

NOTA BREVE

Evidencias de deformación pre-miocena media asociada al antepaís andino en la Cordillera Oriental (24°35' S - 66°12' O)

Cecilia E. del PAPA¹, Fernando D. HONGN¹, Ivan A. PETRINOVIC¹ y Ramiro DOMÍNGUEZ²

¹CONICET-Universidad Nacional de Salta.

²Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177, 4400 Salta

E-mail: delpapacecilia@uolsinectis.com.ar

RESUMEN. Se describe una discordancia angular entre los depósitos de la cuenca de postrift paleógena (Grupo Salta) y los depósitos sinorogénicos andinos (Grupo Payogastilla) en el extremo norte del valle Calchaquí. Estudios estratigráficos y estructurales permiten interpretar un evento de deformación pre-miocena media que representaría uno de los episodios más tempranos de la evolución del antepaís de los Andes Centrales registrados en la porción austral de la Cordillera Oriental del noroeste argentino.

Palabras clave: *Antepaís andino, Grupo Payogastilla, valle Calchaquí, Cordillera Oriental, Noroeste argentino*

ABSTRACT. *Evidence of pre-Middle Miocenedeformation associated with the Andean foreland of the Eastern Cordillera (24°35' S - 66°12' W).* An angular unconformity between Paleogene post-rift strata (Salta Group) and the synorogenic Andean record (Payogastilla Group) is described in the northernmost Calchaquí valley. Stratigraphical and structural studies lead to its interpretation as representing a pre-Middle Miocene deformation event which could represent one of the earliest stages in the Central Andean foreland evolution in the southern area of the Eastern Cordillera of north-western Argentina.

Key words: *Andean foreland, Payogastilla Group, Valle Calchaquí, Cordillera Oriental, Northwest Argentina*

Introducción

La edad y los mecanismos de formación de las primeras cuencas vinculadas con el acortamiento y levantamiento de los Andes Centrales han sido materia de discusión desde hace más de 20 años (Coira *et al.* 1982; Allmendinger *et al.* 1983; Sébrier *et al.* 1988; Vandervoort *et al.* 1995; Jordan y Alonso 1987).

Las propuestas formuladas para el noroeste argentino se han basado en consideraciones regionales y datos indirectos debido a los escasos registros de evidencias locales tales como discordancias angulares entre los depósitos que rellenaron las cuencas extensionales cretácico-eocenas y las genéricamente denominadas cuencas de antepaís. El inicio de la deformación andina está documentada en la región de la Puna-Altiplano y sus efectos han sido descriptos como discordancias erosivas en la Puna, Cordillera Oriental y Sierras Subandinas (e.g. Gebhard *et al.* 1974; Salfity *et al.* 1993; Coutand *et al.* 2001). Esta deformación produce la inversión tectónica de la cuenca del rift cretácico y se toma como comienzo del antepaís andino (Grier *et al.* 1991).

En el marco de las hipótesis que plantean una migración de la deformación de oeste a este y de norte a sur, se han postulado deformaciones eoceno-oligocenas en las porciones occidental y septentrional de la Puna (Boll

y Hernández 1986; Donato 1987; Monaldi *et al.* 1993).

La cuenca de antepaís está representada al sur de los 24° por espesas sucesiones areno-conglomerádicas, cuyas edades determinadas para los niveles basales oscilan entre 37 Ma en la Puna austral (Kraemer *et al.* 1999) y 15-13 Ma en la Cordillera Oriental (Grier y Dallmeyer 1990; Reynolds *et al.* 2000). Otros trabajos (e.g. Starck y Vergani 1996; Galli y Hernández 1999) sugieren edad oligocena para el inicio de los depósitos sinorogénicos en la Cordillera Oriental (valle Calchaquí) aunque estas propuestas no están sustentadas por dataciones ni relaciones estratigráficas o estructurales ciertas. Un registro claro de discordancia angular entre los depósitos de postrift (Subgrupo Santa Bárbara) y sedimentos pre-mioceno medio, se encuentra en la transición Puna-Cordillera Oriental (Viramonte *et al.* 1984) a escasos kilómetros al norte del área estudiada en este trabajo.

Schlagintweit (1937) definió como fuertemente erosiva la relación estratigráfica entre las sucesiones del Grupo Salta y antepaís en el noroeste argentino. No obstante, en numerosos trabajos (e.g. Starck y Vergani 1996; Marrett y Strecker 2000; Coutand *et al.* 2001) se remarca la ausencia de deformación en los sedimentos paleógenos subyacentes a la cuenca de antepaís, en especial en los ámbitos de la Cordillera Oriental y Sierras Subandinas.

El objetivo de esta contribución es describir por primera

vez una discordancia angular nítida registrada a escala de afloramientos entre depósitos de postrift del Grupo Salta y las secuencias vinculadas con las cuencas de antepaís en el extremo norte del valle Calchaquí (Fig. 1a). Otros trabajos (e.g. Salfity *et al.* 1993; Donato 1987) mencionan relaciones angulares entre estas sucesiones, aunque las mismas no se encuentran documentadas a escala de afloramiento.

Las cuencas de rift y de antepaís en el valle Calchaquí norte: relación estratigráfica y análisis estructural

El valle Calchaquí norte constituye una depresión tectónica ubicada en la zona occidental de la Cordillera Oriental, en la transición entre ésta y la Puna (Turner y Mon 1979) (Fig. 1a). El basamento está compuesto por rocas metamórficas de la Formación Puncoviscana (véase Turner y Mon 1979), mientras que la columna estratigráfica analizada comprende el Grupo Salta (Turner 1959 - Cretácico Inferior - Eoceno) y el Grupo Payogastilla (Díaz y Malizzia 1984 - Mioceno Inferior - Plioceno Superior). El primero representado por sedimentitas de post-rift (Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara) y el segundo compuesto por una sucesión aluvial granocreciente depositada en una cuenca de antepaís (Díaz y Malizzia 1984). Los depósitos del Grupo Payogastilla terminan hacia el oeste (Puna) y se extienden hacia el este; sobre la base de esta distribución y del análisis estratigráfico-sedimentológico, Starck y Vergani (1996) interpretaron un frente de corrimiento paleógeno ubicado sobre el borde occidental del valle Calchaquí.

En el extremo norte del valle Calchaquí (El Saladillo, Fig. 1a) las sucesiones de postrift están constituidas por areniscas, pelitas rojas y calizas del Subgrupo Balbuena (Maastrichtiano - Paleoceno), cubiertas por niveles areno-conglomerádicos rojizos (Formación Mealla) y gris violáceo (Formación Maíz Gordo) (Fig. 1b) pertenecientes al Subgrupo Santa Bárbara (Paleoceno - Eoceno). Es de destacar la ausencia de la unidad cuspidal del Grupo Salta (Formación Lumbreira) la cual está presente pocos kilómetros al sur con espesores que superan los 200 metros. Por encima de la Formación Maíz Gordo yace una sucesión clástica grano y estrato creciente, rojiza, correlacionada con las Formaciones Quebrada de Los Colorados (Fig. 1b) y Angastaco (unidades basales del Grupo Payogastilla) con un espesor aproximado de 1500 metros. La edad de la Formación Quebrada de Los Colorados es aún incierta, mientras que en la Formación Angastaco se colectaron mandíbulas pertenecientes a las subfamilias *Mesotheiriinae indet.* y *Packyrurhukinae indet.* atribuidas al Mioceno Medio (Díaz *et al.* 1989). Además, esta unidad presenta una toba intercalada a 800 metros de la base datada en $13,4 \pm 0,4$ Ma (Grier y Dallmeyer 1990).

En El Saladillo, la Formación Quebrada de Los Colorados traslapa sobre la Formación Maíz Gordo, adelgazándose hacia el noroeste (Fig. 1c). La dispersión de los polos de la estratificación de la Formación Maíz Gordo contrasta

con la concentración de los mismos para la Formación Quebrada de los Colorados (Fig. 1c) lo cual es consistente con una relación de discordancia angular entre ambas unidades. Las medias de los datos de estratificación de la Formación Maíz Gordo en las secciones 1 y 2 (Fig. 1c) marcan variaciones cercanas a 45° en el rumbo y próximas a 25° en el buzamiento, mientras que los datos para la Formación Quebrada de Los Colorados registran variaciones menores a 10° tanto en el rumbo como en el buzamiento. Asimismo, las diferencias de espesor observadas hacia el techo de la Formación Maíz Gordo permiten interpretar una discordancia erosiva (Fig. 1c). Las relaciones geométricas descritas entre ambos grupos indican un evento de deformación previo a la depositación del Grupo Payogastilla en la región.

Consideraciones finales

Los estudios estructurales realizados en el extremo norte del valle Calchaquí (Marrett *et al.* 1994; Riller *et al.* 1999; 2001) interpretan una historia de deformación predominantemente neógena con episodios que afectaron por igual a los grupos Salta y Payogastilla. La discordancia angular claramente expuesta en los afloramientos descriptos se reconoce también al sureste y sur de los perfiles relevados; allí el Grupo Payogastilla yace sobre capas del Grupo Salta que forman parte de pliegues volcados, lo que permite interpretar que el Grupo Salta acumula mayor acortamiento.

Esta deformación andina temprana también se registra hacia el sur, en inmediaciones de La Poma (Fig. 1a) donde la Formación Quebrada de Los Colorados yace sobre las Formaciones Maíz Gordo y Mealla por efecto del plegamiento del Subgrupo Santa Bárbara.

Los trabajos de cartografía en desarrollo permitirán precisar si las diferencias de acortamiento registradas entre los grupos Salta y Payogastilla expresadas por pliegues más apretados en el primero se deben exclusivamente a un evento de deformación pre-Grupo Payogastilla o si existe también una transferencia de acortamiento como proponen Riller *et al.* (1999, 2001). Probablemente sea una combinación de ambas hipótesis. En cualquier caso, los siguientes rasgos: (a) la relación de discordancia angular entre ambos grupos, (b) la geometría de la base del Grupo Payogastilla y (c) los cambios laterales en la superficie de discordancia, documentan una fase de deformación pre-Grupo Payogastilla.

Esta deformación es asignada tentativamente como un evento paleógeno, sobre la base de: a) en el valle Pucará (sur del valle Calchaquí) ignimbritas datadas en $12,11 \pm 0,11$ Ma (Marrett *et al.* 1994) yacen discordantes sobre depósitos plegados del Grupo Payogastilla y b) por debajo de la toba intercalada en la Formación Angastaco, datada en $13,4 \pm 0,4$ Ma (Grier y Dallmeyer 1990) existen más de 1000 m de sedimentos de la base del Grupo Payogastilla aún sin datar y comprendidos entre el Eoceno (Subgrupo Santa Bárbara) y Mioceno Medio.

El impacto de este hallazgo sobre los modelos de evolu-

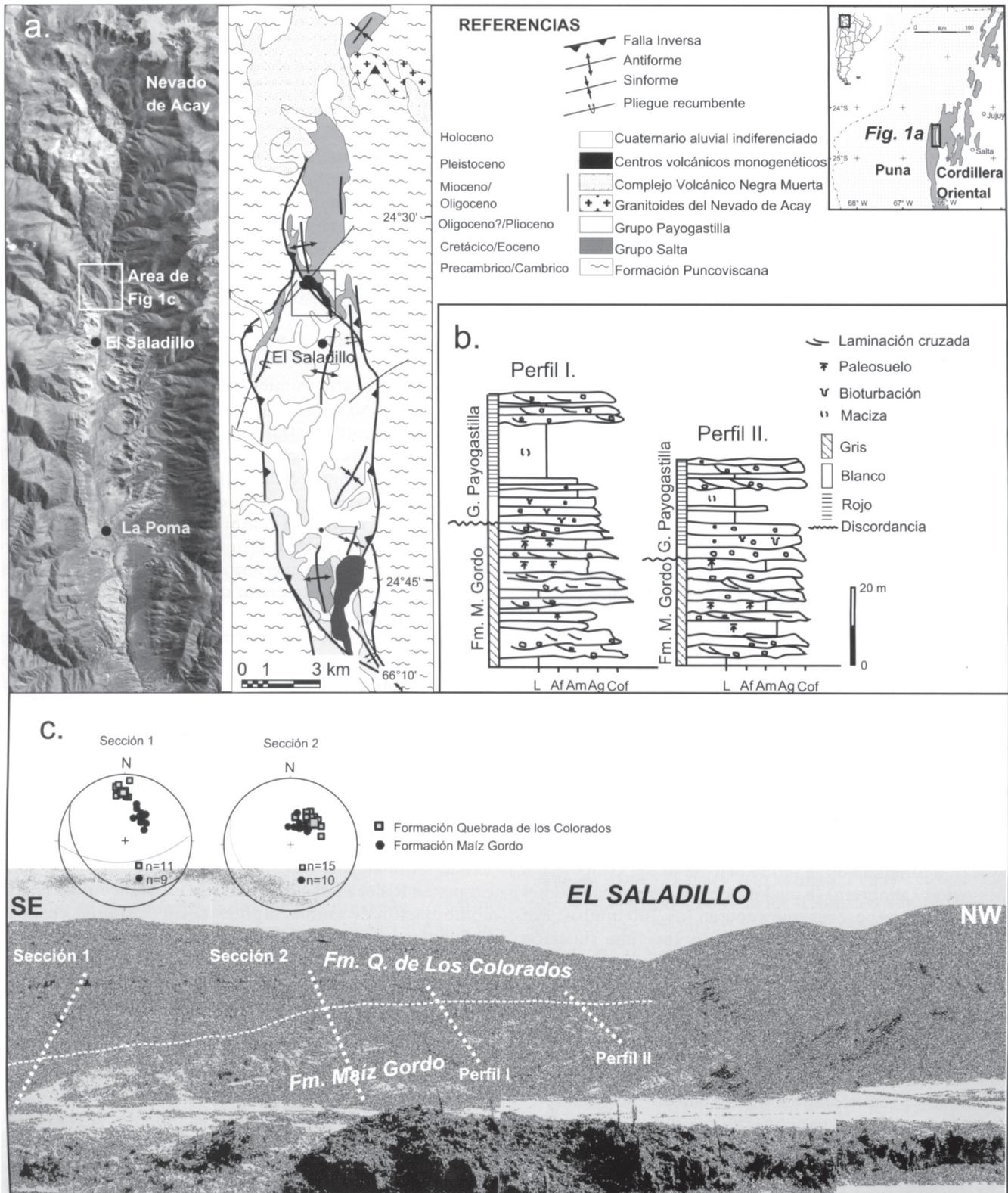


Figura 1: a) Mapa geológico e imagen del área norte del valle Calchaquí (adaptado de Riller *et al.* 1999). b) Columnas estratigráficas (perfiles I y II) a través de la discordancia y niveladas a una capa pelítica en la Formación Maíz Gordo (véase trazas en Fig.1c). c) Vista panorámica de la discordancia en El Saladillo, obsérvese la disposición traslapante de la Formación Quebrada de Los Colorados sobre la Formación Maíz Gordo. Diagrama de polos obtenidos en las secciones 1 y 2 (las líneas de puntos indican los tramos de colección de datos estructurales).

ción andina podrá evaluarse de forma precisa cuando se conozca con mayor certeza la edad de las sucesiones con las que se inicia la sedimentación de antepaís; aunque la información disponible (Viramonte *et al.* 1984; Díaz *et al.* 1989; Grier y Dallmeyer 1990) sugiere que este acortamiento representaría un evento posiblemente vinculado a la deformación paleógena interpretada hacia el norte (Tawackoli *et al.* 1996; Horton y DeCelles 1997). Además, esta hipótesis ofrece nuevos elementos para reconsiderar la migración progresiva N-S del inicio del antepaís andino resumida en González Bonorino *et al.* (2001).

Agradecimientos

Los autores agradecen las sugerencias realizadas por José Salfity y los árbitros Víctor Ramos y Federico Dávila. Este trabajo fue financiado parcialmente por los subsidios N°1288 CIUNSA y ANPCYT - PICT 12417 y ANPCYT - PICT98 N°0703817 (I.A.P.) y SFB-267 (F.D.H.). A la Secretaría de Minería y Recursos Energéticos de Salta el apoyo logístico.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Allmendinger, R.W., Ramos, V.A., Jordan, T.E., Palma, M. y Isacks, B.L., 1983. Paleogeography and Andean structural geometry, northwestern Argentina. *Tectonics*, 2:1-16.
- Boll, A. y Hernández, R., 1986. Interpretación estructural del área Tres Cruces. *Boletín de Informaciones Petroleras*, junio, 2-14.
- Coira, B., Davidson, J., Mpodozis, C. y Ramos, V., 1982. Tectonic and magmatic evolution of the Andes of northern Argentina and Chile. *Earth Sciences Review*, 18:303-332.
- Coutand, I., Cobbold, P., de Urreiztieta, M., Gautier, P., Chauvin, A., Gapais, D., Rossello, E. y López Gamundi, O., 2001. Style and history of Andean deformation, Puna plateau, northwestern Argentina. *Tectonics*, 20 (2): 210-234.
- Díaz, J.I. y Malizzia, D.C., 1984. Estudio geológico y sedimentológico del Terciario Superior del Valle Calchaquí (Departamento de San Carlos, Prov. De Salta). *Boletín Sedimentológico*, 2(1):8-28.
- Díaz, J.I., Miserendino Fuentes, A. y Esteban, G., 1989. Edad y fósiles del Grupo Payogastilla, Valle Calchaquí – Salta, Rep. Argentina. *Actas 8° Congreso Geológico de Bolivia*, 1: 309-326, La Paz.
- Donato, E., 1987. Características estructurales del sector occidental de la Puna Salteña. *Boletín de Informaciones Petroleras*, diciembre, p. 89-97.
- Galli, C. y Hernández, R., 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. En: Colombo, F., Querault, I. y Petrinovic, I. (Eds): *Geología de los Andes Centrales Meridionales: El Noroeste Argentino*. *Acta Geológica Hispánica*, 34(2-3):167-184.
- Gebhard, D.G., Giudice, A.R. y Oliver J., 1974. Geología de la Comarca entre el río Juramento y arroyo Las Tortugas, provincia de Salta y Jujuy, República Argentina. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 39:359-375.
- González Bonorino, G., Kraemer, P y Re., G., 2001. Andean Cenozoic foreland basins: A review. *Journal of South America Earth Sciences*, 14:651-654.
- 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*, 4:351-372.
- Grier, M. y Dallmeyer, R.D., 1990. Age of the Payogastilla Group: Implications for foreland basin development, NW Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 3:269-278.
- Horton, B y DeCelles, P., 1997. The modern foreland basin system adjacent to the Central Andes. *Geology*, 25:895-898.
- Jordan, T. y Alonso, R., 1987. Cenozoic stratigraphy and basin tectonics of the Andes Mountains, 20°-28° South latitude. *American Association of Petroleum Geologist, Bulletin*, 71(1):49-64.
- Kraemer, B., Adelman, D., Alten, M., Schnurr, W., Erpenstein, K., Kiefer, E., van den Bogaard P., Görler, K., 1999. Incorporation of the Paleogene foreland into de Neogene Puna plateau: The Salar de Antofalla area, NW Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 12:157-182.
- Marrett, R. y Strecker, M., 2000. Response of intracontinental deformation in the central Andes to late Cenozoic reorganization of South American Plate motions. *Tectonics*, 19(3):452-467.
- Marrett, R., Allmendinger, R. Alonso, R. y Drake, R., 1994. Late Cenozoic tectonic evolution of the Puna Plateau and adjacent foreland, northwestern Argentine Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 7:179-207.
- Monaldi, R., Salfity, J., Vitulli, N. y Ortiz, A., 1993. Estructuras de crecimiento episódico en el subsuelo de la laguna de Guayatayoc, Jujuy, Argentina. *Actas 12° Congreso Geológico Argentino*, 3, 55-64. Mendoza.
- Reynolds, J.H., Galli, C., Hernández, R., Idleman, B. Kotila, J., Hilliard, R. y Naeser, C., 2000. Middle Miocene tectonic development of the Transition Zone, Salta Province, northwest Argentina: Magnetic stratigraphy from the Metán Subgroup, Sierra de González. *Geological Society of America Bulletin*, 112 (11):1736-1751.
- Riller, U., Greskowiak, J., Ramelow, J. y Strecker, M., 1999. Dominant modes of Andean deformation in the Calchaquí River Valley, NW-Argentina. *Actas 14° Congreso Geológico Argentino*. *Actas 1:201-204*. Salta.
- Riller, U., Petrinovic, I. A., Ramelow, J., Strecker, M. y Oncken, O., 2001. Late Cenozoic tectonism, collapse caldera and plateau formation in the central Andes. *Earth and Planetary Science Letters*, 5845:1-13.
- Salfity, J.A., Monaldi C.R., Marquillas, R.A. y González R.E., 1993. La inversión tectónica del umbral de Los Gallos en la cuenca del Grupo Salta durante la Fase Incaica. *Actas del 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, Tomo 3: 200-210. Mendoza.
- Schlagintweit, O., 1937. Observaciones estratigráficas en el Norte argentino. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 14 (156):1-49.
- Sébrier, M., Lavenu, A., Fornari, M. y Soulas, J.P., 1988. Tectonics and uplift in Central Andes (Perú, Bolivia and Northern Chile) from Eocene to present. *Geodynamique*, 3 (1-2):85-106.
- Starck, D. y Vergani, G., 1996. Desarrollo tectosedimentario del Cenozoico en el sur de la provincia de Salta. *Actas 13° Congreso Geológico Argentino*, 1, 433-452. Buenos Aires.
- Tawackoli, S., Jacobshagen, V., Wemmer, K., y Andriessen, P., 1996. The Eastern Cordillera of southern Bolivia: A key region to the andean backarc uplift and deformation history. *Third ISAG, St. Malo*, p. 505-508.
- Turner, J., 1959. Estratigrafía del cordón de Escaya y de la sierra de Rinconada (Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 13: 15-39.
- Turner, J. y Mon, R., 1979. Cordillera Oriental. En: Turner, J. (Ed.): *Geología Regional Argentina*. Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, tomo 1: 57-95, Córdoba.
- Vandervoort, D., Jordan, T., Zeitler, P. y Alonso, R., 1995. Chronology of internal drainage development and uplift, southern Puna plateau, Argentina central Andes. *Geology*, 23 (2):145-148.
- Viramonte, J.G., Omarini, R.H.; Araña Saavedra, V.; Aparicio, A y García Cacho, A., 1984. Edad, génesis y mecanismos de erupción de las riolitas granatíferas de San Antonio de los Cobres, provincia de Salta. *Actas del 9° Congreso Geológico Argentino*, 3:216-233, Bariloche.

Recibido: 9 de diciembre, 2003

Aceptado: 7 de julio, 2004