y ordenaron la columna estratigráfica compuesta por los depósitos cenozoicos ubicados en los Valles Calchaquíes (sinclinal del Tonco, San Fernando de Escoipe) y el valle del río Guachipas (véase Díaz 1987),

y propusieron el Grupo Payogastilla (Fig. 2). La unidad basal de este grupo, Formación Quebrada de los Colorados, posee especial importancia debido a que representa el inicio de la sedimentación sinorogénica en las cuencas de antepaís andino del norte argentino. El perfil tipo de esta Formación se encuentra en la cabecera de la Quebrada de los Colorados, que desemboca en el río Angastaco y donde fue medido un espesor de 250 metros. Esta unidad ha sido descrita compuesta “...por pequeños ciclotemas granodecrecientes que presentan las siguientes características: a- Zona del valle Calchaquí: se inicia con areniscas gruesas (28%), o conglomerados finos (6,7%), que gradan a areniscas medias (10%) y culminan areniscas finas (32%) o pelitas (22%)...” (Díaz 1987). Asimismo Díaz (1987) reconoció en Escoipe y en el cerro Negro niveles eólicos de 40 a 60 m de potencia los cuales no fueron identificados en la zona de del presente estudio.

En el valle de Luracatao la Formación Quebrada de los Colorados está bien expuesta al norte del poblado de La Puerta (Figs. 1b y 3) donde presenta un espesor parcial de 455 metros. Esta unidad descansa en discordancia sobre la Formación Lumbrera pero en ciertas posiciones de la estructura, se asienta directamente sobre la Formación Maíz Gordo (Figs. 2 y 4) lo que registra importantes eventos erosivos previos a su depositación. El techo de la unidad se encuentra truncado por una discordancia angular sobre la cual yacen depósitos cuaternarios.

La Formación Quebrada de los Colorados fue estudiada en detalle en la zona de la Sala de Luracatao donde están mejor expuestas la base y la sucesión sedimentaria. Está compuesta por areniscas y areniscas conglomerádicas rosadas a rojizas bien consolidadas, intercaladas con pelitas rojas oscuras en un diseño grano-decreciente (Fig. 3). De acuerdo con el arreglo de facies sedimentarias, esta sucesión puede ser subdividida en una sección inferior y otra superior. La sección inferior tiene un espesor aproximado de 215 m, donde predominan las areniscas conglomerádicas y areniscas gruesas a medianas,

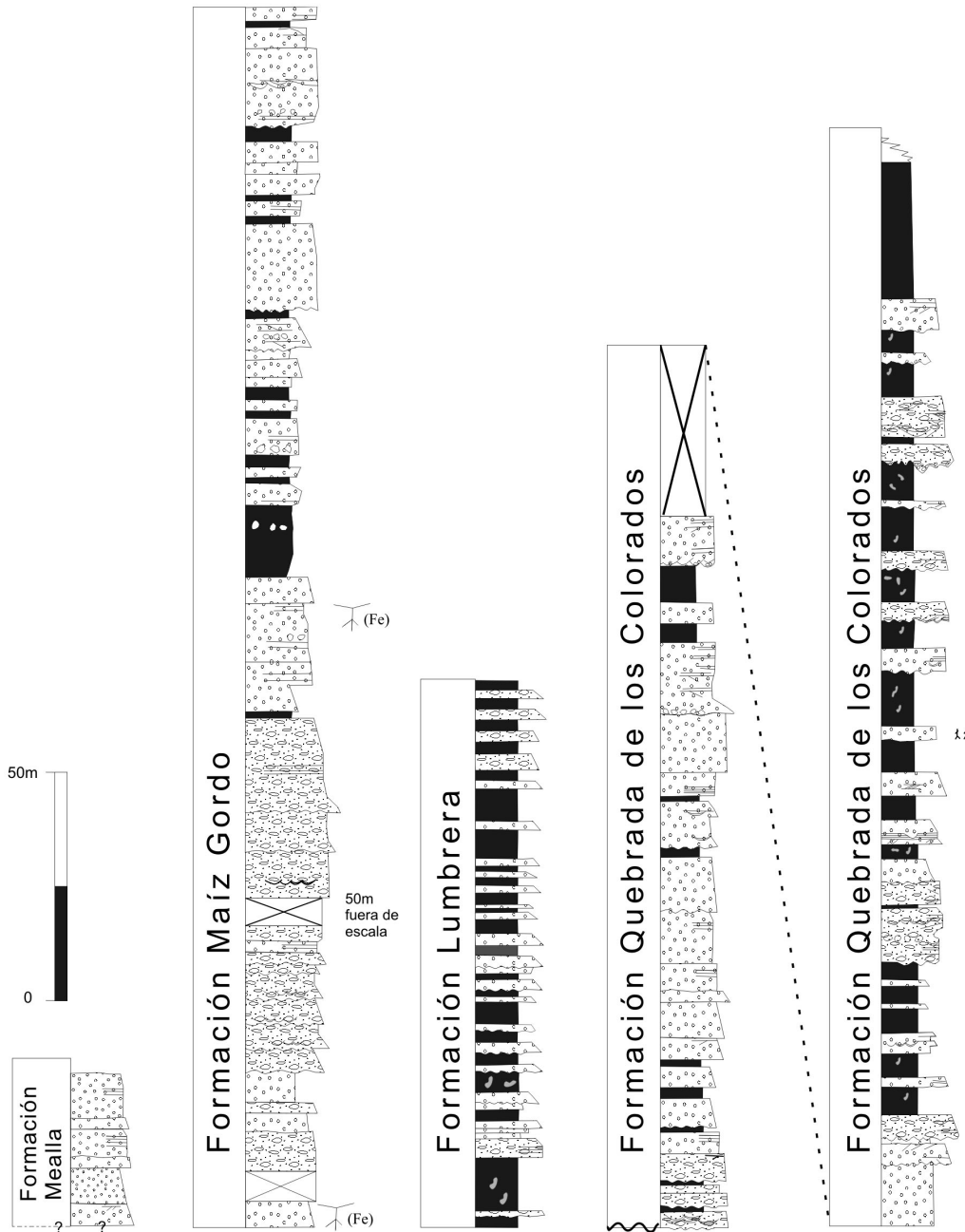


Figura 3: Perfiles estratigráficos de detalle de las Formaciones Mealla, Maíz Gordo, Lumbrera y Quebrada de los Colorados, área de La Sala de Luracatao.

rosadas a rojizas, en estratos gruesos con bases erosivas, gradación normal y moderada selección, estratificación plano-

paralela, cruzada y en artesas. La sección superior tiene un espesor de 240 m en la que predominan las capas de pelitas ro-

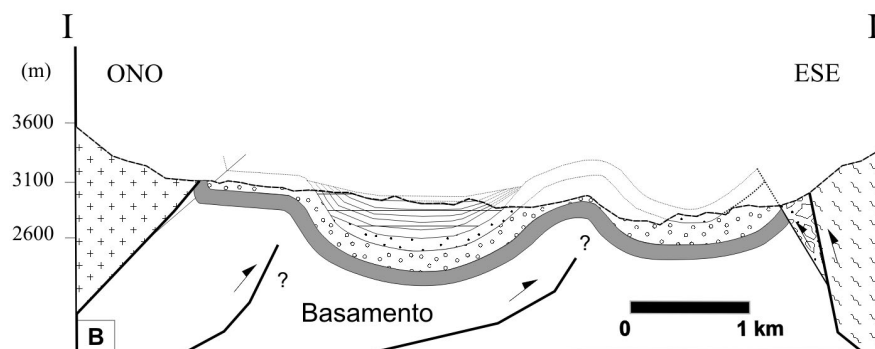
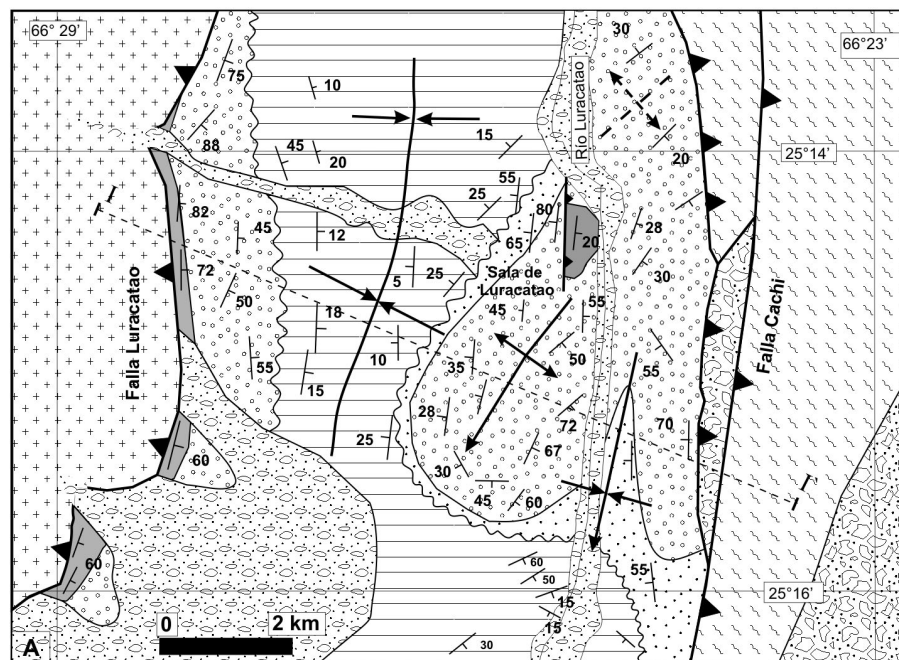
jas, friables y macizas; algunos niveles por el contrario, presentan nódulos calcáreos y trazas de raíces interpretados como pa-

leosuelos; en menor porcentaje intercalan delgados niveles de areniscas tabulares. Por otro lado, en posiciones basales de esta unidad se identificaron fósiles de vertebrados, entre los que se menciona la presencia de un notungulado isotémido que le confiere una edad eocena media-cuspidal para estos depósitos y permite su correlación con los depósitos fosilíferos de la Formación Quebrada de los Colorados expuesta en La Poma (Payrola *et al.* 2009).

Por lo expuesto, el arreglo de facies sedimentarias observadas en el valle de Luracatao es similar al descrito en el perfil tipo por Díaz (1987), a su vez las relaciones estratigráficas y la presencia de fósiles (Hongn *et al.* 2007) permite correlacionar de manera certera éstos depósitos con los reconocidos en el sector norte del valle Calchaquí e interpretados como Formación Quebrada de los Colorados.

FORMACIÓN LURACATAO: REVISIÓN

Hasta el presente se consideraba que el relleno sedimentario cenozoico del valle de Luracatao estaba representado sólo por la Formación Luracatao (Turner 1960) (Fig. 2), descrita como un conjunto de rocas clásticas de color rojizo a rosado; compuesta por areniscas arcósicas medianas a gruesas con litoclastos de migmatitas, granitos tipo Oire y Cachi y algunos elementos de la Formación Copalayo, con intercalaciones menores de material pelítico. La estratificación gruesa a mediana con laminación entrecruzada; con un espesor aproximado de 2000 metros (Turner 1960 y 1964), en contacto tectónico con el Complejo Oire. Si bien trabajos posteriores a los pioneros de Turner (1960-1964) sugirieron la asignación de niveles de la Formación Luracatao a otras unidades (Formación Quebrada de Los Colorados, Starck y Vergani 1996; Subgrupo Santa Bárbara y Formación Quebrada de los Colorados, Hongn y Seggioro 2001) esta propuestas no contaban con información de detalle que las sustente y el nombre de Formación Luracatao per-



REFERENCIAS:		
	Depósitos aluviales	Cuaternario
	Fm. Quebrada de los Colorados	Eoceno medio-Oligoceno?
	Fm. Lumbreira	Eoceno inferior a medio
	Fm. Maíz Gordo	Paleoceno - Eoceno inferior
	Fm. Mealla	Paleoceno
	Subgrupo Pírgua	Cretácico
	Complejo Eruptivo Oire	Ordovícico
	Fm. La Paya	Precámbrico
	Sinclinal	
	Anticlinal	
	Anticlinal supuesto	
	Falla inversa	
	Rumbo y buzamiento	
	Discordancia	

Figura 4: a) Mapa detallado de la zona de la Sala de Luracatao (véase ubicación Fig. 1d). Obsérvese la discordancia cartografiada entre el Subgrupo Santa Bárbara y la Formación Quebrada de los Colorados; b) sección estructural en la cual se interpreta el tren de pliegues (véase ubicación Fig. 4a).

duró. En esta investigación se identificaron otras unidades litoestratigráficas que obligan a reformular la columna estratigráfica propuesta para este valle y a ana-

lizar la definición de la Formación Luracatao con el fin de ratificar o rectificar su vigencia.

Para realizar el análisis de los alcances formales de la denominada Formación Luracatao se consideró lo mencionado en el Código Argentino de Estratigrafía (1992). De la aplicación de los artículos 23.5 y 28.c surge que el nombre Formación Luracatao cayó en desuso por haberse superado el conocimiento ya que se reconocieron cuatro unidades litoestratigráficas, pertenecientes al Subgrupo Santa Bárbara (Formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera) y al Grupo Payogastilla (Formación Quebrada de los Colorados), correlacionables a las unidades identificadas en el valle Calchaquí. Esta Formación ha sido recientemente cartografiada (Payrola 2010) como Formación Quebrada de los Colorados en el norte del valle de Luracatao donde Turner (1960) la definió.

Según el *International Stratigraphic Guide*, capítulo 3, punto 3d. “*Reduction in Number of Names Through Correlation*” (pág.21), recomienda que cuando una correlación ha sido establecida entre dos unidades con diferente nombre, la unidad más joven definida debe ser reemplazada por la más vieja con el objetivo principal de simplificar la nomenclatura estratigráfica. En nuestro caso la Formación Luracatao (1960) presenta prioridad ante la denominación de Formación Quebrada de los Colorados definida con posterioridad (1987), no obstante, en la presente contribución se propone adoptar el nombre de esta última para asignar a los depósitos de areniscas y pelitas rojas que yacen por encima del Subgrupo Santa Bárbara y se distribuyen en todo el ámbito del valle de Luracatao. Esta propuesta en apariencia contradictoria busca respetar el código en cuanto a “simplificar la nomenclatura estratigráfica” de una región; y se basa en las siguientes consideraciones: 1- La Formación Luracatao carece de una asignación formal; 2- En el área en que fue originalmente identificada se encuentra en contacto tectónico sobre basamento, no quedando claro sus relaciones estratigráficas ni espesores; 3- Por el contrario, la

denominación de Formación Quebrada de los Colorados respeta los requisitos formales mencionados por el código; 4- El uso de Formación Quebrada de los Colorados está ampliamente difundido habiéndose aplicado en numerosas contribuciones científicas reconocidas, por cuanto se encuentra convalidado por el uso. Las cuatro consideraciones expuestas se encuentran sintetizadas en el *International Stratigraphic Guide*, capítulo 3, punto 4c. “*Priority*” (pág.23).

Con esta propuesta se pretende aclarar y simplificar de cierta manera la nomenclatura estratigráfica del valle Calchaquí.

ESTRUCTURA LOCAL

La identificación de las unidades litoestratigráficas arriba descritas del Subgrupo Santa Bárbara y la Formación Quebrada de los Colorados brinda referencias estratigráficas útiles para el análisis estructural y el estudio de la cronología de los eventos geológicos en el valle de Luracatao.

En el área central del valle de Luracatao (Sala de Luracatao, Fig. 1b) afloran las estructuras plegadas más conspicuas de la cubierta sedimentaria por lo que esta zona fue estudiada en detalle. La cobertura cenozoica (Subgrupo Santa Bárbara y Formación Quebrada de los Colorados) define una serie de pliegues (Figs. 4a y b), que incluye de oeste a este: un sinclinal occidental, un anticlinal central y un sinclinal oriental. Los tres pliegues poseen buzamiento suave hacia el sur. El sinclinal occidental está descrito por la Formación Quebrada de los Colorados mientras que el anticlinal central y el sinclinal oriental por las capas del Subgrupo Santa Bárbara. Los pliegues descritos por el Subgrupo Santa Bárbara poseen un perfil más apretado, geometría asimétrica y ejes oblicuos (NE-SO) mientras que el sinclinal de la Formación Quebrada de los Colorados presenta mayor longitud de onda y un eje de dirección submeridiana levemente curvado. En el flanco oeste del sinclinal occidental la Formación Quebrada de los Colorados se asienta directa-

mente sobre la Formación Maíz Gordo (Fig. 4a), contacto que evidencia una discordancia de jerarquía significativa. Asimismo en el flanco oriental de esta estructura fue observado el adelgazamiento, hacia el sur, de la Formación Lumbrera describiendo una discordancia erosiva de baja relación angular. Estas relaciones de contacto y cambios de espesor definen una discordancia ubicada entre el Subgrupo Santa Bárbara y la Formación Quebrada de los Colorados.

El mayor apretamiento de los pliegues del Subgrupo Santa Bárbara y sus orientaciones oblicuas marcan diferencias con el plegamiento que muestra la Formación Quebrada de los Colorados. Estas diferencias están también representadas por la discordancia que separa a los Grupos Salta y Payogastilla, por lo que el análisis estructural constituye un argumento adicional que confirma la validez del nuevo esquema estratigráfico propuesto.

Junto a la cartografía estructural se relevaron perfiles estratigráficos con lo cual se controló el espesor de las formaciones que están involucradas en los pliegues. El espesor de la Formación Mealla fue calculado estimativamente debido a que no aflora completamente en la Sala de Luracatao. Sin embargo, en Alumbre se observó la base de esta formación permitiendo medir un espesor de aproximadamente 100 metros.

El mapeo estructural de detalle junto a los trabajos de estratigrafía, permitió la construcción de esquemas estructurales (Fig. 4b), en el cual se observa la geometría interpretada de los pliegues aparentemente formados por la propagación de fallas en el basamento ígneo-metamórfico y los sitios en los cuales se observa adelgazamiento y la erosión total de la Formación Lumbrera.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A pesar que en el valle de Luracatao se había sugerido (Hongn y Seggiaro 2001) la presencia de las Formaciones Mealla y Maíz Gordo del Grupo Salta y la Forma-

ción Quebrada de los Colorados del Grupo Payogastilla, en este trabajo mediante el análisis estratigráfico y estructural se confirma la presencia del Subgrupo Santa Bárbara completo (Formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera) y de la Formación Quebrada de los Colorados, sin llegar a observarse el techo de esta unidad. Asimismo, en la base de la Formación Quebrada de los Colorados, zona de la Sala de Luracatao, ha sido hallado el cráneo de un notoungulado isotémnido, el cual por estudios comparativos dentarios ha sido asignado al Eoceno medio-superior (Payrola *et al.* 2009). Este hallazgo, permite confirmar la edad eocena media-superior, propuesta a partir del hallazgo de fósiles en la base del Grupo Payogastilla en niveles equivalentes del valle de La Poma, norte del valle Calchaquí (Hongn *et al.* 2007).

Una correcta identificación de las unidades estratigráficas presentes en esta zona, junto con el mapeo de detalle en sitios clave, ha permitido la documentación de una discordancia de baja relación angular entre el Subgrupo Santa Bárbara y la Formación Quebrada de los Colorados. El contacto entre la Formación Maíz Gordo y la Formación Quebrada de los Colorados, en el flanco oeste del sinclinal occidental de la Sala de Luracatao, indicaría la eliminación completa de la Formación Lumbrera como ocurre en otras partes de la cuenca del Grupo Salta (Cazau *et al.* 1976, Hongn *et al.* 2007, Hongn *et al.* 2008). Esta relación de contactos estratigráficos permite confirmar la discordancia hallada en la base de la Formación Quebrada de los Colorados.

La edad eocena media-superior, al menos para la base de la Formación Quebrada de los Colorados, permitiría asignar al Eoceno medio el desarrollo de la discordancia que separa la sedimentación del *rifft* Cretácico (Subgrupo Santa Bárbara) y el inicio de la sedimentación en la cuenca del antepaís andino en el valle Calchaquí (Formación Quebrada de los Colorados), la cual podría ser correlacionada con la fase incaica (Steinmann 1929) del ciclo orogénico andino. Esta discordancia tam-

bién ha sido documentada en el valle de La Poma (del Papa *et al.* 2004, Hongn *et al.* 2007) y en el flanco oriental del anticlinal de Tin Tin (Hongn *et al.* 2008) e interpretada como uno de los primeros eventos del acortamiento andino en el noroeste argentino, al mismo tiempo que registra el inicio de la cuenca de antepaís. La discordancia eocena hallada en el valle Calchaquí puede ser correlacionada con la de la base de los depósitos paleógenos de la Puna (Pascual 1983, Alonso 1992, Salfity *et al.* 1984, Voss 2002).

El reconocimiento y definición de esta nueva columna estratigráfica, especialmente de la Formación Quebrada de los Colorados, edad y relaciones estructurales (discordancia basal), posiciona al valle de Luracatao como un sitio clave para el estudio del inicio de la cuenca de antepaís, la sedimentación sinorogénica andina y de la evolución tectónica temprana de la región. Estos primeros estudios han alcanzado importantes interpretaciones sobre el inicio de la cuenca de antepaís al mismo tiempo que se advierte que todavía existen numerosos interrogantes sobre los cuales es necesario llevar a cabo trabajos de detalle.

En síntesis, los estudios realizados en el valle de Luracatao permitieron definir la columna estratigráfica cenozoica integrada por las Formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera del Subgrupo Santa Bárbara (Grupo Salta), por la Formación Quebrada de los Colorados (Grupo Payogastilla) y coronando la sucesión cenozoica por depósitos aterrazados cuaternarios. El Grupo Salta y el Grupo Payogastilla se encuentran separados por una discordancia. Estas unidades corresponden a lo que anteriormente se había cartografiado como Formación Luracatao (Hongn y Seggiaro 2001). En la zona norte del valle de Luracatao donde Turner (1960) definió a la formación en cuestión fue cartografiada solo la Formación Quebrada de los Colorados (Payrola Bosio 2010) por lo que se propone formalmente el abandono de esta unidad litoestratigráfica. En base a las consideraciones expuestas más arriba y según lo recomendado por el

Código Argentino de Estratigrafía (1992) e *International Stratigraphic Guide* (Salvador 1994), se propone adoptar el nombre de Formación Quebrada de los Colorados para los depósitos en cuestión en el valle Luracatao incluso los identificados como Formación Luracatao.

La discordancia identificada en la base de la Formación Quebrada de los Colorados tendría una edad eocena media, y se correlaciona con la discordancia documentada en el valle de La Poma y en el flanco oriental del anticlinal de Tin Tin.

El reconocimiento de la Formación Quebrada de los Colorados en el valle de Luracatao es clave para avanzar en el estudio de las etapas iniciales del desarrollo de la cuenca del antepaís andino, identificar eventos tectónicos asociados y su relación con el *rifft* cretácico-paleógeno.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación forma parte de los proyectos ANPCyT (Pict 2006-381) y CONICET (PIP 0781). Se agradece al Ing. López-Lecube por autorizar el acceso a la finca Luracatao, a la familia Cañizares y al Dr. Víctor Mendivil por la amabilidad y hospitalidad durante los trabajos de campo en el valle de Luracatao. Este manuscrito fue considerablemente mejorado gracias a los comentarios y correcciones de José Salfity y el árbitro anónimo

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Allmendinger, R., Jordan, T., Palma, M., y Ramos, V. 1982. Perfil estructural de la Puna catamarqueña (25°-27° S), Argentina. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 1: 499-518, Buenos Aires.
- Alonso, R.N. 1992. Estratigrafía del Cenozoico de la cuenca de Pastos Grandes (Puna Salteña) con énfasis en la Formación Sijes y sus boratos. Revista de la Asociación Geológica Argentina 47: 189-199.
- Baldis, B.A.J., Gorroño, A., Ploszkiewicz, J.V. y Sarudiansky, R.M. 1976. Geotectónica de la Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y comarcas adyacentes. 6° Congreso Geológico

- Argentino, Actas 1: 3-22, Buenos Aires.
- Boso, M.A., Brandán, E.M. y Salfity, J.A. 1984. Estratigrafía y paleoambientes del subgrupo Pírgua (Cretácico) en la comarca de Brealito, provincia de Salta. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 108-123, San Carlos de Bariloche.
- Cazau, L.B., Gascon, J.O. y Cellini, N. 1976. El Subgrupo Santa Bárbara (Grupo Salta) en la Porción Oriental de las Provincias de Salta y Jujuy. 6° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 341-355, Bahía Blanca.
- Comité Argentino de Estratigrafía 1992. Código Argentino de Estratigrafía. Asociación Geológica Argentina, Serie B, Didáctica y Complementaria 20: 1-64, Buenos Aires.
- Cortelezzi, C.R., Martel de Salfity, M.E., Nadir, A.R., Orce de Cuttica, N.A. y Solis, J. 1973. Consideraciones litoestratigráficas sobre los Subgrupos Pírgua y Santa Bárbara (Grupo Salta, Cretácico-Terciario) en el sud-oeste de la provincia de Salta (Argentina). 5° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 165-181, Carlos Paz.
- Cristallini, E., Cominguez, A.H., Ramos, V.A. 1997. Deep structure of the Metán-Guachipas region: tectonic inversion in Northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 110 (5-6): 403-421.
- del Papa, C. 1999. Sedimentation on a ramp type lake margin: Paleocene-Eocene Maíz Gordo Formation, northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 12: 389-400.
- del Papa, C. y Salfity, J. 1999. Non-marine Paleogene sequences, Salta Group, Northwestern Argentina. *Acta Geológica Hispánica* 34: 105-121.
- del Papa, C., Hongn, F., Petrinovic, I. y Domínguez, R. 2004. Evidencias de deformación pre-miocena media asociada al antepaís andino en la Cordillera Oriental (24°35'S- 66° 12'O). *Revista Asociación Geológica Argentina* 59 (3): 506-509.
- Díaz, J. 1987. Estratigrafía y Sedimentología del Terciario Superior de la región comprendida entre los valles de los ríos Calchaquí y Guachipas, provincia de Salta, República Argentina. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Tucumán (inédito), 122 p., San Miguel de Tucumán.
- Díaz, J. y Malizzia, D. 1983. Estudio geológico y sedimentológico del Terciario Superior del valle Calchaquí (Dpto. San Carlos; Salta), *Boletín Sedimentológico* 2: 8-28.
- Díaz, J., Malizzia, D. y Bossi, G. 1987. Análisis estratigráfico del Grupo Payogastilla. 10° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 113-116, San Miguel de Tucumán.
- Donato, E. 1987. Características estructurales del sector occidental de la Puna Salteña. *Boletín de Informaciones Petroleras*, Tercera época, 89-97, Buenos Aires.
- Galli, C.I. y Hernández, R.M. 1999. Evolución de la Cuenca de Antepaís desde la zona de la Cumbre Calchaquí hasta la Sierra de Santa Bárbara, Eoceno inferior- Mioceno medio, provincia de Salta, Argentina. *Acta Geológica Hispánica* 34: (2-3) 167-184.
- Goin, F.J., Palma, R.M., Pascual, R. y Powell, J. 1986. Persistencia de un primitivo Borhyaenidae (Mammalia, Marsupialia) en el Eoceno temprano de Salta. Aspectos geológicos y paleoambientales relacionados. *Ameghiniana* 23: 47-56.
- Grier, M.E. 1990. The Influence of the Cretaceous Salta Rift Basin on the Development of Andean Structural Geometries, NW Argentine Andes. Tesis Doctoral, Cornell University, (inédito), 178 p., Ithaca.
- Grier, M.E., Salfity, J.A. y Allmendinger, R.W. 1991. Andean reactivation of the Cretaceous Salta rift, northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 4(4): 351-372.
- Hongn, F.D. y Seggiaro, R.E. 2001. Hoja Geológica 2566-III, Cachi, 1:250.000. Provincias de Salta y Catamarca. Servicio Geológico Minero Argentino, *Boletín* 248, 87 p., Buenos Aires.
- Hongn, F.D., del Papa, C., Powell, J., Petrinovic, I., Mon, R. y Deraco, V. 2007. Middle Eocene deformation and sedimentation in the Puna-Eastern Cordillera transition (23°-26°S): Control by preexisting heterogeneities on the pattern of initial Andean shortening. *Geology* 35: 271-274.
- Hongn, F.D., del Papa, C., Powell, J., Petrinovic, I., Mon, R. 2008. Discordancias en el Cerro Tin Tin (Salta): Claves para interpretar la evolución tectónica en el noroeste argentino. 17° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 27, San Salvador de Jujuy.
- Jordan, T.E. y Alonso, R.N. 1987. Cenozoic Stratigraphy and Basin tectonics of the Andes Mountains, 20°-28° South Latitude. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 71 (1): 49-64.
- Marquillas, R.A., del Papa, C. y Sabino, I.F. 2005. Sedimentary aspects and paleoenvironmental evolution of a rift basin: Salta Group (Cretaceous-Paleogene), northwestern Argentina. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)* 94: 94-113.
- Méndez, V., Turner, J.C., Navarini, A., Amengual, R. y Viera, O. 1979. Geología de la Región Noroeste, provincias de Salta y Jujuy, República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares, 118 p., Buenos Aires.
- Moreno, J.A. 1970. Estratigrafía y Paleogeografía del Cretácico superior en la cuenca del noroeste argentino, con especial mención de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 24: 9-44.
- Palma, R.M. 1984. Características sedimentológicas y estratigráficas de las formaciones en el límite Cretácico-Terciario inferior de la cuenca salteña. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Tucumán, (inédito), 256 p., San Miguel de Tucumán.
- Pascual, R. 1983. Novedosos marsupiales paleógenos de la Fm. Pozuelos de la Puna: Salta. *Ameghiniana* 20: 265-280.
- Payrola Bosio, P.A. 2010. Estratigrafía y Estructura del valle de Luracatao, transición Puna-Cordillera Oriental, Salta: Vinculaciones con las cuencas de Rift cretácico y Antepaís andino. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Salta, (inédito), 208 p., Salta.
- Payrola Bosio, P.A., Powell, J., del Papa, C. y Hongn, F. 2009. Middle Eocene deformation-sedimentation in the Luracatao Valley: Tracking the initial Andean deformation in the Central Andes (NW Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 28 (2): 142-154.
- Reyes, F.C. 1972. Correlaciones en el Cretácico de la cuenca Andina de Bolivia, Perú y Chile. *Revista Técnica Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos* 1(2-3): 101-104.
- Russo, A. 1948. Levantamiento geológico en la cuenca del río Calchaquí, departamento de Molinos, provincia de Salta. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales*, (inédito).
- Sabino, I.F. 2002. Geología del Subgrupo Pírgua (Cretácico) del noroeste argentino. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, (inédito), 261 p.,

- Salta.
- Sabino, I.F. 2004. Estratigrafía de la Formación La Yesera (Cretácico): Base del relleno sinrift del Grupo Salta, noroeste argentino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59 (2): 341-359.
- Salfity, J.A. 1980. Estratigrafía de la Formación Lecho (Cretácico) en la Cuenca Andina del Norte Argentino. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Salta, (inédito), 91 p., Salta.
- Salfity, J.A. 1982. Evolución paleogeográfica del Grupo Salta (Cretácico - Eogénico), Argentina. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 1: 11-26, Buenos Aires.
- Salfity, J.A. y Marquillas, R.A. 1994. Tectonic and sedimentary evolution of Cretaceous-Eocene Salta Group basin, Argentina. En Salfity J.A. (eds.) *Cretaceous Tectonics of the Andes. Earth Evolution Sciences*, Friedr. Vieweg and Sohn: 266-315 p.
- Salfity, J.A., Gorustovic, S.A., Moya, M.C. y Amengual, R. 1984. Marco tectónico de la sedimentación y efusividad de la Puna argentina. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 1:539-554, San Carlos de Bariloche.
- Salvador, A. 1994. *International Stratigraphic Guide second edition. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure.* Trondheim (Norway), International Union of Geological Sciences and The Geological Society of America, 214 p.
- Schlagintweit, O. 1936. Los insectos fósiles del Norte argentino y la edad del Horizonte Calcáreo – Dolomítico. *Yacimiento Petrolíferos Fiscales*, Boletín de Informaciones Petroleras: 61-69, Buenos Aires.
- Schwab, K. 1985. Basin formation in a thickening crust—the intermontane basins in the Puna and the Eastern Cordillera of NW-Argentina (Central Andes). 4° Congreso Geológico Chileno, Actas 1: 138-158, Antofagasta.
- Starck, D. y Vergani, G. 1996. Desarrollo tectosedimentario del Cenozoico en el sur de la provincia de Salta, Argentina. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1: 433-452, Buenos Aires.
- Steinmann, G. 1929. *Geologie von Peru*, 448 pp., Karl Winter, Heidelberg, Germany.
- Turner, J.C. 1959. Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la sierra de Rinconada (Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 13: 15-39.
- Turner, J.C. 1960. Estratigrafía del Nevado de Cachi y sector al oeste (Salta). *Acta Geológica Lilloana* 191-226.
- Turner, J.C. 1964. Descripción Geológica de la hoja 7c, Nevado de Cachi, provincia de Salta. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 99: 79 p., Buenos Aires.
- Vergani, G. y Starck, D. 1989. Aspectos estructurales del Valle de Lerma, al sur de la ciudad de Salta. *Boletín de Informaciones Petroleras* 16: 2-9, Buenos Aires.
- Voss, R. 2002. Cenozoic stratigraphy of the southern Salar de Antofalla region, northwestern Argentina. *Revista geológica de Chile* 29 (2): 151-165.

Enviado: 22 de septiembre, 2009.

Aceptado: 30 de septiembre, 2010.