

# Texturas relícticas en las metaignimbritas neoproterozoicas del basamento del cerro del Corral, Sierras Australes de Buenos Aires

Pablo D. GONZÁLEZ<sup>1,2</sup>, Gerardo N. PÁEZ<sup>2</sup>, Fernando M. CERVERA<sup>2</sup> y Martín IRIBARNE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Geológicas (CIG) - Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP). 1 N° 644, CP 1900, La Plata, Provincia de Buenos Aires. E-mail: gonzapab@cig.museo.unlp.edu.ar

<sup>2</sup>Cátedra de Petrología I - Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP). 60 y 120 s/n. CP 1900, La Plata, Provincia de Buenos Aires.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP). 60 y 120 s/n. CP 1900, La Plata, Provincia de Buenos Aires.

RESUMEN. Relictos de textura eutaxítica, vitroclastos desvitrificados y litoclastos andesíticos fueron encontrados en rocas ígneas ácidas con escasa deformación y bajo grado metamórfico, en el margen oriental del cerro del Corral (Sierras Australes de Buenos Aires, Argentina). Sobre la base de estas características piroclásticas y la presencia de fenocristales de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico, re-interpretamos al protolito de estas rocas como ignimbritas de composición fenodacítica a fenorholítica. Los fenocristales de cuarzo (de hasta 1,5 cm de diámetro) tienen engolfamientos, canalículos e inclusiones redondeadas, rellenos con el mismo material fino (felsítico a esferulítico), no foliado y desvitrificado de la matriz piroclástica. Además, esta matriz también está preservada como pequeños remanentes adosados a los fenocristales y lateralmente pasa a una matriz milonítica moderadamente foliada, rica en cuarzo y sericita, con textura granoblástica a granolepidoblástica. La redefinición de estas rocas como metaignimbritas tiene una gran importancia estratigráfica y grandes implicancias geológicas para el basamento de las Sierras Australes de Buenos Aires. La depositación de estas metaignimbritas se habría producido a partir de flujos piroclásticos, y habría ocurrido en un ambiente geológico dominado por estratovolcanes que, probablemente, habrían estado vinculados a un arco magmático Neoproterozoico perteneciente al ciclo Brasiliano - Panafricano.

Palabras clave: *Metaignimbritas, Textura eutaxítica, Basamento, Sierras Australes, Buenos Aires*

ABSTRACT. *Relictic textures in the Neoproterozoic meta-ignimbrites of the basement of Cerro del Corral, Sierras Australes de Buenos Aires.* Relicts of eutaxitic texture, devitrified vitric fragments and andesitic lithoclasts occur in low-grade and weakly deformed acid meta-magmatic rocks of the eastern margin of the Cerro del Corral (Sierras Australes de Buenos Aires, Argentina). On the basis of the pyroclastic characteristics and the presence of quartz, plagioclase and K-feldspar phenocrysts, we re-interpreted the protolith of these rocks as ignimbrites of fenodacitic to fenorhyolitic composition. Embayed quartz phenocrysts (up to 1.5 mm diameter) show micro-channels and rounded inclusion filled with the same fine-grained, devitrified and non-foliated material (with felsitic to spherulitic texture) of the pyroclastic matrix. This matrix is also preserved as small remnants attached to the phenocrysts (or wrapping them) and passing laterally into a mylonitic matrix (quartz and sericite-rich and moderately foliated), with granoblastic to granolepidoblastic texture. We emphasize the stratigraphical importance and the geological implications for the basement of the Sierras Australes of Buenos Aires that can be derived from the re-examination of these rocks and their re-definition as meta-ignimbrites. The deposition of the meta-ignimbrites from pyroclastic ash flows occurred within a geological setting dominated by stratovolcanoes. This tectonic setting was probably associated with a Neoproterozoic magmatic arc belonging to the Brasiliano - Panafrican Cycle.

Key words: *Meta-ignimbrites, Eutaxitic texture, Basement, Sierras Australes, Buenos Aires*

## Introducción

Los complejos de rocas plutónicas, volcánicas y piroclásticas afectados por metamorfismo y por procesos de cizallamiento heterogéneo (frágil o dúctil), tienen fajas de rocas fuertemente deformadas que se intercalan con sectores donde la deformación es de menor intensidad. El pasaje entre estas fajas puede ser transicional o puede ser un límite neto, con desarrollo de bandas de milonitas o de rocas cataclásticas, con espesores que varían entre pocos

centímetros y decenas de metros y longitudes de centenas de metros. Los sectores internos de las fajas poco deformadas y con metamorfismo de grado muy bajo a bajo (sectores más alejados de las bandas de milonitas o cataclasitas), son los lugares más favorables para la preservación de la fábrica primaria del protolito ígneo. La conservación de las texturas ígneas originales en las rocas poco deformadas, está favorecida por una corta duración del metamorfismo y por la presencia de minerales estables o poco reactivos en el protolito, como por ejemplo

los fenocristales de cuarzo (Vernon 1986, 1987, 1996).

En el área del cerro del Corral (37°56' S - 62°10' O), hemos encontrado recientemente texturas eutaxíticas y felsíticas, estructuras de microplegamiento por flujo, cristaloclastos de feldespatos y de cuarzo (con engolfamientos e inclusiones y canaliculos de vidrio de la matriz), fragmentos de pómez y trizas vítreas y fragmentos líticos volcánicos, en rocas con escasa deformación y metamorfismo del basamento de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1a). Estos hallazgos permitieron identificar al protolito de estas rocas como ignimbritas de composición dacítica - riolítica.

Las rocas no plutónicas del cerro del Corral fueron anteriormente clasificadas como lavas riolíticas. En este sentido, Kilmurray (1961, 1968 a y b, 1975) determinó el origen ígneo del protolito de las rocas milonitizadas de este cerro, con granitos ubicados en la porción oeste del cerro y rocas volcánicas ácidas en el sector este, que clasificó como riolitas y pórfidos riolíticos. Además, Kilmurray (1975) mencionó (aunque con dudas) que algunas rocas efusivas milonitizadas de los cerros del Corral y Pan de Azúcar también podrían clasificarse como tobas soldadas, lo que representa la primera mención de la presencia de rocas piroclásticas en el basamento de las Sierras Australes de Buenos Aires. Para llegar a estas conclusiones Kilmurray (1961, 1968 a y b, 1975) se basó en una cartografía de detalle, junto a un completo estudio petrográfico que aún hoy está en vigencia. Posteriormente, Varela y Cingolani (1975) completaron el estudio textural de las rocas del cerro del Corral, apoyando el carácter extrusivo del protolito de las rocas miloníticas de su mitad oriental, y nuevamente remarcaron la posibilidad de que el mismo podría tratarse de tobas fuertemente soldadas.

El objetivo de esta contribución es comunicar el hallazgo de metaignimbritas de composición dacítica - riolítica en el basamento ígneo metamorfozado de la zona del cerro del Corral (Sierras Australes de Buenos Aires), y describir los caracteres ígneo - piroclásticos primarios de estas rocas, sobre la base del estudio de los relictos de su textura eutaxítica, de sus fragmentos de trizas vítreas y de sus cristaloclastos y litoclastos volcánicos. El descubrimiento de metaignimbritas nos permitió interpretar a estas rocas como formadas a partir de flujos piroclásticos primarios, y a su vez, que estos flujos estarían intercalados con otros depósitos de similares características (ya descritos en trabajos anteriores y que afloran en otros sectores de las Sierras Australes). Todas estas rocas formarían parte de un complejo volcánico - piroclástico que está pobrememente expuesto junto con rocas plutónicas de emplazamiento epizonal, como el basamento ígneo metamorfozado de las Sierras Australes de Buenos Aires.

### Marco geológico de los cerros del Corral y Pan de Azúcar

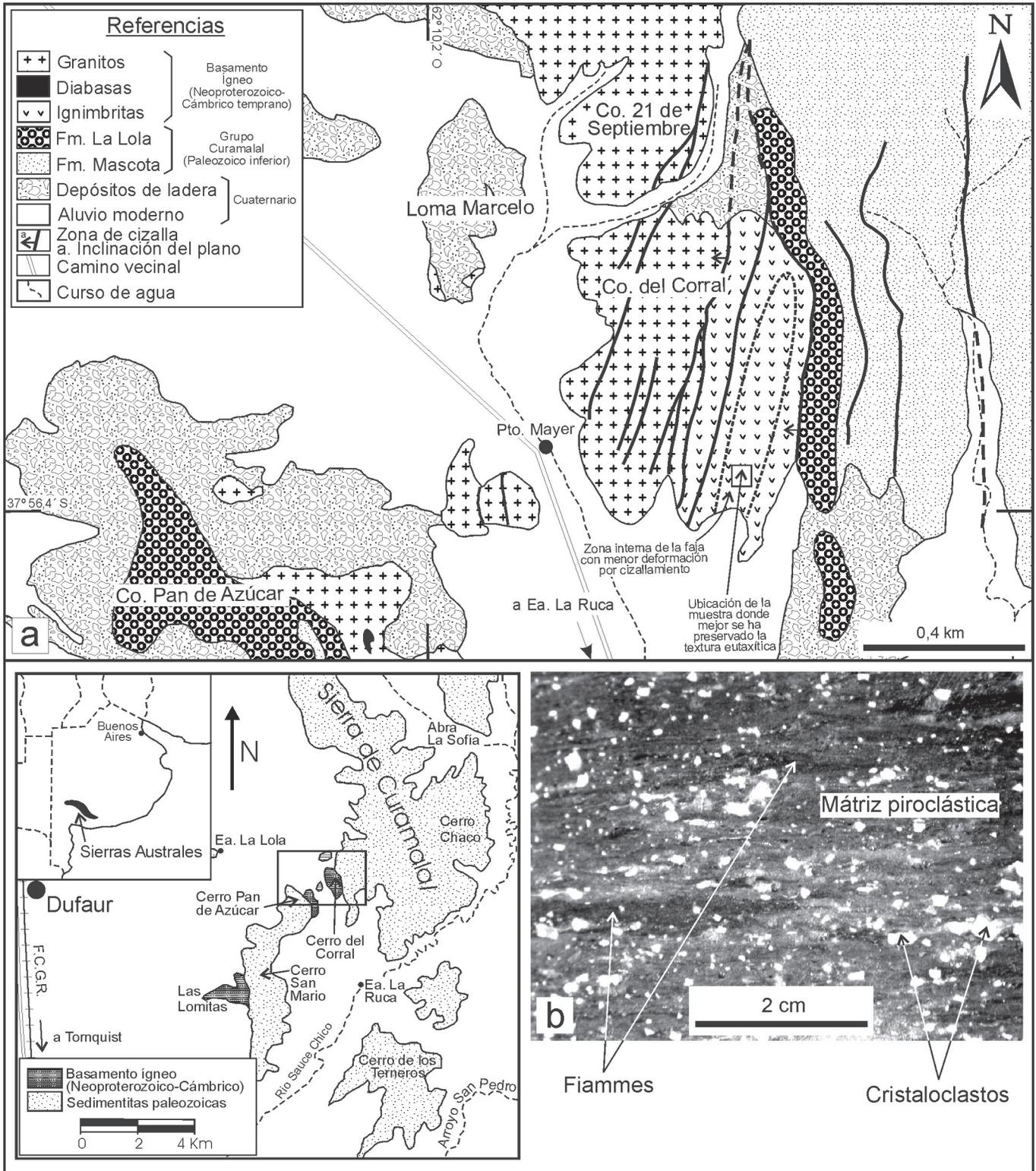
Las rocas del basamento ígneo - metamórfico de las Sierras Australes bonaerenses afloran a lo largo del borde

noroccidental, en una faja delgada y discontinua que acompaña la concavidad del arco de las sierras. En todos los casos, los afloramientos del basamento son de reducida extensión y están aislados de la cobertura sedimentaria paleozoica que caracteriza al orógeno de Ventania (de base a techo, Grupos Curamalal, Ventana y Pillahuinco; ver Harrington 1947). Una excepción es la zona del cerro Pan de Azúcar donde los conglomerados de la Formación La Lola (Grupo Curamalal), cubren en discordancia a rocas del basamento que están constituidas por paragneises (?), cataclasitas y milonitas de protolitos graníticos y riolíticos, y diques de diabasa (Kilmurray 1961, 1968 a y b, 1975; Cuerda *et al.* 1975; von Gosen *et al.* 1989). Los estudios de campo y los datos petrológicos y geoquímicos de detalle presentados por Grecco *et al.* (1997), sugieren que el cerro Pan de Azúcar sólo está constituido por rocas plutónicas ácidas (granitos, aplitas y pegmatitas) con grados variables de milonitización y que no aparecen rocas metamórficas de protolitos sedimentarios.

El basamento en el cerro del Corral está constituido por fajas de milonitas y cataclasitas de protolitos ígneos que se intercalan con fajas de granitos poco deformados y con las ignimbritas milonitizadas descritas en este trabajo. Los granitos se ubican en la mitad occidental del cerro, mientras que las ignimbritas ocupan la mitad oriental del mismo (Fig. 1a) y se encuentran en contacto tectónico con los conglomerados de la Formación La Lola, mediante una zona de cizalla de rumbo norte - sur e inclinación al oeste. También es tectónico el contacto entre las ignimbritas y los granitos, a través de otra zona de cizalla de rumbo submeridiano e inclinación al oeste (Fig. 1a).

La milonitización y el metamorfismo de bajo grado en facies esquistos verdes de las rocas ígneas de los cerros del Corral y Pan de Azúcar, se conocen desde los trabajos pioneros de Kilmurray (1961, 1968 a y b, 1975). Con posterioridad, von Gosen *et al.* (1989), Delpino y Dimieri (1992, 1993) y Delpino (1993), caracterizaron con mayor detalle a esta deformación y concluyeron que se trata de un cizallamiento dúctil o frágil - dúctil (con formación de esquistosidades y superficies Riedel), que se habría producido en el Pérmico junto con el plegamiento de la cubierta sedimentaria paleozoica. Los mecanismos de deformación actuantes sobre los minerales del protolito ígneo (recristalización dinámica del cuarzo y el feldespato alcalino, microfracturamiento de las plagioclasas, entre otros) y la formación de una paragénesis metamórfica constituida por sericita + calcita + cuarzo + biotita + muscovita ( $\pm$  epidoto), sugieren que la temperatura del metamorfismo habría tenido rangos variables entre 400° y 450° C, con condiciones de baja presión de agua y presión total estimada en alrededor de 2 Kb (Delpino y Dimieri 1992, 1993; Delpino 1993). Estas condiciones de temperatura y presión indican que el metamorfismo habría alcanzado la parte media de la facies esquistos verdes, dentro del rango de presión más bajo.

La movilidad química de los elementos mayoritarios, traza y tierras raras de las riolitas (rocas ahora consideradas metaignimbritas) y los granitos, fue un proceso coetáneo



**Figura 1:** a, Mapa geológico de la zona del cerro del Corral (Sierras Australes de Buenos Aires) basado en la interpretación de fotografías aéreas y datos de campo. También se exhibe el bosquejo de ubicación regional de los cerros Pan de Azúcar - del Corral dentro del ámbito de las Sierras Australes de Buenos Aires. b, Fotografía de una sección cortada y pulida de una muestra de mano de las metaignimbritas con textura eutaxítica (*fiammes* achatadas) y cristaloclastos de cuarzo y feldespatos.

con la milonitización y el metamorfismo del basamento de los cerros del Corral y Pan de Azúcar (Grecco *et al.* 2000). La migración de los elementos químicos y el intercambio iónico en el interior de las fajas habría sido de tal magnitud que, en algunos casos, se formaron bandas de filonitas a partir de los protolitos graníticos (rocas comparables con algunas fajas de esquistos verdes de Cuerda *et al.* 1975 o esquistos cuarzo - sericíticos de Kilmurray 1975).

Con respecto a la edad del basamento de los cerros del Corral y Pan de Azúcar, las rocas ígneas se han asignado a la actividad magmática intrusiva y extrusiva vinculada con el ciclo orogénico Brasiliano - Panafricano (Cingolani y Varela 1973 y antecedentes allí citados; Varela y Cingolani 1975; Varela *et al.* 1990). Sobre la base de dataciones radimétricas se han obtenido edades de  $638 \pm 30$  Ma,  $671 \pm 35$  Ma y  $655 \pm 30$  Ma (Rb-Sr, roca total) para las rocas ígneas no plutónicas (metaignimbritas) del cerro del Corral (Varela y Cingolani 1975). Posteriormente estas dataciones fueron recalculadas con las nuevas constantes, obteniéndose una edad promedio de  $678 \pm 30$  Ma (Varela *et al.* 1990). Además, para los granitos que están ubicados sobre la ladera oeste del cerro del Corral, Rapela *et al.* (2001) determinaron una edad U-Pb SHRIMP circón de  $612,3 \pm 5,3$  Ma, con MSWD 2,6. Para las diabasas del cerro Pan de Azúcar, Varela y Cingolani (1975) comunicaron una edad de  $603 \pm 30$  Ma (K-Ar, roca total). También existe una datación K-Ar (muscovita) en un granito del entorno de este mismo cerro, que tiene una edad de 598 Ma (Cazeneuve 1967, según comunicación verbal de Linares, en Cingolani y Varela 1973). Desde el punto de vista geocronológico, todas estas edades radimétricas permiten ubicar en el Neoproterozoico (carta cronoestratigráfica de Remane *et al.* 2000) al protolito ígneo de los cerros del Corral y Pan de Azúcar.

Recientemente, Rapela *et al.* (2001) y Rapela y Pankhurst (2002) realizaron nuevos estudios de geocronología U-Pb SHRIMP en granitos (San Mario y Cerro Colorado: 530 - 527 Ma) y riolitas (La Mascota - La Ermita: 509 Ma), que afloran en localidades al sudeste y noroeste de los cerros Pan de Azúcar y del Corral, respectivamente. Sobre la base de los nuevos datos obtenidos, Rapela *et al.* (2001) y Rapela y Pankhurst (2001, 2002) determinaron que en las Sierras Australes existe otro pulso magmático del Cámbrico temprano-medio, que está separado del anterior (Neoproterozoico) por un intervalo de alrededor de 80 Ma, y al cual vincularon con la historia tectomagmática del cinturón de Saldania en el basamento de la faja plegada de El Cabo, en el sur de África.

### Caracteres ígneo - piroclásticos primarios de las metaignimbritas

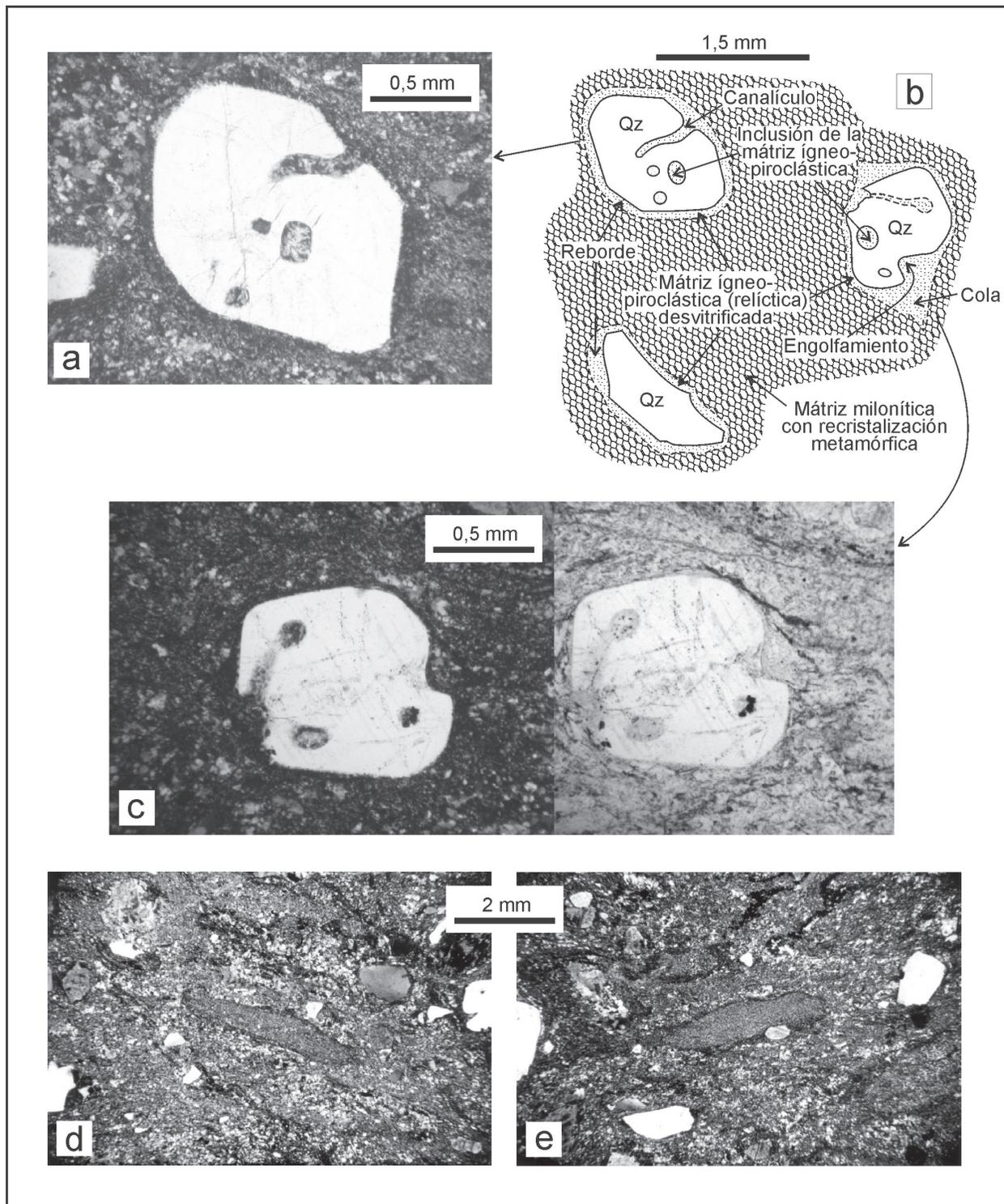
Los ejemplos mejor preservados de las metaignimbritas provienen del interior de fajas de rocas con poca deformación y escaso metamorfismo, que están ubicadas en el sector oriental del cerro del Corral (Fig. 1a). En muestra de mano, se trata de rocas castaño rojizas a gris verdosas,

con fenocristales subhedrales de cuarzo, límpidos y transparentes, con diámetros máximos de hasta 2,5 milímetros. También aparecen fenocristales de feldespatos rosados y blancos, tabulares y euhedrales de hasta 2 mm de largo por 1 mm de ancho. Los fenocristales también se exhiben dado que se repiten reiteradamente como cristalo-clastos rotos y microfracturados, que tienen bordes irregulares, concoides o rectos. Los fenocristales están acompañados por fragmentos de pómez o *fiammes* aplastadas y compactadas que definen la textura eutaxítica de las ignimbritas (Fig. 1b). Las *fiammes* son gris verdosas, tienen forma lenticular (hasta 5 cm de largo y aproximadamente 0,6 cm de ancho) y están constituidas por cristales y vidrio castaño claro a rojizo y recrystalizado. La matriz de las ignimbritas está conformada por un agregado afanítico que rodea tanto a los fenocristales como a las *fiammes*.

Los relictos de las texturas piroclásticas se han preservado en los sectores más protegidos de la deformación, como en los cuellos entre dos fenocristales vecinos y en colas y rebordes alrededor de los fenocristales. Todos estos sectores con escasa o nula deformación por cizalla, están rodeados por una matriz milonítica donde predominan las microtexturas producidas por el cizallamiento y la recrystalización metamórfica. A continuación se brinda la descripción microscópica de los componentes y de las microtexturas relicticas de las metaignimbritas.

*Fenocristales:* los de cuarzo son individuos bipiramidales hexagonales de aristas redondeadas o fragmentos rotos y angulosos de los mismos (Fig. 2a, b y c). Los bordes son netos y tienen engolfamientos, o se presentan difusos y corroídos por su reacción con la matriz piroclástica (Fig. 2c). Tienen inclusiones redondeadas de esta matriz y extinción normal y sólo unos pocos ejemplares aparecen con una leve extinción ondulosa. Están rodeados por un reborde de aproximadamente 100  $\mu$ m de espesor que está constituido por un agregado felsítico microa criptocristalino de granos subredondeados y anhedrales de cuarzo y feldespatos, que se han interpretado como los sectores relicticos de la matriz piroclástica desvitrificada (Fig. 2b). Este mismo material también se halla en el interior de las inclusiones y en los canalículos que conectan a estas últimas con los rebordes. Por afuera de los rebordes y rodeando a los mismos, se encuentra la matriz milonítica de textura granoblástica suturada - poligonal a granolepidoblástica, constituida por granos de cuarzo (y probablemente también de feldespatos) microcristalinos que tienen un tamaño de grano mayor a los cristales de los rebordes relicticos. Entre los granos de cuarzo se disponen escamas subhedrales de sericita que provienen de la recrystalización metamórfica y que no están presentes en la textura de los rebordes.

Los fenocristales de cuarzo también tienen colas lenticulares ubicadas en sectores protegidos de la deformación, que son coincidentes con la dirección de máxima extensión de las metaignimbritas (paralela a su lineación milonítica). Estos sectores no son colas o sombras de presión sino que también corresponden a relictos de la matriz



**Figura 2:** **a**, Fotomicrografía (nicoles cruzados) de un fenocristal de cuarzo bipiramidal hexagonal con inclusiones redondeadas y un canaliculo que está conectado con el reborde de la matriz piroclástica relictica. En el extremo superior izquierdo de la fotomicrografía aparece un sector de la matriz milonítica con textura granoblástica suturada a poligonal. **b**, Gráfico que muestra el arreglo textural entre los fenocristales de cuarzo, la matriz piroclástica relictica que está adosada a los mismos y la matriz milonítica foliada. **c**, Fotomicrografías (la izquierda con nicoles cruzados y la derecha con nicoles paralelos) de otro fenocristal de cuarzo bipiramidal hexagonal que tiene un engolfamiento, dos inclusiones redondeadas y otra más que está conectada por un canaliculo con la matriz piroclástica. Además, presenta un borde con corrosión magmática de la misma matriz piroclástica. **d** y **e**, Fotomicrografías (nicoles cruzados) de dos fragmentos de pómez achatados o *fiammes* que están rodeados por un reborde negro que corresponde a los relictos de la matriz piroclástica desvitrificada. A su vez, ésta se encuentra rodeada por la matriz milonítica de textura granoblástica suturada a poligonal con una foliación milonítica incipiente. También se pueden apreciar los fragmentos de cristaloclastos de feldespatos (en color gris) y de cuarzo (en color blanco).

piroclástica desvitrificada, ya que están constituidas por el mismo material de los rebordes y no presentan las texturas de la matriz milonítica (Fig. 2b).

Los fenocristales de plagioclasa son tablillas subhedrales a euhedrales parcialmente alteradas a argilominerales. Tienen extinción normal y maclas polisintéticas en una sola dirección, son rectas y están bien definidas. Tienen las mismas características que los fenocristales de cuarzo, con bordes netos o difusos por corrosión de la matriz, además de rebordes y colas preservadas con el material felsítico de la desvitrificación.

Los fenocristales de feldespato alcalino constituyen tablillas euhedrales a subhedrales con maclas polisintéticas en dos direcciones que se cortan a 90°, son difusas y tienen un arreglo en enrejado. Tienen una zonación *patchy* con parches de otro feldespato (probablemente más cálcico) que está fuertemente reemplazado por argilominerales. De la misma manera que los de cuarzo y plagioclasa, los fenocristales de feldespato alcalino poseen rebordes y colas preservadas con el material felsítico de la matriz piroclástica desvitrificada.

*Fragments de pómez*: definen las *fiammes* lenticulares y están rodeadas por el mismo reborde de los fenocristales (Fig. 2d, e y Fig. 3a, b, c y d). Internamente tienen canalículos de escape de gases rellenos con granos de cuarzo anhedral, y además presentan líneas de fluidez en una matriz criptocristalina y desvitrificada, que tiene un tamaño de grano aún más pequeño que el material felsítico de los rebordes. Los canalículos y las líneas de fluidez son paralelos entre sí y guardan un ángulo menor a 30° con la foliación de la matriz milonítica. Además, las *fiammes* se curvan o se doblan cuando se ponen en contacto con los fenocristales, y se acomodan a la forma de los mismos, lo cual sugiere el aplastamiento y el soldamiento térmico de las metaignimbritas durante el movimiento del flujo piroclástico o después de finalizado el mismo (Fig. 3d).

*Trizas vítreas*: están únicamente preservadas en los cuellos entre dos fenocristales vecinos, o en los sectores aledaños al contacto entre los fenocristales y los fragmentos de pómez (Fig. 3b y c). Son de pequeño tamaño (< 100 μm), tienen forma irregular o de estrella y a diferencia de los fragmentos de pómez, no están aplastadas. Se encuentran desvitrificadas y están reemplazadas pseudomórficamente por un agregado de esferulitas plumosas y axiolitas secundarias, que se disponen en parches irregulares.

*Matriz ígneo - piroclástica*: está preservada en los rebordes y en las colas que rodean a los fenocristales y tiene una textura de desvitrificación felsítica no foliada (a diferencia de la matriz milonítica que tiene una foliación poco penetrativa que fue causada por deformación). También aparecen relictos de la matriz ígneo - piroclástica, con las mismas texturas felsíticas, en los cuellos y en las zonas entre dos fenocristales. Aquí, además, aparecen

micropliegues de flujo que están aplastados y tienen un estilo semejante a los pliegues intrafoliares desenraizados (Fig. 3e).

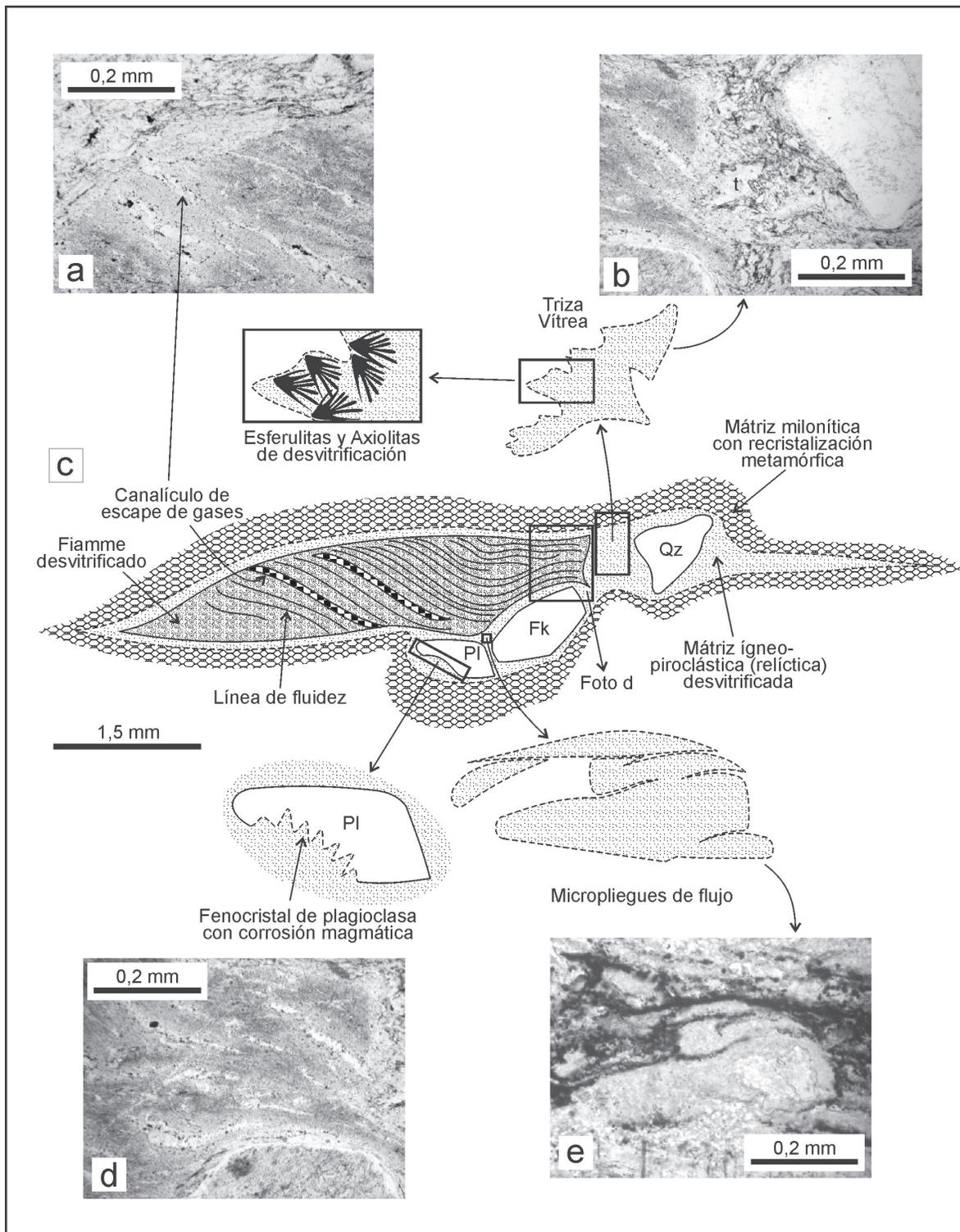
*Fragments líticos*: son de origen ígneo, su textura es volcánica y son de composición andesítica. Tienen forma subredondeada y un tamaño variable entre 1 y 1,5 mm (Fig. 4a, b, c y d). Su textura es microporfírica con microfenocristales euhedrales de plagioclasa rodeados por una pasta microcristalina de tablillas entrecruzadas y no orientadas del mismo mineral, en un arreglo pilotácico. En la zona de contacto con los fenocristales, la textura pilotácica de la pasta tiene un pasaje gradual en transición a una textura traquítica orientada, con cristales de plagioclasa que son paralelos a líneas de flujo. Estos fragmentos líticos también están rodeados por rebordes de la matriz piroclástica felsítica, y a su vez, ésta se encuentra rodeada por la matriz milonítica.

## Interpretación y discusión

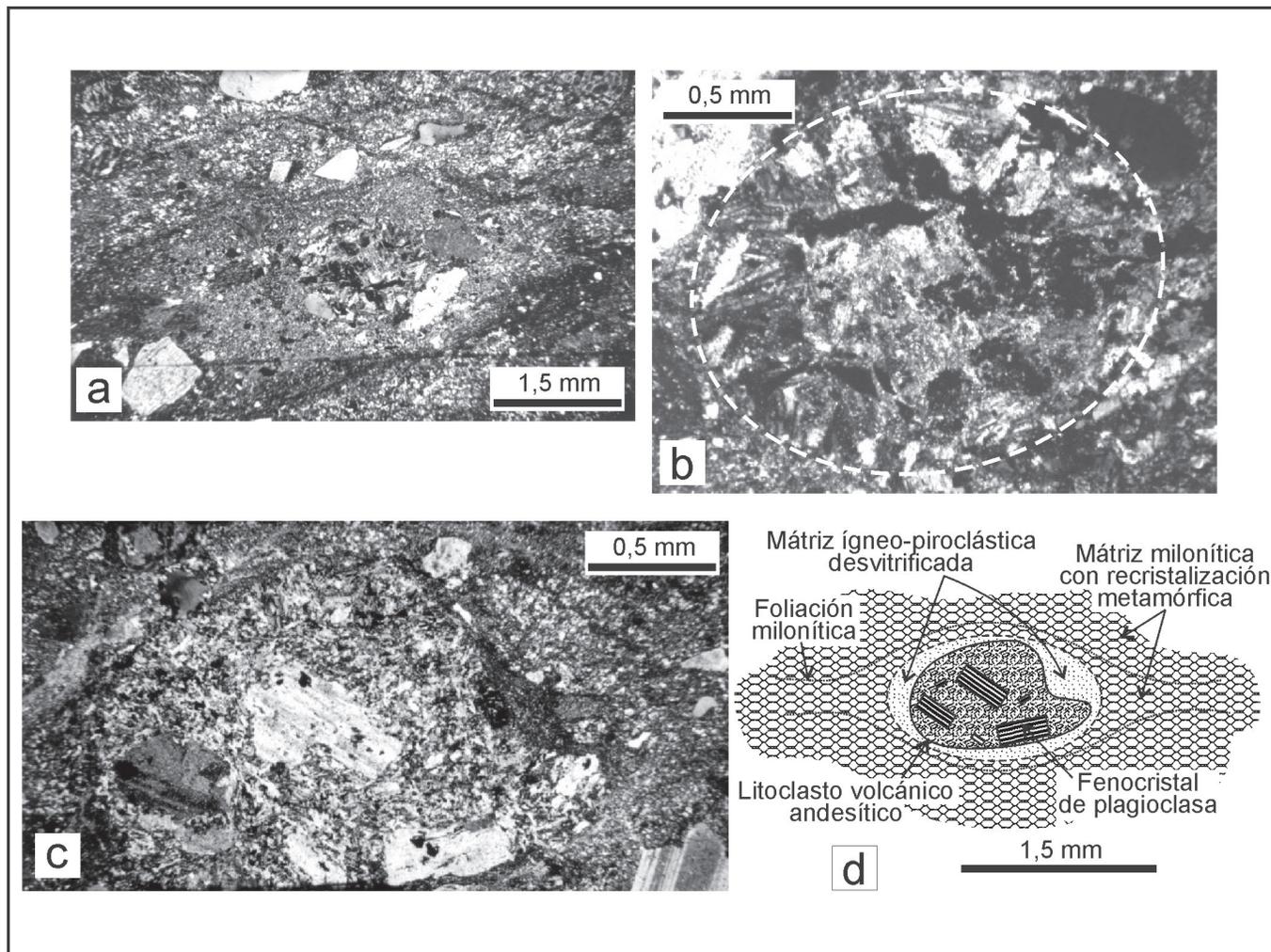
Las rocas que afloran en la mitad oriental del cerro del Corral fueron anteriormente descritas como riolitas, pero nuestro hallazgo de fragmentos de cristaloclastos, de vitroclastos (pómez colapsados o *fiammes* y trizas vítreas) y de litoclastos andesíticos, permite su reinterpretación como ignimbritas. Los abundantes fenocristales de cuarzo y de feldespatos (plagioclasa en mayor cantidad que feldespato alcalino) indican que estas ignimbritas son de composición fenodácica a fenoriolítica.

El carácter vítreo primario de la matriz piroclástica, de los fragmentos de pómez y de las trizas de estas ignimbritas está fundamentado por la presencia de dos tipos de agregados, uno de textura felsítica micro- a criptocristalina y otro de textura esferulítica - axiolítica. Como el agregado felsítico reemplaza a los vitroclastos se trata de una textura típica de la recristalización de un vidrio. Lo mismo ocurre con las texturas esferulítica y axiolítica que reemplazan pseudomórficamente a las trizas vítreas y provienen de un proceso de desvitrificación de las mismas.

La matriz piroclástica desvitrificada ha quedado bien preservada en los rebordes y en las colas alrededor de los fenocristales, pero ha sido totalmente borrada del interior de microlitones que tienen mayor deformación por cizallamiento dúctil. Esta misma matriz también se encuentra en el interior de las inclusiones de los fenocristales, y en los canalículos que conectan a éstas con el exterior, lo que indica que la misma fue atrapada por los fenocristales durante su crecimiento. Los microlitones tienen textura granoblástica a granolepidoblástica con granos suturados a poligonales de cuarzo (y quizá también de feldespatos), entre los que se disponen escamas de sericita metamórfica que definen una foliación milonítica escasamente penetrativa. La preservación de texturas volcánicas o volcano - piroclásticas (relictos adosados alrededor de fenocristales de cuarzo o en su interior) es común en los protolitos de las rocas metamórficas de bajo grado de va-



**Figura 3:** **a,** Fotomicrografía de detalle (nicoles paralelos) del extremo izquierdo de una *fiamme* lenticular, donde se pueden apreciar sus líneas de fluidez y sus canaliculos de escape de gases que están rellenos con cuarzo. Estos elementos guardan un ángulo de aproximadamente 30° con la foliación milonítica de la matriz deformada. **b,** Fotomicrografía de detalle (nicoles paralelos) del extremo derecho de la misma *fiamme*, en la cual se aprecia una triza vítrea (t) en la zona de un cuello entre un cristaloclasto de cuarzo y la *fiamme*. La triza vítrea aún conserva su forma original de estrella y está desvitrificada, pero no está colapsada o aplastada. **c,** Gráfico que muestra la textura del interior de la *fiamme* presentada en las anteriores fotomicrografías y su arreglo con la matriz milonítica deformada. **d,** Fotomicrografía de detalle (nicoles paralelos) del aplastamiento y el soldamiento de las líneas de fluidez y los canaliculos de escape de gases de la *fiamme*, a lo largo de un contacto con un fenocristal de feldespato alcalino que está corroído por la matriz piroclástica. **e,** Fotomicrografía de detalle (nicoles paralelos) de un microplegue de flujo que aparece en un reborde relictico entre la *fiamme* y dos fenocristales, uno de feldespato alcalino y otro de plagioclasa.



**Figura 4:** **a**, Fotomicrografía (nicoles cruzados) de un litoclasto volcánico de composición andesítica, que está rodeado por relictos de la matriz piroclástica desvitrificada, cuyo tamaño de grano es menor a la matriz milonítica (con textura granoblástica) que la envuelve. **b**, Fotomicrografía de detalle (16x - nicoles cruzados) del litoclasto andesítico de la figura 4a, donde se pueden apreciar sus microfenocristales de plagioclasa y su pasta pilotáxica de pequeñas tablillas no orientadas y entrecruzadas del mismo mineral. **c**, Fotomicrografía (nicoles cruzados) de otro litoclasto volcánico de composición andesítica, con microfenocristales de plagioclasa y pasta pilotáxica, que en el contacto con los fenocristales tiene pasajes graduales a una textura traquíutica orientada. El litoclasto está rodeado por un reborde de color negro constituido por los relictos de la matriz piroclástica. **d**, Gráfico obtenido de la fotomicrografía anterior, donde se puede observar la textura volcánica del litoclasto y el arreglo entre los relictos de la matriz piroclástica y la matriz milonítica causada por la deformación.

rios sectores del basamento australiano (Vernon 1986, 1987, 1996).

La presencia de los fenocristales de cuarzo y de feldespatos con engolfamientos, canalículos y corrosión magmática en los bordes y la zonación *patchy* en los feldespatos alcalinos refuerzan el origen ígneo - piroclástico del protolito de las rocas del sector oriental del cerro del Corral. Sin embargo, son caracteres que también pueden aparecer en las coladas de lava.

La preservación de los canalículos de escape de gases en el interior de las *fiammes* (fragmentos de vitroclastos que no han perdido totalmente su porosidad primaria) y de trizas poco aplastadas (conservando su forma primaria original) sugieren que el flujo piroclástico que produjo a estas ignimbritas, habría tenido un bajo a moderado grado de soldamiento (p. ej. podría pertenecer a un sector distal de

la base o el techo de un flujo piroclástico). Además, esto nos permite interpretar que lateralmente también podrían encontrarse preservados los sectores centrales del flujo con mayor grado de soldamiento (probablemente estos lugares son los que fueron confundidos anteriormente con coladas de lavas riolíticas, por el gran parecido de sus líneas de fluidez y por sus fenocristales). El hecho de que el flujo piroclástico pueda tener diferentes grados de soldamiento en sentido vertical y lateral, sugiere que las rocas piroclásticas del cerro del Corral son ignimbritas de bajo grado (compararlas con los ejemplos de Llambías 2001, p. 190-197 y referencias allí citadas). En este sentido, otras características importantes de este tipo de ignimbritas son sus vitroclastos orientados y desprovistos de signos de fuerte soldamiento (*fiammes* achatadas que aún conservan algo de su porosidad), y las *fiammes* que rodean a los

litoclastos y cristaloclastos que muestran un mayor aplastamiento a lo largo de los contactos (Llambías 2001). Como se ha expuesto precedentemente, todas estas características son comunes en las ignimbritas del cerro del Corral.

## Correlaciones

Las ignimbritas del cerro del Corral podrían relacionarse lateralmente con las rocas riolíticas que afloran en otros sectores de las Sierras Australes de Buenos Aires, como por ejemplo en la región de las estancias La Mascota - La Ermita. Aquí, Harrington (1947), Kilmurray (1961) y Japas y Sellés - Martínez (1998) citaron litologías y texturas ígneas relicticas que son comparables con las rocas del cerro del Corral, con pórfidos cuarcíferos, pórfidos riolíticos y riolitas que tienen fenocristales de cuarzo y feldspatos en una pasta felsítica. Además, cabe destacar que Japas y Sellés - Martínez (1998) mencionaron que las rocas de la estancia La Mascota tienen microtexturas porfíricas, esferulíticas y perlíticas recrystalizadas y estructuras de disyunción columnar y además interpretaron que corresponderían a tobas riolíticas desvitrificadas. Estos hechos sugieren que los afloramientos de basamento de la estancia La Mascota también podrían estar constituidos por ignimbritas y además que podrían ser equivalentes y tendrían cierta vinculación genética con las rocas piroclásticas del cerro del Corral. De confirmarse esta interpretación, los afloramientos de ignimbritas milonitizadas de las Sierras Australes no estarían únicamente restringidos al cerro del Corral y podrían extenderse desde aquí hacia el noroeste hasta la zona de la estancia La Mascota, incorporando a las riolitas de la estancia La Ermita.

El ambiente tectónico donde se originó el magmatismo neoproterozoico y cámbrico temprano a medio del basamento de las Sierras Australes de Buenos Aires, aún no está bien definido y es poco claro (p. ej. ver discusiones en Grecco y Grégori 1993; Grecco *et al.* 1997; Rapela *et al.* 2001; Rapela y Pankhurst 2002). La redefinición de las rocas de la mitad oriental del cerro del Corral como ignimbritas de bajo grado que provienen de flujos piroclásticos con grados variables de soldamiento, nos permite vincular a estos depósitos con ambientes orogénicos y, probablemente, también se los pueda relacionar con el desarrollo de estratovolcanes y/o de calderas, que son edificios volcánicos comunes en los arcos magmáticos continentales.

La comparación de los datos de las ignimbritas dacíticas a riolíticas del cerro del Corral con aquellos de los antecedentes de las rocas riolíticas de la estancia La Mascota sugieren que entre ambos conjuntos de rocas existen algunas diferencias texturales, genéticas y geocronológicas. Con respecto a las diferencias texturales, y de acuerdo con los datos de nuestro trabajo, las rocas piroclásticas del cerro del Corral son ignimbritas de bajo grado. Por el contrario, si se confirma que las rocas de la estancia La Mascota no son pórfidos cuarcíferos o riolíticos, y que aquí el basamento está constituido por

rocas piroclásticas, podría tratarse de ignimbritas de alto grado. En muchas ocasiones estas ignimbritas fueron confundidas con pórfidos cuarcíferos o riolíticos, por su gran parecido con ellos (ver los ejemplos dados por Llambías 2001). Desde un punto de vista genético, las ignimbritas de bajo y de alto grado están vinculadas a diferentes ambientes tectónicos. Las primeras son rocas que están relacionadas a un ambiente orogénico de arco magmático continental, mientras que las ignimbritas de alto grado son rocas más comunes en los ambientes anorogénicos de intraplaca (Llambías 2001). La afinidad calcoalcalina de ciertas rocas riolíticas del cerro del Corral (Grecco *et al.* 1997) indica su probable vinculación genética con un ambiente orogénico, así como la afinidad peralcalina de las riolitas de La Mascota - La Ermita (Rapela y Pankhurst 2002) sugiere la vinculación de estas rocas con un ambiente anorogénico. Finalmente, las edades de ambos grupos de rocas también son diferentes e indican que la efusión de los mismos se produjo en al menos dos pulsos separados en alrededor de 80 Ma, hecho que ya fue reconocido por Rapela *et al.* (2001) y Rapela y Pankhurst (2002), con la depositación de las ignimbritas del cerro del Corral en el Neoproterozoico ( $678 \pm 30$  Ma, Varela *et al.* 1990) y la erupción de las riolitas de La Mascota - La Ermita en el Cámbrico medio (509 Ma, Rapela y Pankhurst 2002).

## Conclusiones

- 1) La porción oriental del cerro del Corral está constituida por ignimbritas de composición fenodacítica a fenoriolítica. Las texturas piroclásticas permiten interpretarlas como ignimbritas de bajo grado con soldamiento moderado.
- 2) Las ignimbritas provienen de la depositación de flujos piroclásticos primarios y no de coladas de lavas riolíticas.
- 3) La aparición de estos flujos piroclásticos permite vincularlos a la construcción de edificios volcánicos del tipo de los estratovolcanes o de calderas que no han quedado preservados, pero cuyos depósitos son el testimonio de un magmatismo explosivo que habría ocurrido durante la formación del basamento de las Sierras Australes de Buenos Aires.

## Agradecimientos

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a Carlos «Pipe» Pezzotti y a María Cecilia Cávana por su colaboración durante los trabajos de campo y por el valioso intercambio de ideas. Al Dr. Eduardo J. Llambías le agradecemos su enorme e inagotable paciencia para escuchar y comentar las opiniones vertidas por los autores durante la redacción de este trabajo, y la corrección del manuscrito original que resultó de relevante importancia para mejorarlo. La minuciosa revisión, los comentarios y las sugerencias de los árbitros contribuyeron a mejorar la versión

final de esta contribución. La Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP) concedió los fondos para el financiamiento de los trabajos de campo y de los cortes delgados, a través de la Ord. 219/01. Además, fueron utilizadas imágenes satelitales provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE, Argentina) para el Proyecto Investigaciones Geológicas en el Centro - Oeste de Argentina.

#### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Cingolani, C. y Varela, R., 1973. Examen geocronológico por el método Rb - Sr de las rocas ígneas de las Sierras Australes Bonaerenses. 5° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 349-371. Buenos Aires.
- Cuerda, A., Cingolani, C. y Barranquero, H., 1975. Estratigrafía del basamento Precámbrico en la comarca de los Cerros Pan de Azúcar - del Corral, Sierras Australes (Provincia de Buenos Aires). 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas 1: 57-63. Buenos Aires.
- Delpino, S., 1993. Mecanismos de deformación y transformaciones mineralógicas como indicadores del régimen de deformación operante sobre las rocas del basamento del faldeo occidental del cerro del Corral, Sierras Australes de Buenos Aires. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), Actas 3: 21-31.
- Delpino, S. y Dimieri, L., 1992. Análisis de la deformación sobre las rocas del basamento aflorantes en el faldeo occidental del cerro del Corral, Sierras Australes Bonaerenses. 7° Reunión de Microtectónica (Bahía Blanca), Actas: 53-61.
- Delpino, S. y Dimieri, L., 1993. Características de la deformación y cinemática de las rocas del basamento, Perfil Las Lomitas, Sierras Australes de Buenos Aires. 8° Reunión de Microtectónica (S.C. Bariloche), Actas: 11-14.
- Grecco, L. y Gregori, D., 1993. Estudio geoquímico de los intrusivos graníticos Cerros Colorados y Aguas Blancas, Sierras Australes, Provincia de Buenos Aires, Argentina. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), Actas 4: 81-89.
- Grecco, L., Gregori, D. y Ruviños, M., 1997. Characteristics of Neoproterozoic magmatism in Sierras Australes, southeast Argentina. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie* 1 (3-6): 609-619. Stuttgart.
- Grecco, L., Delpino, S., Gregori, D. y Dimieri, L., 2000. Evaluación de la movilidad de elementos mayoritarios y traza durante la milonitización de rocas del basamento de las Sierras Australes de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 55 (4): 352-362.
- Harrington, H., 1947. Explicación de las Hojas Geológicas 33m (Sierra de Curamalal) y 34m (Sierra de la Ventana), Provincia de Buenos Aires. Dirección de Minería y Geología, Boletín 61: 1-43, Buenos Aires.
- Japas, S. y Sellés-Martínez, J., 1998. Análisis de la microfábrica deformacional de los «Pórfidos Riolíticos» en el área de basamento de Pigüé, Sierras Australes de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 53 (3): 317-324.
- Kilmurray, J., 1961. Petrografía de las rocas ígneas de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral Inédita N° 250. Museo de La Plata.
- Kilmurray, J., 1968 a. Petrología de las rocas ígneas de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo de La Plata, Sección Geología*, 6: 155-188. La Plata.
- Kilmurray, J., 1968 b. Petrología de las rocas cataclásticas y el skarn del anticlinal del cerro Pan de Azúcar (Partido de Saavedra, Provincia de Buenos Aires). 3° Jornadas Geológicas Argentinas (Comodoro Rivadavia), Actas 3: 217-238.
- Kilmurray, J., 1975. Las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Las fases de deformación y nueva interpretación estratigráfica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 30 (4): 331-348.
- Llambías, E. J., 2001. Geología de los Cuerpos Igneos. Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO). Serie Correlación Geológica 15. CONICET y Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (Universidad Nacional de Tucumán). 232 pp., San Miguel de Tucumán.
- Rapela, C. y Pankhurst, R., 2001. The final assembly of southwestern Gondwana: a proto - Pacific perspective. 11° Congreso Latinoamericano de Geología y 3° Congreso Uruguayo de Geología (Montevideo), Actas en CD, 1p.
- Rapela, C. y Pankhurst, R., 2002. Eventos tecto-magmáticos del Paleozoico inferior en el margen proto-Atlántico del sur de Sudamérica. 15° Congreso Geológico Argentino (El Calafate), Actas en CD, Artículo N° 036, 6p.
- Rapela, C., Pankhurst, R. and Fanning, C., 2001. U-Pb SHRIMP ages of basement rocks from Sierra de la Ventana (Buenos Aires Province, Argentina). 3° South American Symposium on Isotope Geology (Pucón), Sesión Temática 2: 225-228.
- Remane, J., Cita, M., Dercourt, J., Bouysse, P. Repetto, F. y Faure-Mauret, A., 2000. Explanatory note to the International Stratigraphic Chart. International Union of Geological Sciences and Earth Sciences Division of UNESCO, 16p.
- Varela, R. y Cingolani, C., 1975. Nuevas edades radimétricas del basamento aflorante en el perfil del cerro Pan de Azúcar - cerro del Corral y consideraciones sobre la evolución geocronológica de las rocas ígneas de las Sierras Australes, Provincia de Buenos Aires. 6° Congreso Geológico Argentino (Bahía Blanca), Actas 1: 543-556.
- Varela, R., Cingolani, C. y Dalla Salda, L., 1990. Edad del granito del Cerro Colorado y su implicancia geotectónica, Sierras Australes de Buenos Aires. 11° Congreso Geológico Argentino (San Juan), Actas 2: 279-282.
- Vernon, R., 1986. Evaluation of the «Quartz - Eye» hypothesis. *Economic Geology* 81: 1520-1527.
- Vernon, R., 1987. Evaluation of the «Quartz - Eye» hypothesis - a reply. *Economic Geology* 82: 1083-1084.
- Vernon, R., 1996. Structural evidence of parent rocks in high-grade metamorphic areas - specially Broken Hill. Abstracts of the workshop on «New developments in Broken Hill - style deposits, Hobart, Tasmania. Edición electrónica en la web: <http://www.es.mq.edu.au/gemoc/annrep97/abs96/Vern196.htm>.
- von Gosen, W., Buggisch, W. y Dimieri, L., 1989. Structural and metamorphic evolution of the Sierras Australes (Buenos Aires Province, Argentina). *Geologische Rundschau* 79(3): 797-821.

**Recibido:** 20 de agosto, 2002

**Aceptado:** 2 de septiembre, 2003