

# Granito Los Chilenos: una nueva unidad granítica jurásica en Cerro Colorado, Sierras Australes de Buenos Aires. Implicancias tectónicas

A. C. MASSABIE<sup>1</sup>, E. A. ROSSELLO<sup>1,2</sup>, E. LINARES<sup>2,3</sup>, C. PÁRICA<sup>2,4</sup> y C. A. POWELL<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria Pabellón II, 1428 Nuñez, Buenos Aires

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

<sup>3</sup>Instituto de Geocronología y Geología Isotópica, CONICET

<sup>4</sup>Instituto Antártico Argentino, DNA

<sup>5</sup>Department of Geology and Geophysics, University of Western Australia, Nedlands, W. A. 6009, Australia

**ABSTRACT.** *Los Chilenos granite: a new Jurassic granite unit in Cerro Colorado, Sierras Australes de Buenos Aires. Tectonic implication.* The Sierras Australes of Buenos Aires are located in the south-west corner of the Province about 100 km west of Bahía Blanca. On the south-west flank of these hills, younger Palaeozoic sedimentary formations overlie poorly exposed granitic and volcanic basement rocks. Granitic Cerro Colorado outcrops, located 16 km strike to the south of the town of San Martín de Tours, and near Lago Los Chilenos, have been included in this broadly interpreted "basement" in many previous geological studies. This contribution is mainly based on detailed structural mapping of the Cerro Colorado area, and systematic sampling of granitic and sedimentary rocks for petrographical, microtectonic and Rb/Sr isotopic age analysis. In contrast to previous studies, two Phanerozoic granitic units have been recognised and mapped in the Cerro Colorado area of Sierras Australes. The older one, the Cerro Colorado Granite (CC), is composed of foliated and sheared anisotropic granitic rocks with a Rb/Sr isochron age of  $381 \pm 9$  Ma ( $ir= 0.7035$ ). The younger one, Los Chilenos Granite (LCh), consists of isotropic granophiric microgranite with a Rb/Sr isochron age of  $140 \pm 14$  Ma ( $ir= 0.7126$ ). This granite has intrusive contacts with both, the folded quartzite of the Mascota Formation and Cerro Colorado Granite (CC). The older tectomagmatic event (CC) is correlated with the compressive Chañica Orogeny, which was associated in the Sierras Australes region, with the eruption of La Mascota - La Hermita rhyolites ( $360 \pm 21$  Ma) and the unconformity between Lolén Formation (Middle Devonian) and Sauce Grande Formation (Carboniferous). The younger intrusive event of Los Chilenos Granite (LCh) is considered to be associated with an extensional tectonic regime during the Late Jurassic initial rifting of the Atlantic Ocean.

## Introducción

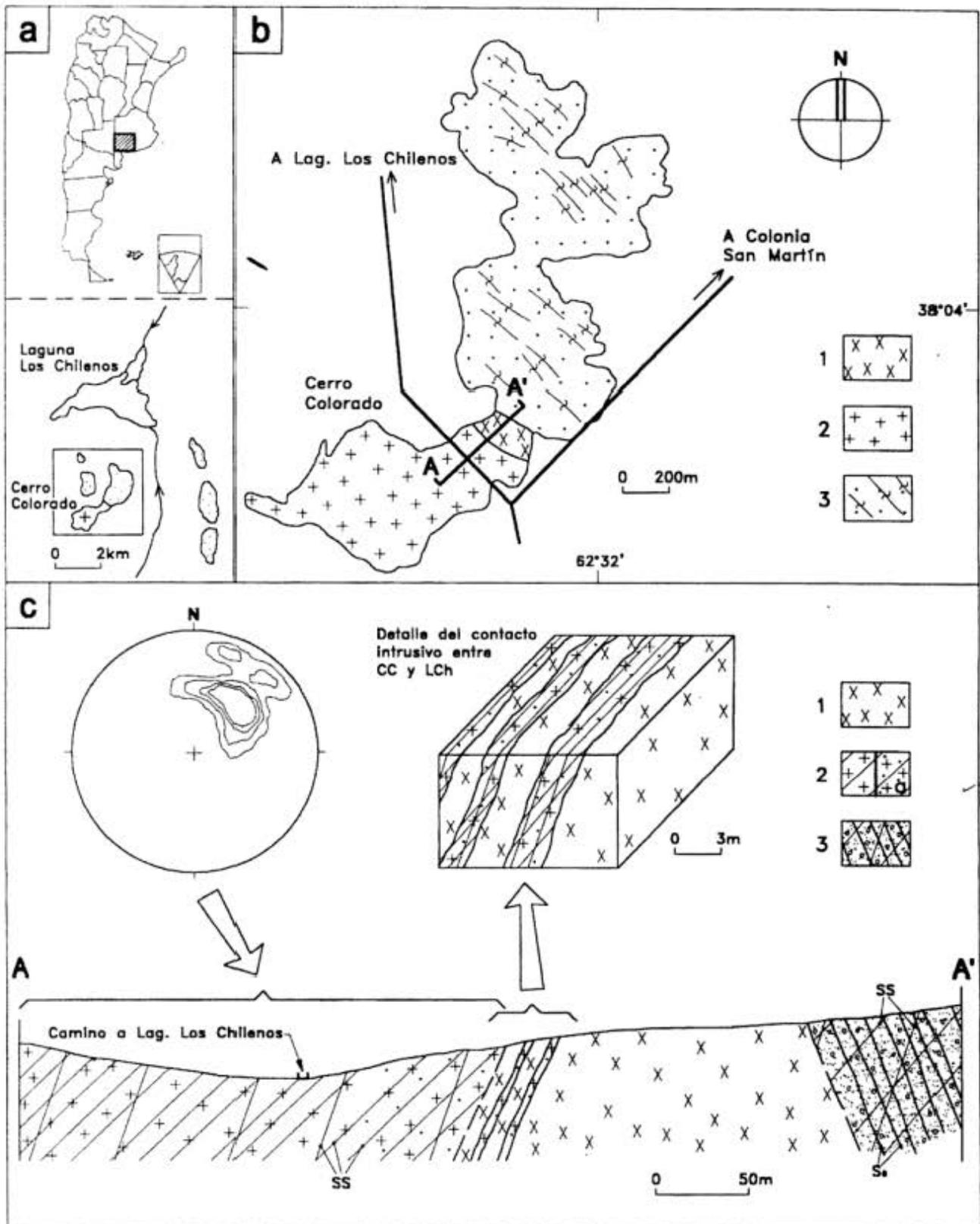
Las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires se hallan integradas por una sucesión de sedimentitas clásticas de edades comprendidas entre el Paleozoico Temprano y el Permo-Triásico, que ha sido deformada en una faja transpresiva plegada en arco de vergencia noreste. Investigaciones estructurales desarrolladas en las últimas dos décadas muestran que el basamento granítico y volcánico subyacente de edad precámbrica tardía-paleozoica temprana, contiene zonas de cizalla y clivaje penetrativo relacionadas con la deformación de la faja plegada (Varela *et al.* 1985; Cobbold *et al.* 1986, 1989). Estas zonas de esquistosidad sobreimpuestas, con frecuencia parcialmente miloníticas, inclinan hacia el sudoeste con alto y mediano ángulo y contienen una lineación mineral buzante al SSO, que ha sido considerada representativa de la dirección del transporte tectónico (Cobbold *et al.* 1986, 1991).

En el cerro Colorado (Fig. 1a) afloran rocas graníticas que han sido incluidas como parte del basamento de las Sierras Australes (Harrington 1947; Varela *et*

*al.* 1990), las cuales han motivado varias contribuciones acerca de su edad, relaciones estratigráficas y estructurales con la secuencia sedimentaria paleozoica (Cingolani y Varela 1973; Llambías y Prozzi 1975; Pomilio 1980; Varela *et al.* 1985, 1990; Massabie y Rossetto 1997). Desde el punto de vista mineralógico y geoquímico, Grecco *et al.* (1984), Grecco y Gregori (1993) y Grecco *et al.* (1997), realizaron estudios de las rocas graníticas existente en el cerro Colorado.

Sobre la base del conocimiento estructural regional y tectónico de la comarca (Massabie y Rossetto 1984; Cobbold *et al.*, 1986, 1991; Rossetto *et al.* 1997, entre otros), se ha realizado un relevamiento geológico estructural y un muestreo selectivo de las principales facies de los granitoides expuestas en el cerro Colorado (Fig. 1a), con la finalidad de contribuir al conocimiento de sus relaciones estructurales con las adyacentes sedimentitas ubicadas al sur de la laguna de Los Chilenos, su edad e implicancias en la evolución tectónicas de las Sierras Australes.

Estos afloramientos se ubican en una porción principal, sector de la actual cantera, con marcado desarrollo



**Figura 1:** a, Localización geográfica de las Sierras Australes y del cerro Colorado. b, Geología del cerro Colorado. 1 Granito Los Chilenos. 2 Granito Cerro Colorado. 3 Formación Mascota con trazas relevadas de lineación de plegamiento. c, Perfil geológico - estructural de detalle A-A'; diagrama estereográfico ilustrando la disposición de la foliación/clivaje en el Granito Cerro Colorado (hemisferio inferior, n=16); bloque que muestra en detalle las relaciones de contacto intrusivo del Granito Los Chilenos LCh, con el Granito Cerro Colorado CC. 1 Granito Los Chilenos. 2 Granito Cerro Colorado, a: recristalización y silicificación en zona de contacto. 3 Formación Mascota. so, estratificación. ss, clivaje.

de clivaje penetrativo que da lugar a una estructura gnéisica-milonítica característica, y otro sector, de menor extensión aflorante, hacia el noreste del camino a la laguna de Los Chilenos (Fig. 1a,b) de estructura granítica con baja o nula presencia de zonas de cizalla y clivaje, la cual ofrece el único sector expuesto del contacto entre estos granitoides y las cuarcitas de la Formación Mascota (Harrington 1947; Kilmurray 1968; Pomilio 1980; Varela *et al.* 1985; Massabie y Rossello 1997).

El muestreo fue guiado por esta distinción en el terreno de los dos tipos de granitoides diferenciados y se realizó con la finalidad de obtener tipos petrográficos y edades radimétricas distintivas. Sobre la base de los antecedentes, se estimó, como hipótesis inicial de trabajo, que la facies granitoide clivada y foliada podría proporcionar la edad de la reactivación tectónica del basamento compatible con la estructuración de las sedimentitas paleozoicas de las Sierras Australes, y que la facies granítica carente de estructuras penetrativas planares permitiría obtener la edad del enfriamiento del granito.

Las muestras orientadas se emplearon para el estudio petroestructural mesoscópico y microscópico en gabinete. Una fracción de las mismas se destinó para los análisis radimétricos en los laboratorios del INGEIS, donde se obtuvieron las edades presentadas en este trabajo, sobre la base de las relaciones isotópicas Rb/Sr sobre roca total.

## Marco geológico

La definición de las relaciones geológicas entre las rocas graníticas del "basamento" así considerado por Harrington (1947) y las sedimentitas cuarcíticas del Grupo Curamalal en el cerro Colorado, ha dado lugar a variadas interpretaciones.

En el relevamiento de las Hojas Geológicas 33m y 34m, Harrington (1947) considera que existe una relación de discordancia regional entre un granito de edad precámbrica y las sedimentitas del Grupo Curamalal asignadas al Gotlándico con dudas. Kilmurray (1968), en su estudio petrológico de las rocas ígneas de las Sierras Australes, presenta un perfil del cerro Colorado (pág. 161) en el que dibuja un banco de filonitas interpuesto en el contacto entre granófiros y las psamitas de la Formación Mascota, de afloramiento muy reducido, por lo que supone la existencia de un contacto tectónico entre ambas unidades.

Más tarde, Llambías y Prozzi (1975), señalan que entre las rocas ígneas del cerro Colorado y las cuarcitas existe un borde de enfriamiento formado por una roca de textura granofírica que indicaría relación de intrusividad. Luego, vale destacar el cuidadoso mapeo realizado por Pomilio (1980), en correspondencia con el sector de contacto entre las rocas graníticas y las sedimentitas en el cerro Colorado, el que junto con el análisis

petrográfico de las unidades litológicas presentes lo lleva a interpretar a ese contacto como intrusivo y de edad contemporánea o inmediatamente posterior a la Formación Mascota.

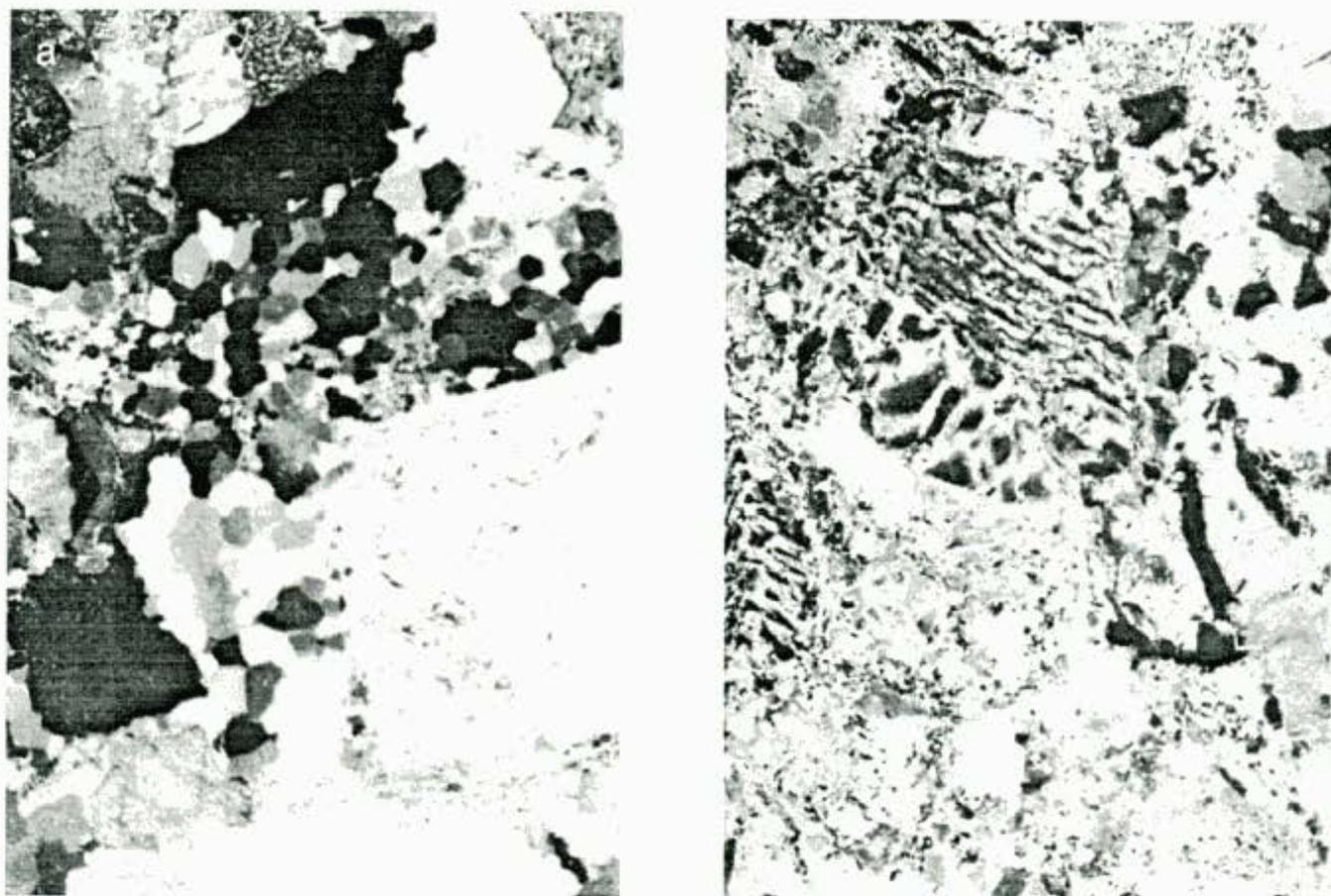
Al respecto, cabe mencionar que Cingolani y Varela (1973) asignaron el granito del cerro Colorado a un evento magmático situado entre 427 y 392 Ma y restringieron la denominación de basamento en las Sierras Australes, a los afloramientos ubicados en el cerro Pan de Azúcar-cerro Del Corral (Precámbrico Tardío). Con posterioridad, Varela *et al.* (1985), tratan la estructura y composición geológica del sector sudoccidental de las Sierras Australes, que incluye al cerro Colorado y concluyen que el contacto entre granitos y cuarcitas es de carácter tectónico, por falla. Los mismos autores (Varela *et al.* 1990), se refieren a la edad e implicancias geotectónicas del granito del cerro Colorado, al que le asignan una edad Rb/Sr de  $487 \pm 15$  Ma y lo consideran un plutón posttectónico vinculado con el granito sintectónico de Aguas Blancas y a su vez, relacionados ambos con las metamorfitas del cerro Pan de Azúcar, unidades que son asignadas en conjunto al evento tectotérmico brasiliano-panafricano del Precámbrico Tardío.

De esta forma, Varela *et al.* (1990) confirmaban una episodio granítico en el Ordovícico en el cerro Colorado, integrado a un basamento, el cual una vez consolidado soporta en discordancia a las sedimentitas marinas eopaleozoicas de las Sierras Australes.

## Unidades litológicas y relaciones de contacto

Para el relevamiento detallado del sector comprendido entre la cantera y el contacto aflorante entre el macizo granítico erosionado del cerro Colorado y las sedimentitas de la Formación Mascota ubicadas en el sector sudoeste del cerro, en las proximidades del acceso a la cantera (Fig. 1a), se emplearon como base el fotograma II-RH647-28 del vuelo de INTA ampliado a escala aproximada 1: 10.000, de abril de 1967 y el relevamiento a plancheta a escala 1: 2.500 efectuado por Pomilio (1980). Las unidades geológicas, relaciones de contacto y estructura han sido dibujadas en la Fig. 1. El perfil relevado en detalle que se describe a continuación corresponde a la Fig. 1b, c.

Desde el borde noreste de la cantera, extremo sudoeste del perfil, se comprueba la continuidad de los asomos, en esa misma dirección, de granitoides de grano grueso a medio, con anisotropía planar dominante de rumbo NO e inclinación al SO variable entre  $45^\circ$  y  $75^\circ$  (Fig. 1b), con la cual coincide una incipiente foliación gnéisica dada por láminas irregulares delgadas oscuras de minerales máficos, principalmente biotita y bandas feldespáticas más gruesas. A su vez, ambas estructuras controlan un diaclasamiento de similar disposición y la morfología característica de los afloramientos,



**Figura 2:** a, Texturas de deformación características del Granito Cerro Colorado, bandas de subgranos de cuarzo recristalizado y feldespato flexurado. b, Textura granofírica común en los microgranitos no deformados del Granito Los Chilenos.

que definen en la ladera lomas y crestas bajas de superficies redondeadas por disyunción catafilas alargadas en la dirección del rumbo de la anisotropía planar, rodeadas por suelo. Estos afloramientos se extienden con características similares al noreste del camino a la laguna de Los Chilenos, aunque en este sector se aprecia una mayor tenacidad de los granitoides foliados (anisótropos) por silicificación y recristalización ya en proximidad al contacto con un microgranito rojizo no foliado. Este contacto es neto, si bien se produce una interdigitación local de fajas de uno a tres metros de espesor aflorante del microgranito rojizo que separa septos del granitoide foliado silicificado (Fig. 1c).

El pase franco a microgranitos rojizos y castaño rosados, muy tenaces y sin desarrollo de clivaje o foliación, se da a una distancia de unos 130 m del contacto con las cuarcitas sabulíticas de la F. Mascota y coincide con un suave cambio de la pendiente del terreno, la que en este último tramo de afloramientos del granitoide no foliado (isótropo) se torna más llana, para volver a empinarse, en términos relativos, a partir de los primeros afloramientos de las sedimentitas plegadas y clivadas hasta el tope de la loma. Como elemento adicional para su reconocimiento en el terreno, los microgranitos muestran en forma sistemática venas de cuarzo trans-

lucido, en partes dispuestas en échelon, de espesores que varían entre pocos milímetros y hasta 1-2 cm, y un menor porcentaje de máficos, lo cual parece acentuarse al hallarse ausentes las estructuras penetrativas de fábrica características del granito foliado.

De las tres unidades mapeadas (Fig. 1a, b, c), se obtuvieron muestras representativas a lo largo de un perfil transversal a los contactos de dirección noreste, con la finalidad de estudiarlas petrográficamente con lupa binocular y en cortes delgados, para su caracterización petrológica apuntando a contribuir a la definición de sus relaciones estratigráficas.

Las muestras obtenidas de los afloramientos de granitoides anisótropos (Granito Cerro Colorado, Fig. 1b, c y 2a) permiten una caracterización general del sector de la cantera y del faldeo sudoeste del cerro. Se trata de rocas graníticas foliadas, de tamaño de grano grueso a mediano, en partes porfiroide debido al mayor desarrollo de cristales de feldespato rosado. Sus colores varían del rosado claro al rosado verdoso oscuro. La composición se integra por cuarzo, feldespato potásico perfitico, plagioclasa (oligoclasa-andesina) y biotita, en orden relativo de abundancia, con la presencia accesoria de circon, fluorita y opacos. Las texturas microscópicas de deformación características se expresan en extinción frag-

mentosa y mortero poligonizado de cuarzo, bandas kink en el feldespato perfitico, flexión del maclado polisintético y fracturación en plagioclasa, flexión y granulación de cristales de biotita desferrizada en bandas delgadas isorientadas asociadas a subgranos de cuarzo y óxidos de hierro. La medición sistemática de planos de clivaje y zonas de cizalla a lo largo del perfil se presentan en un diagrama estereográfico (Fig. 1c).

Una muestra obtenida de los afloramientos de granitoides isótropos (Granito Los Chilenos), a algunas decenas de metros del contacto con las sedimentitas de la Formación Mascota (Fig. 1b, c y 2b), tiene tamaño de grano medio, color rosado a gris verdoso en partes y estructura granítica. El cuarzo, que constituye más del 50% en volumen, forma nidos de color gris verdoso en general acompañado por biotita entre el feldespato rosado o bien forma algunos individuos límpidos de formas redondeadas similares a los clastos de la cuarcita sabulítica de la Formación Mascota en contacto. Al microscopio, la textura es heterogénea; los cristales de ortosa con perfitas filiformes, son anhedral de gran tamaño o bien intersticiales; la plagioclasa (oligoclasa) es subhedral, en cristales de menor tamaño. Ambos minerales no ofrecen evidencias de deformación cristalina. La mica, biotita desferrizada, es intersticial y se dispone en bandas discontinuas, con asociación de opacos y sin evidencias de deformación. El cuarzo forma parches intersticiales de individuos límpidos y contactos en mosaico poligonal de recristalización o bien, individuos de mayor tamaño con bordes parciales de textura poligonal y extinción ondulada.

Otra muestra correspondiente a afloramientos de este granitoide (Granito Los Chilenos, Fig. 2b), ubicados a sólo unos metros del contacto con la F. Mascota (Fig. 1), tiene tamaño de grano fino y color gris verdoso con tonos rosados. El cuarzo es más abundante que en la muestra anterior y constituye más del 50% en volumen, presentándose en agregados de pequeños cristales similares a porciones de la matriz cuarzosa de la cuarcita sabulítica de aquella formación, más límpidos. Al microscopio, la textura se muestra muy heterogénea, formada por parches irregulares de granófito, ortosa perfitica xenoblástica yuxtapuesta a cuarzo límpido, escasa plagioclasa subidioblástica y parches de cuarzo policristalinos en mosaicos de textura poligonal e intersticios de cuarzo y biotita desferrizada en tamaños menores. Las especies minerales principales no presentan evidencias de deformación penetrativa. En distintas secciones delgadas de muestras de estos granitoides, se presentan en forma accesoria cristales euhedrales de fluorita.

Las rocas de la Formación Mascota ubicadas a algunos metros del contacto con el Granito Los Chilenos (Fig. 1b, c), presentan color gris blanquecino y estructura clásica correspondiente a sabulitas cuarcíticas con 25% de granos redondeados de cuarzo de diámetro mayor a dos milímetros, en una matriz de tamaño arena fina a media formada por 90% de cuarzo detrítico,

en asociación con sericita, escasa muscovita y algunos parches de sericita-arcilla. La fábrica de estas rocas guarda las evidencias de una deformación penetrativa (clivaje) que se manifiesta en la disposición subparalela de microzonas de cizalla con la formación de bandas de subgranos de cuarzo, alineación y concentración de sericita-moscovita. Los clastos de cuarzo tienen extinción fragmentosa y microfracturas marginales. A partir de sus bordes se han formado diminutos cristales de muscovita-sericita, en disposición paralela, con la textura deformativa de la matriz. Estos rasgos texturales, obtenidos a partir de la observación microscópica, ponen de manifiesto una estructura anisótropa por deformación en las rocas cuarcíticas de esta Formación, evidente a la observación directa en sus afloramientos cercanos al contacto, pero que se halla ausente, como se mencionara, en los granitoides pertenecientes al Granito Los Chilenos previamente analizados.

El contacto del Granito Los Chilenos con la Formación Mascota, algo cubierto por depósitos modernos, es también neto, tiene una disposición subvertical y es concordante con el rumbo local de la estratificación de las cuarcitas y cuarcitas sabulíticas de inclinación al noreste (Fig. 1c). Las observaciones realizadas a ambos lados del contacto, permiten individualizar una faja de 50 a 60 m de espesor en el macizo granítico isótropo de tamaño de grano fino y textura heterogénea que alcanza un extremo en contacto con las sedimentitas, comparable con una zona de borde de un plutón intrusivo (Llambías y Prozzi 1975; Pomilio 1980). En las cuarcitas, pobremente micáceas, que constituyen rocas de reactividad nula frente a una intrusión granítica epizonal postectónica, sólo se aprecia un cierto grado de recristalización general, combinando las observaciones macroscópicas y microscópicas, en una faja de unos pocos metros de espesor yuxtapuesta al contacto. No se reconocen texturas y estructuras de falla, ni la presencia de filonitas mencionadas en trabajos anteriores (Varela *et al.* 1985; Kilmurray 1968).

La suma de evidencias concuerda para considerar que el Granito Los Chilenos es intrusivo tanto en el Granito Cerro Colorado del cerro Colorado, como así también en las sedimentitas de la Formación Mascota, a las cuales habría incorporado en forma parcial.

Se estima que los principales cambios y reacciones producidas por la incorporación de las cuarcitas sabulíticas por un líquido granítico parcialmente cristalizado, serían:

Recristalización de muscovita-sericita (arcilla) con aporte de cationes ( $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) del líquido granítico y alteración tardía (desferrización de biotita y concentración de opacos).

Limpieza por eliminación de inclusiones en el cuarzo incorporado (xenoclastos) por recristalización y su concentración en opacos intersticiales y marginales a los individuos recristalizados.

Atenuación de estructuras marginales de fracturación y extinción fragmentosa, en clastos de cuarzo preservados de la cuarcita sabulítica.

**Tabla 1:** Resultados analíticos por el método Rb/Sr de los granitoides CC y LCh. Determinaciones de Rb y Sr por espectrometría de fluorescencia de rayos-X (FRX).

Arb N°	Tipo	Rb ppm	Sr ppm	$^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$ (2 $\sigma$ )	$^{87}\text{Sr}$ (2 $\sigma$ )
960	LCh	466	13	106.5 $\pm$ 2.0	0.92020 $\pm$ 0.0004
961	LCh	393	12	94.4 $\pm$ 1.9	0.90120 $\pm$ 0.0004
963	LCh	371	13	84.7 $\pm$ 1.7	0.88150 $\pm$ 0.0004
966	LCh	428	15	82.6 $\pm$ 1.7	0.87410 $\pm$ 0.0004
971	LCh	440	14	90.9 $\pm$ 1.8	0.8991 $\pm$ 0.0004
962	CC	433	12	103.4 $\pm$ 2.0	1.2600 $\pm$ 0.0004
964	CC	380	12	87.9 $\pm$ 1.8	1.1979 $\pm$ 0.0004
965	CC	397	9	137.5 $\pm$ 2.7	1.4388 $\pm$ 0.0004
967	CC	404	16	56.4 $\pm$ 1.2	1.0159 $\pm$ 0.0004
968	CC	305	10	144.7 $\pm$ 2.9	1.4872 $\pm$ 0.0004
970	CC	305	15	59.8 $\pm$ 1.3	1.0158 $\pm$ 0.0004

### Dataciones radimétricas

Las muestras obtenidas separadamente de los granitoides foliados, Granito Cerro Colorado (CC) y no foliados, Granito Los Chilenos (LCh), fueron analizadas radimétricamente por medio del método rubidio-estroncio sobre roca total. En la Tabla 1 se presentan los resultados analíticos obtenidos y en las Figs. 3a y 3b los diagramas isocrónicos, utilizando el modelo de Williamson (1968), de los granitos CC y LCh, respectivamente. Las determinaciones de las concentraciones de Rb y Sr se efectuaron por FRX y los valores obtenidos concuerdan con los mencionados por Varela *et al.* (1990). Con respecto a los resultados analíticos cabe señalar además que los errores  $\pm$  de  $^{87}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$  son los normales para este tipo de rocas, e incluso menores que los presentados anteriormente para rocas graníticas de esta comarca (Varela *et al.* 1990). Las edades corresponden al cierre de los sistemas isotópicos y han sido calculadas con un error de 2 $\sigma$ ; los errores de las relaciones iniciales son normales para este tipo de rocas con MSWD bajos de 1,95 (CC) y 1,45 (LCh).

Todas las muestras de rocas graníticas anisótropas, con foliación y clivaje evidentes, se alinean en la isocrona de 381  $\pm$  9 Ma y poseen una relación inicial  $^{87}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$  de 0.7035 (Fig. 3a). Estas muestras fueron obtenidas en su mayoría del sector de cantera y son por lo tanto representativas de la unidad denominada CC, Granito Cerro Colorado del cerro homónimo (Fig. 1).

Por otra parte, las muestras de rocas graníticas isotropas que en el contacto con el granitoide CC se intercalan a modo de filones concordantes con su foliación (véase Varela *et al.* 1985), y que definen un cuerpo de algo más de 100 m de extensión aflorante en dirección NE mapeado como granitoide LCh, Granito Los Chilenos del cerro Colorado (Fig. 1b, c), se disponen sobre un diagrama isocrónico de 140  $\pm$  14 Ma (Fig. 3b), con un valor de la relación inicial de 0,7126.

La relación inicial de la isocrona Rb/Sr del granitoide más antiguo CC (Granito Cerro Colorado), de 0,7035 permite deducir, si bien en forma preliminar, un origen ígneo mantélico para el plutón granítico de mayor extensión y corresponde al granito típico de Varela *et al.* (1985) en el cerro Colorado. Para el granitoide LCh (Granito Los Chilenos), la relación inicial de 0,7126 habilita a considerar, también en forma preliminar, un origen híbrido por contaminación cortical, y se lo considera formado a partir de fusión de corteza continental.

### Secuencia estratigráfica

Sobre la base de la consideración conjunta de los datos de campo, estudios petrográficos y dataciones isotópicas de las rocas eruptivas aflorantes en el cerro Colorado, se diferencian dos unidades graníticas y una unidad de rocas sedimentarias en la comarca estudiada.

Las rocas graníticas foliadas (CC) no tienen aquí contacto directo con las cuarcitas de la Formación Mascota y habían sido consideradas como la unidad más antigua que habría formado parte del basamento sobre el cual se depositaron las sedimentitas del Grupo Curamalal (Harrington 1947; Varela *et al.* 1990). Esta asignación de edad relativa tomó en consideración la presencia de areniscas y sabulitas feldespáticas en estas sedimentitas mencionadas por Varela *et al.* (1985) al noroeste del cerro Cortapie, cuya proveniencia podría adjudicarse al Granito Cerro Colorado.

No obstante, al existir en la comarca rocas graníticas de mayor edad como en Las Lomitas y cantera Aguas Blancas (Varela *et al.* 1990), el Granito Cerro Colorado aquí diferenciado se interpreta, como intrusivo sintectónico en las sedimentitas del Grupo Curamalal, el cual adquirió su estructura penetrativa por ortogneisificación durante la Orogenia Chánica (370 Ma) en simultaneidad con el plegamiento de la Formación Mascota. En este caso, CC no sería la unidad más antigua en la comarca aquí estudiada, posición que le correspondería entonces a las cuarcitas sabulíticas eopaleozoicas de la Formación Mascota aflorantes en el cerro Colorado, tal como se muestra en la Fig. 4.

La unidad más moderna se halla aquí representada por los microgranitos y granófiros del Granito Los Chilenos que constituyen un plutón epizonal incipientemente expuesto, intrusivo en el Grupo Curamalal y en los granitoides CC. Esta última unidad, no mencionada previamente en la composición geológica de la región, es la litología precenozoica más moderna de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires.

### Discusión

Las edades radimétricas obtenidas en el presente trabajo concuerdan en cuanto a la diferenciación de dos

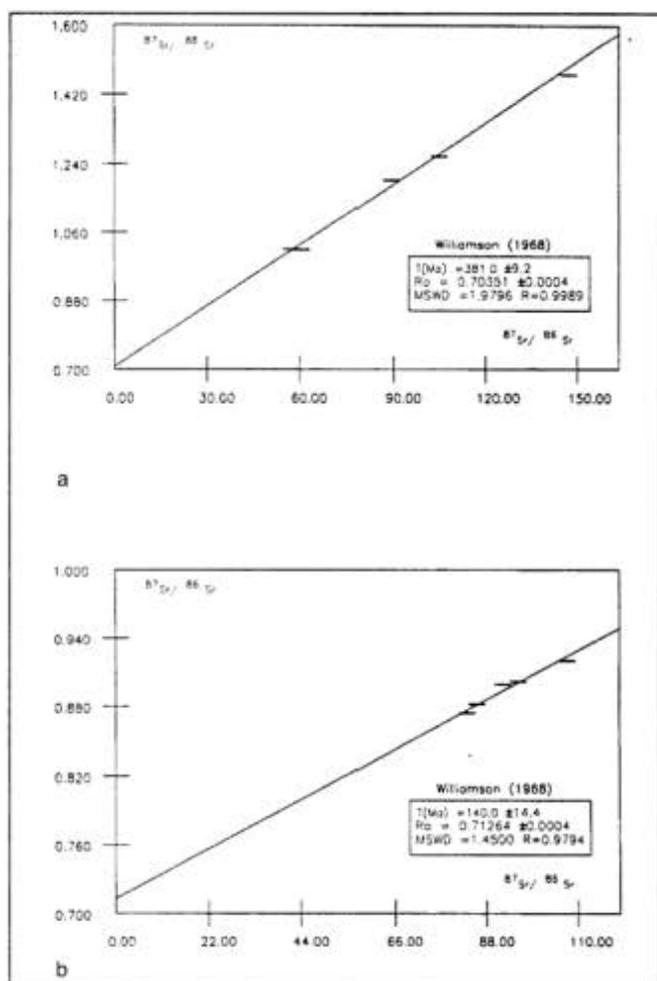


Figura 3: a, Isocrona Rb/Sr correspondiente a los afloramientos del Granito Cerro Colorado. b, Isocrona Rb/Sr correspondiente a los afloramientos del Granito Los Chilenos.

entidades graníticas mapeables presentes en el cerro Colorado, ya que la isocrona de  $381 \pm 9$  Ma se obtuvo del conjunto de muestras con anisotropía planar y lineal manifiesta, correspondientes a rocas graníticas de grano grueso a medio, foliadas, para las que aquí se propone el nombre de Granito Cerro Colorado. En cambio, la isocrona de  $140 \pm 14$  Ma corresponde a los afloramientos de microgranitos y granófiros, carentes de anisotropía planar y lineal de fábrica (isótopos) que se denominan Granito Los Chilenos tal como fuera adelantado recientemente (Massabie y Rossello 1998). Estos resultados no respondieron a la hipótesis de trabajo planteada inicialmente para esta investigación.

Las dataciones halladas para las rocas graníticas del cerro Colorado, difieren del valor proporcionado por Varela *et al.* (1990), quienes presentaron un valor de  $487 \pm 15$  Ma, el cual como lo afirman los autores, corresponde a una "errorcrona" con un MSWD de 20, pero se hallan en armonía con el control geológico local, ya que responden a la secuencia estratigráfica establecida para las unidades litológicas aquí diferenciadas.

Teniendo en cuenta los antecedentes existentes y el relevamiento geológico-estructural realizado, se sepa-

ran dos episodios tectotérmicos en el macizo granítico del cerro Colorado. El primero de ellos hacia los 381 Ma, se asocia a la edad de  $360 \pm 21$  Ma determinada para los pórfidos riolíticos de La Mascota-La Hermita (Cingolani y Varela 1973) y coincide con el registro de la Orogenia Chánica en las Sierras Australes, expresado en la discordancia regional pre-Sauce Grande (Massabie y Rossello 1984). El segundo de ellos, a los 140 Ma representa una eruptividad sin registro previo en la región de las Sierras Australes, que se apoya, además, en relaciones geológicas de campo relevadas y antecedentes no valorados previamente (Llambías y Prozzi 1975; Pomilio 1980). Desde el punto de vista geoquímico las relaciones  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  para cada uno de los conjuntos de muestras correspondientes respectivamente a los granitoides LCh y CC demuestran también una diferenciación genética.

Por otra parte, si bien se ha reconocido fluorita primaria accesoria en ambos granitos, con el Granito Los Chilenos se vinculan genéticamente las venas de fluorita asociada a cuarzo, no deformadas, existentes en el Granito Cerro Colorado. Sobre esta base cabe considerar la correlación preliminar del plutonismo granítico jurásico de las Sierras Australes, con la eruptividad granítica-riolítica posttriásica ? relacionada con la mineralización vetiforme de fluorita asociada a calcedonia y cuarzo (Corbella 1973) de Sierra Grande en Patagonia Nororiental.

Atendiendo a criterios tectónicos regionales y geotectónicos, cabe vincular la eruptividad jurásica tardía en el cerro Colorado con la actividad tectónica extensional y eruptividad asociada desde el mesojurásico en el extremo meridional de Sudamérica (Uliana *et al.*

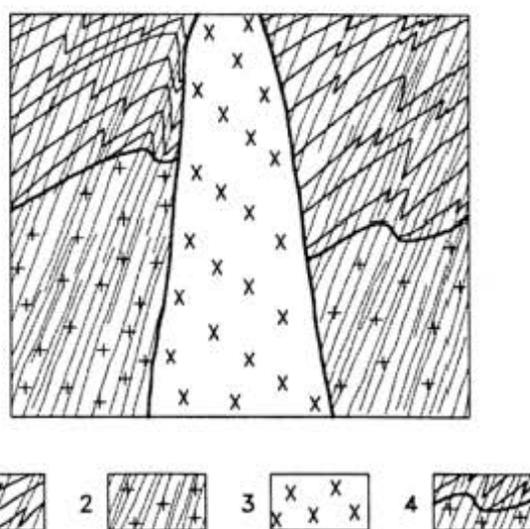


Figura 4: Esquema idealizado que muestra las relaciones estratigráficas entre las unidades precenozoicas expuestas en el cerro Colorado. 1 Formación Mascota; 2 Granito Cerro Colorado; 3 Granito Los Chilenos; 4 Intrusión de CC en la Formación Mascota sincrónica con desarrollo de foliación y clivaje.

1985), la cual continúa hasta el Jurásico tardío-Cretácico temprano en el entorno de los 140 Ma. La misma ha proporcionado rocas riolíticas procedentes de ambientes que involucrarían anatexis de corteza continental y preludian el desmembramiento de Gondwana occidental. Nullo (1991), al analizar las cuencas extensionales del Mesozoico inferior en el extremo sur de Sudamérica, destaca un mayor desarrollo de cuencas extensionales y también una mayor actividad magmática para el intervalo del Jurásico superior (164-136 Ma).

Un elemento adicional de correlación del plutón granítico LCh del cerro Colorado con la eruptividad jurásica, lo constituye el origen del magma granítico postulado por Uliana *et al.* (1985) que se originaría por anatexis de corteza continental (Hildreth 1981), lo cual resulta coherente, en principio, con el valor de la relación inicial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de 0.7126 de la isocrona de 140 Ma.

## Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se destacan las siguientes conclusiones:

Se diferencian sobre la base de mapeo geológico-estructural y de edades radiométricas Rb/Sr la existencia de dos formaciones graníticas en los afloramientos de granitoides del cerro Colorado de las Sierras Australes bonaerenses.

Ambas unidades representan eventos tectotérmicos post-precámbricos (post-basamento) que se asocian con la evolución tectónica paleozoica y mesozoica de las Sierras Australes de Buenos Aires.

Para la unidad más antigua de granitos foliados, Granito Cerro Colorado (CC), se ha obtenido una isocrona Rb/Sr de  $381 \pm 9$  Ma, con una relación inicial de 0,7035, que permite, en forma preliminar, interpretarlo como de origen magmático primario. Se lo considera emplazado sintectónicamente durante la Orogenia Cháñica compresiva en la Formación Mascota y constituye una eruptividad correlacionable con los pórfidos riolíticos de La Mascota - La Hermita, en sincronía con la discordancia pre-Formación Sauce Grande de las Sierras Australes.

La unidad más moderna de granitoides no foliados, Granito Los Chilenos (LCh), ha proporcionado una isocrona Rb/Sr de  $140 \pm 14$  Ma, con una relación inicial de 0,7126 y se lo considera, con reservas, originado a partir de fusión cortical parcial. Durante su emplazamiento intrusivo epizonal en la Formación Mascota y en el Granito Cerro Colorado, se estima que las condiciones tectónicas correspondieron a un régimen extensional que preanunciaba la apertura atlántica.

La vinculación genética con el Granito Los Chilenos de venas epigenéticas de fluorita y cuarzo en el Granito Cerro Colorado, apunta a incluir un nuevo elemento de correlación geológica entre esta región y la comarca de Sierra Grande en Patagonia Nororiental.

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte de resultados obtenidos en el marco de los Proyectos UBACYT Ex-217 y Ex-120, por lo que se agradece a la Universidad de Buenos Aires el apoyo recibido para su concreción. A Miguel Uliana, un sencillo recuerdo por su aliento en la continuidad de estas investigaciones. Un agradecimiento especial a Eduardo Llambías y Luis Dalla Salda por sus revisiones del trabajo en calidad de árbitros. Este trabajo es una contribución al Proyecto IGCP436.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Berthé, D., Choukrone, P. y Jégouzo, P., 1979. Orthogneiss, mylonite and non coaxial deformation of granites: the example of South Armorican Shear Zone. *Journal of Structural Geology* 1 (1): 31-42.
- Cingolani, C.A. y Varela, R. 1973. Examen geocronológico por el método Rubidio-Estroncio de las rocas ígneas de las Sierras Australes bonaerenses. *Actas 5° Congreso Geológico Argentino* (V. Carlos Paz, Córdoba), 1: 349-371. Buenos Aires, Argentina.
- Cobbold, P.R., Massabie, A.C. y Rossello, E.A., 1986. Hercynian wrenching and thrusting in the Sierras Australes foldbelt. *Hercynica*, 2: 135-148.
- Cobbold, P.R., Massabie A.C. y Rossello, E.A., 1989. Importancia del cizallamiento dúctil en la evolución geotectónica de las Sierras Australes de Buenos Aires. *Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses* (Tandil). *Actas*: 1.047-1.054. CIC. La Plata, Argentina.
- Cobbold, P.R., Gapais D. y Rossello, E.A., 1991. Partitioning of transpressive motions within a sigmoidal foldbelt: the Variscian Sierras Australes, Argentina. *Journal Structural Geology*, 13(7): 743-758.
- Corbella, H., 1973. Acerca de la existencia de cuerpos hipoabissales granito-riolíticos en el distrito minero de Sierra Grande (Provincia de Río Negro) y su posible importancia metalogénica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 28(4): 353-363.
- Grecco, L.E., Gregori D.A. y Maiza, P.J., 1984. Relación del contenido de fluor y de (OH) en las "biotitas" de las rocas graníticas de la cantera Cerros Colorados, Provincia de Buenos Aires. *Actas 9° Congreso Geológico Argentino*, 3: 368-375. S. C. Bariloche
- Grecco, L.E. y Gregori, D.A., 1993. Estudio geoquímico de los intrusivos graníticos cerros Colorados y Aguas Blancas, Sierras Australes, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Actas 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 4: 81-89. Buenos Aires.
- Grecco, L.E., Gregori, D.A. y Ruvimos, M.A., 1997. Characteristics of Neoproterozoic magmatism in Sierras Australes, southeast Argentina. *Zentralblatt Geologische Paläontologie Teil 1* (3-6): 609-619. Stuttgart.
- Harrington, H.J., 1947. Explicación de las Hojas Geológicas 33m (Sierra de Curamalal) y 34 m (Sierra La Ventana), provincia de Buenos Aires. Dirección Nacional de Minería y Geología. Boletín 61, 56 p. Buenos Aires, Argentina.
- Hildreth, W., 1981. Gradients in silicic magma chambers: implications for lithospheric magmatism. *Journal Geophysical Research*, 86: 10153-10192.
- Kilmurray, J.O., 1968. Petrología de las rocas ígneas de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. *Revista*

- Museo de La Plata (Nueva Serie). 6: 155-188. La Plata, Argentina.
- Llambías, E.J. y Prozzi, C.R., 1975. Ventania. Relatorio del 6° Congreso Geológico Argentino (Bahía Blanca), 79-101, Buenos Aires.
- Massabie, A.C. y Rossello, E.A., 1984. La discordancia pre-Formación Sauce Grande y su entorno estratigráfico, Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. Actas 9° Congreso Geológico Argentino (S.C. Bariloche). 1: 337-352. Buenos Aires, Argentina.
- Massabie, C.A. y Rossello, E.A., 1997. El contacto entre las rocas graníticas y las sedimentitas en el cerro Colorado, Sierras Australes de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, Homenaje al doctor Arturo J. Amos, Resúmenes 53(1): 17. Buenos Aires.
- Massabie, A. C. y Rossello, E. A., 1998. Granito Los Chilenos (Sierras Australes de Buenos Aires, Argentina): testimonio precursor del rifting jurocretácico de las cuencas del Colorado y Macachín. 2° Congreso Uruguayo de Geología Actas: 7-9, Punta del Este, Uruguay.
- Nulló, F.E., 1991. Cuencas extensionales del Mesozoico inferior en el extremo sur de Sudamérica. Un modelo transpresional. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 46(1-2): 115-126. Buenos Aires, Argentina.
- Pomilio, G.A., 1980. Geología y petrografía del cerro Colorado. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 46 p., (inédito). Buenos Aires, Argentina.
- Rossello, E.A., Massabie, A.C., Lopez Gamundi, O.R., Cobbold, P.R. y Gapais, D., 1997. Late Paleozoic transpression in Buenos Aires and northeast Patagonia ranges, Argentina. Journal South American Earth Sciences, 10(5-6): 389-402.
- Uliana, M.A., Biddle, T. Phelps, D.W. y Gust, A., 1985. Significado del vulcanismo y extensión mesojurásicos en el extremo meridional de Sudamérica. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 40(3-4): 231-253.
- Varela, R., Dalla Salda, L.H. y Cingolani, C.A., 1985. Estructura y composición geológica de las sierras Colorada, Chasicó y Cortapié, Sierras Australes de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 40(3-4): 254-261.
- Varela, R., Cingolani, C.A. y Dalla Salda, L.H., 1990. Edad del granito de cerro Colorado y su implicancia geotectónica. Actas 11° Congreso Geológico Argentino (San Juan). 2: 279-282. San Juan, Argentina.
- Willamson, J. H., 1968. Least square fitting of a stright line. Canadian Journal of Physics, 46: 1845-1847.

**Recibido:** 27 de noviembre, 1998

**Aceptado:** 12 de noviembre, 1999