

PRIMERA MENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCLINO NEGRO EN VETAS PEGMATÍTICAS DEL BASAMENTO DE LAS SIERRAS SEPTENTRIONALES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Lajoinie María F.^{1,2}; Canafoglia María E.^{3,4}; Lanfranchini Mabel E.^{1,5} y Etcheverry Ricardo O.^{1, 2}

¹ Instituto de Recursos Minerales (INREMI) FCNyM-UNLP-CIC. Calle 64 esq. 120, La Plata (1900), Argentina. Tel/Fax: +54(0221)-422-5648. florencialajo@hotmail.com

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

³ Centro de Química Inorgánica (CEQUINOR) FCE-UNLP-CONICET.

⁴ Facultad de Ciencias Naturales y Museo. FCNyM UNLP.

⁵ Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CICBA).

Resumen. El Cerro Guacho corresponde a uno de los asomos del basamento ígneo-metamórfico de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. En este sector afloran rocas graníticas intruidas por vetas pegmatíticas cuya mineralogía está constituida por microclino + plagioclasa + cuarzo + turmalina (chorlo). Entre estos minerales se destacan los cristales de microclino por su particular coloración gris oscura a negra. Estudios petrográficos realizados en estos últimos permitieron la identificación de pertitas de reemplazo de grano grueso y de numerosas inclusiones sólidas cuyos tamaños son inferiores a los 300 nm. El empleo de microscopía electrónica y la ejecución de estudios semicuantitativos a través de un detector EDAX revelaron que estas inclusiones corresponden a nanocristales de PbS (galena), ZnS (esfalerita), fluorapatita y baritina. Las inclusiones de sulfuros de metales base representan un rasgo particular en el microclino, que le otorgan la coloración oscura. Por otra parte, la presencia de los mencionados sulfuros constituye una nueva evidencia de actividad hidrotermal en este ámbito, que se suma a las reportadas por otros autores. Este proceso estaría evidenciando la circulación de fluidos magmáticos póstumos, asociados a fundidos anatócticos generados tras el intenso metamorfismo al que fueron sometidas estas rocas durante el Ciclo Transamazoniano.

Palabras clave. Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires, basamento, Paleoproterozoico, microclino negro, procesos hidrotermales.

Abstract. "First mention and characterization of black microcline in pegmatitic veins of the Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires basement". The Guacho Hill constitutes an

outcropping portion of the igneous-metamorphic basement of the Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. It comprises granitic rocks that host pegmatite veins which mineralogical composition is: microcline + plagioclase + quartz + tourmaline (schorl). Among these minerals, the microcline is highlighted due to its dark, almost black color. Petrographic studies allowed recognizing coarse grain pertites of replacement origin and a big amount of very small (<300 nm) solid inclusions distributed in microcline crystals. Electronic microscopy studies and semiquantitative analysis executed by an EDAX detector revealed that solid inclusions correspond to nanocrystal of PbS (galena), ZnS (sphalerite), fluorapatite and barite. The above mentioned sulphide presence represents a particular feature and should give the dark colour to these crystals. On the other hand, it should also point out a hydrothermal fluid circulation, which could be linked to anatectic meltings formed due to intense metamorphism that occurred during Transamazonian Cycle.

Keywords. Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires, basement, Paleoproterozoic, black microcline, hydrothermal processes.

Introducción. Microclino, feldespató alcalino formador de una gran variedad de rocas, presenta una fórmula general: XZ_4O_8 , donde X corresponde a Ba, Ca, K, Na, NH₄, Sr y Z a Al, B y Si (Fleischer y Mandarino 1995). Típicamente presenta maclado en enrejado, clivaje perfecto según {001} en dos direcciones, muy bueno según {010} en dos direcciones y bueno según {110} en dos direcciones e intercrecimientos de albita exsuelta. Este mineral se presenta en diversas tonalidades claras tales como blanquecinas, amarillentas, rojizas, azuladas y grisáceas, mientras que los colores oscuros son poco frecuentes. En la presente contribución se realiza la primera mención de microclino negro identificado en vetas pegmatíticas del basamento de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. Los estudios realizados contribuyen a la caracterización mineraloquímica de este feldespató y sus implicancias genéticas, con énfasis en las causas que originaron su coloración anómala.

Marco geológico. El basamento cristalino de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires o Sistema de Tandilia (figura 1a), denominado Complejo Buenos Aires (Marchese y Di Paola 1975), corresponde a una típica asociación ígneo-metamórfica compuesta principalmente por gneises granítico-tonalíticos, migmatitas, anfibolitas y plutones graníticos y en menor proporción por mármoles, esquistos y diques de composición ácida y básica.

Su evolución tectonomagmática corresponde al Ciclo orogénico Transamazoniano que tuvo lugar entre los 2200-1800 Ma (Teruggi *et al.* 1973). Este

Ciclo, atribuido a un episodio de colisión continental (Cingolani y Dalla Salda 2000), generó deformación, metamorfismo y anatexis de las rocas corticales provocando el consecuente emplazamiento de cuerpos graníticos. Entre los 1800 y 1600 Ma aconteció un estadio de régimen distensivo post-colisional (Cingolani 2010).

La cobertura sedimentaria (figura 1a) está com-

puesta por dos sucesiones: una calcárea y silicoclástica contemporánea con el Ciclo Brasiliano que comprende el Grupo Sierras Bayas (Dalla Salda e Iñiguez 1979 y Poiré 1987) y la Formación Cerro Negro (Iñiguez *et al.* 1989), y otra de composición silicoclástica que corresponde a la Formación Balcarce (Dalla Salda e Iñiguez 1979) depositada durante el Paleozoico inferior (Ciclo Famatiniano).

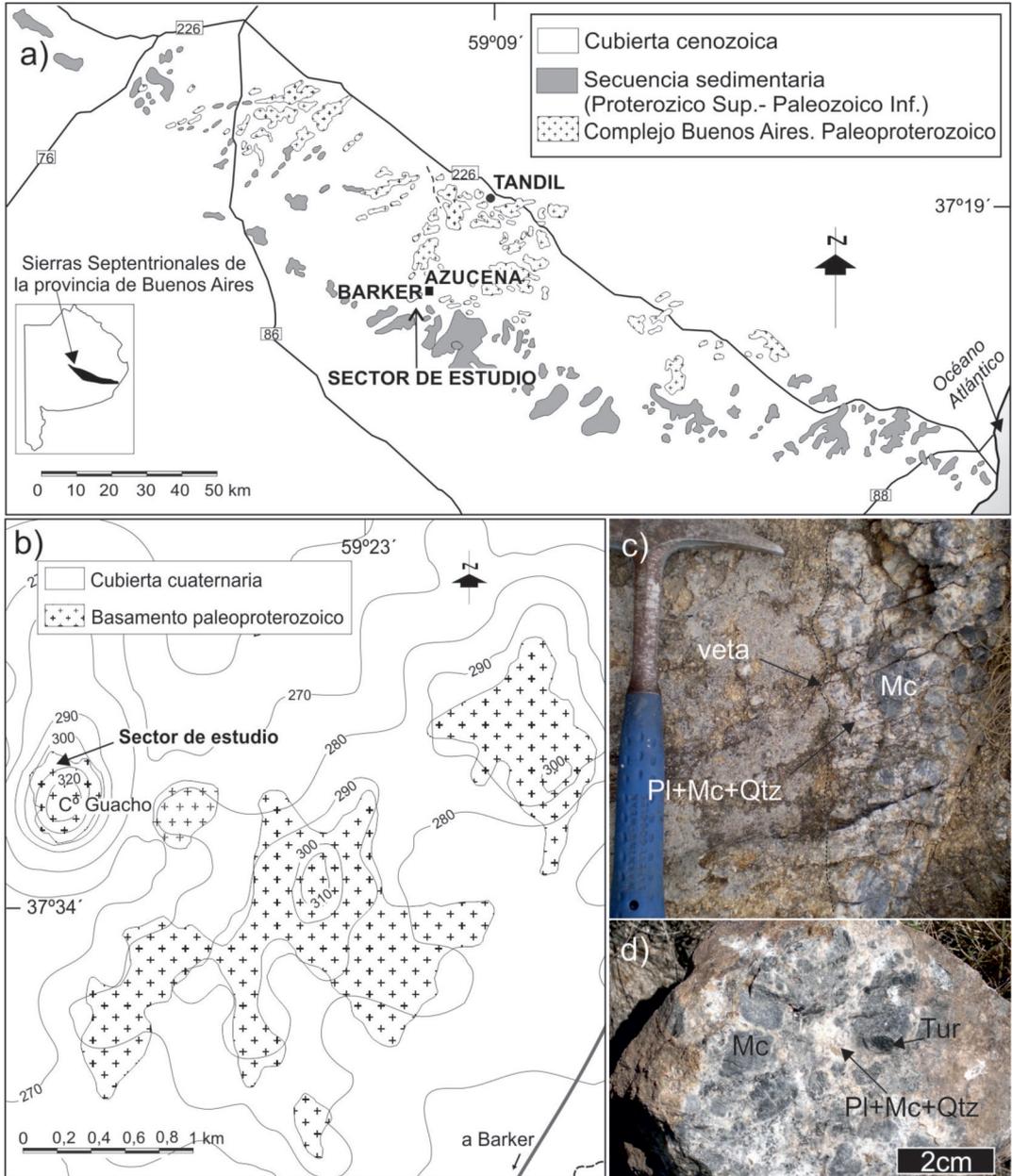


Figura 1. a) Mapa geológico de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires (simplificado de Dalla Salda et al. 2005), donde se destaca la ubicación del área de estudio. **b)** Detalle de la geología del área y ubicación del Cerro Guacho, modificado de Lajoine et al. (2013). **c)** Veta pegmatítica. **d)** Detalle de la mineralogía de las vetas. Abreviaturas minerales según Siivola y Schmid (2007).

El área de estudio se ubica en el Cerro Guacho, emplazado entre las localidades de Barker y Azucena (figura 1b). En este sector el microclino negro integra vetas pegmatíticas de origen ígneo (figura 1c), en paragénesis con plagioclasa, cuarzo y turmalina de variedad chorlo (Lajoinie *et al.* 2013 y Lajoinie 2015), figura 1d.

Metodología de trabajo. Se realizaron estudios petrográficos, análisis por microsonda electrónica y microscopía electrónica de barrido (MEB) con difracción de electrones secundarios (EDS). El microanálisis se realizó en centro, bordes y perfiles de cristales, con dos microsondas electrónicas: una Cameca, modelo Camebax SX 100, en el laboratorio de microanálisis del Servicio de Ciencia y Técnica de la Universidad de Oviedo, España y otra marca JEOL, modelo Superprobe JXA-8230, en el Laboratorio de Análisis de Materiales por Rayos X (LAMARX) de la Universidad Nacional de Córdoba. Se usó aceleración de corriente 20 y 15 kV, respectivamente, intensidad de corriente entre 10 y 20 nA, diámetro de haz de electrones entre 1 y 2 μm y estándares naturales convencionales. La microscopía electrónica de barrido se realizó con un

MEB (FEI Quanta 200) con filamento de tungsteno; se utilizaron electrones retrodispersados para la obtención de las micrográficas. Para las determinaciones semi-cuantitativas EDS por microanálisis se utilizó un EDAX Detector Apollo 40 (LIMF-UNLP), a alto vacío.

Resultados. Los cristales de microclino presentan en muestra de mano color gris oscuro a negro y tamaños que oscilan entre 0,5 y 2 cm (figura 1d). Al microscopio, son subhedrales, con bordes irregulares, ocasionalmente reemplazados por plagioclasa y turmalina (figura 2a). Registran numerosas inclusiones sólidas, distribuidas casi uniformemente en todos los cristales (figura 2b). Poseen el típico maclado en enrejado, interrumpido por el desarrollo de pertitas “en llama” y “en bandas” de albita exsuelta (figura 2c). Algunas de estas bandas tienen buen desarrollo por lo que puede identificarse el maclado polisintético de plagioclasa y además la presencia de cristales de cuarzo que genera una textura mirmequítica (figura 2d). Algunos microclinos se encuentran englobando cristales más pequeños de plagioclasa y muscovita (textura poiquilítica).

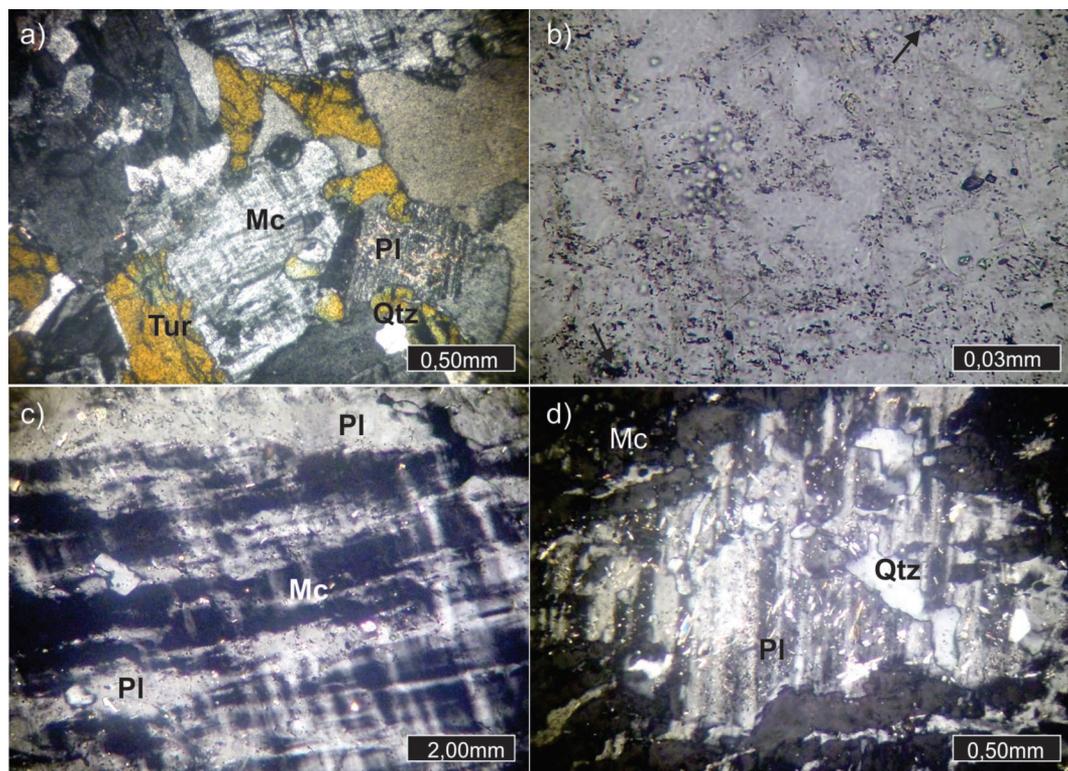


Figura 2. Microclino: **a)** Con analizador, textura y mineralogía de la veta. **b)** Apariencia y distribución de las inclusiones de minerales opacos (sin analizador). **c)** Pertitas en «banda» y en «llama» (con analizador). **d)** Exsolución de plagioclasa en cristal de microclino con inclusiones de cuarzo mostrando una textura mirmequítica. Abreviaturas minerales según Siivola y Schmid (2007).

Tabla 1. Composición química promedio de los cristales de microclino, obtenida mediante microsonda electrónica. TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO y SrO presentan valor igual a 0.

Óxido	SiO_2	Al_2O_3	FeO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	BaO	P_2O_5
% promedio	65,05	19,09	0,01	0,00	0,02	15,21	0,36	0,14	0,13

Los valores composicionales promedio obtenidos por microsonda electrónica (Tabla 1) permitieron definir la siguiente fórmula química: $(Na_{0,02}Ca_{0,01}Ba_{0,03}K_{0,94})Al_{0,69}Si_{3,31}O_8$. Además, el análisis de los perfiles realizados en los cristales de microclino (no mostrados en el presente trabajo), permitió determinar una fluctuación en los contenidos de óxidos mayoritarios (como Na) y minoritarios y además correlacionar los mayores contenidos de Ca con los de P_2O_5 .

Los estudios MEB posibilitaron la identificación de las inclusiones de nanocristales de PbS (galena, figuras 3a y b) y ZnS (esfalerita, figuras 3c y d). Los elementos constituyentes de estos minerales no pudieron ser determinados por microsonda electrónica debido a que el tamaño de los cristales es aproximadamente 2000 veces menor que la apertura

del haz del instrumento. En este sentido, la identificación de microcristales de fluorapatita mediante MEB permitió interpretar los resultados que habían sido previamente establecidos por microsonda electrónica. Otro mineral accesorio identificado fue baritina, cuyos cristales poseen dimensiones mayores, del orden de los 300 nm en promedio.

Discusión. La identificación de pertitas en los cristales de microclino es indicadora de procesos de desmezcla en estado sólido de feldespato potásico y albita, al dejar de ser miscibles por un descenso lento de la temperatura. Sin embargo, las pertitas de grano grueso (como en este caso), se formaron por alteración postmagmática, en la que la albita secundaria debió haber invadido al feldespato potásico por sus bordes en forma de "llamas"

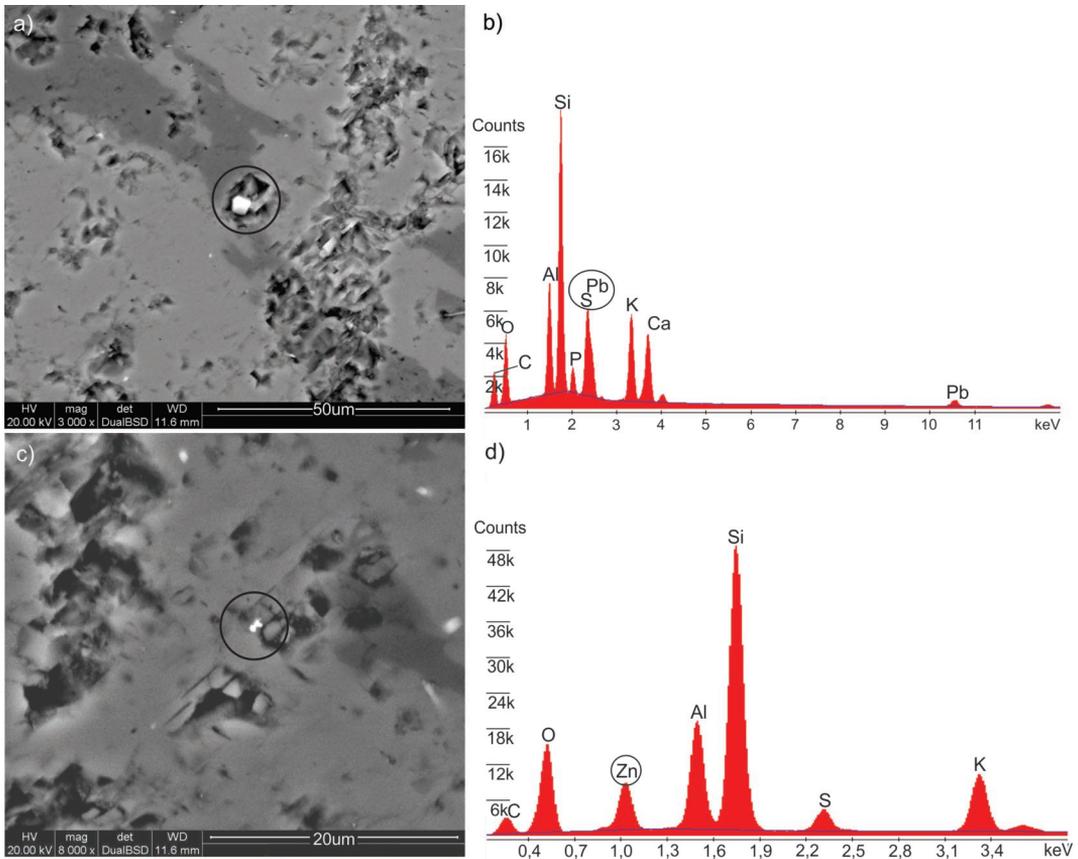


Figura 3. Galena: a) micrografía de nanocristales y b) ajuste de la determinación de EDS. Esfalerita: c) micrografía de nanocristales y d) Gráfica de EDS.

o "bandas". Éstas son las denominadas pertitas de reemplazo o formadas por procesos de albitización, que pueden generarse sin cambios significativos en el quimismo del cristal en un sistema esencialmente cerrado, o bien por la circulación de fluidos en un sistema abierto (Castro Dorado 2015). De acuerdo al análisis de los datos químicos obtenidos de tres cristales de microclino y a la presencia de nanocristales de sulfuros de metales base puede interpretarse que estos se formaron a partir de la participación de pulsos de fluidos hidrotermales coloidales (de acuerdo al tamaño de los cristales) cuya naturaleza se encuentra aún en estudio. Sin embargo, cabe destacar que otros autores han mencionado evidencias de actividad hidrotermal en el basamento de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires (Quartino y Villar Fabre 1967, Marchese y Di Paola 1975 y Dristas y Frisicale 1984), así como la presencia de manifestaciones metalíferas hidrotermales. Echeveste y Fernández (1994) determinaron una paragénesis integrada por sulfuros de Fe, Ni, Cu, Co asociados a óxidos de Fe-Ti, en diques básicos proterozoicos de la cantera San Luis, mientras que Coriale *et al.* (2011) identificaron también en el área de Tandil, sulfuros de Cu, Zn, Pb y Fe (calcopirita, esfalerita, galena y pirita) en vetillas de cuarzo y calcita.

Las inclusiones sólidas pueden otorgar coloraciones anómalas a los minerales. En este sentido, y dentro de las escasas citas existentes a nivel mundial de feldespatos oscuros, Cucurella *et al.* (2005) reportan la presencia de albitas negras en rocas volcánicas del distrito minero de Punitaqui (Chile). La coloración de estas plagioclasas es generada por la presencia de cristales micrométricos de magnetita que son atribuidos a la actividad hidrotermal existente en la zona y son considerados como un rasgo mineralógico de valor prospectivo.

Conclusiones. Las inclusiones de nanocristales de galena y esfalerita y de finas láminas de mica identificadas representan un rasgo particular en los cristales de microclino, que le otorgan la coloración gris oscura a negra.

La presencia de sulfuros de metales base en microclino es una nueva evidencia de actividad hidrotermal en este ámbito, que se suma a las reportadas por otros autores. Este proceso representaría un episodio póstumo del magmatismo que le sucedió al intenso metamorfismo acontecido en la región durante el Ciclo Transamazoniano. Este aporte contribuye al conocimiento de la evolución del basamento de la provincia de Buenos Aires.

Agradecimientos. La presente investigación fue financiada con subsidios de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICBA) y por la Universidad Nacional de La Plata (proyectos 11N-617 y 11N-716). Expresamos

nuestro agradecimiento al Dr. Julio Oyarzabal por la revisión del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Castro Dorado, A. 2015. Petrografía de Rocas Ígneas y Metamórficas. Paraninfo, Madrid. 253 pp.
- Cingolani, C.A. 2010. The Tandilia System of Argentina as a southern extension of the Río de la Plata Craton: An overview. *International Journal of Earth Science* 100: 221-242.
- Cingolani, C.A. y Dalla Salda, L.H. 2000. Buenos Aires cratonic region. En: Cordani, U., Milani, E., Thomaz Filho, A., Campos, D. (Eds.), *Tectonic evolution of South America*. 31st International Geological Congress, 139-146, Río de Janeiro.
- Coriale, N.G., de Barrio, R.E., Lanfranchini, M.E., Tessone, M.O., Etcheverry, R.O y Del Blanco, M.A. 2011. Manifestaciones hidrotermales metalíferas (Cu-Zn-Pb-Fe) en Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. XIX Congreso Geológico Argentino. Relatorio sesión S6, Neuquén.
- Cucurella, J., Oyarzún, J. y Pavicic, S. 2005. Hallazgo de albitas negras en andesitas basálticas porfíricas del distrito minero de Au-Cu-Hg de Punitaqui, Coquimbo, Chile. *Boletín Geológico y Minero* 116: 149-154.
- Dalla Salda, L.H. e Iñiguez, A.M. 1979. La Tinta, Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires. XII Congreso Geológico Argentino. Actas 1: 539-550, Neuquén.
- Dalla Salda, L.H., de Barrio, R.E., Echeveste, H. y Fernández, R. 2005. El basamento de las Sierras de Tandilia. En: de Barrio, R.E., Etcheverry, R., Caballé, M.F. y Llambías E.J. (Eds.), *Geología y Recursos minerales de la Provincia de Buenos Aires*. XXVI Congreso Geológico Argentino. Relatorio 32-50, La Plata.
- Dristas, J. y Frisicale, M. 1984. Estudio de los yacimientos de arcilla del Cerro Reconquista, San Manuel, Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. IX Congreso Geológico Argentino. Actas 5: 507-521, San Carlos de Bariloche, Río Negro.
- Echeveste, H. y Fernández, R. 1994. Asociaciones de óxidos y sulfuros en diques básicos de las sierras de Tandil, provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo de La Plata, Nueva Serie, Geología* 11: 99-118.
- Fleischer, M. y Mandarino, J. A. 1995. *Glossary of Mineral Species 1995*. The Mineralogical Record, Tucson.
- Iñiguez, A.M., del Valle, A., Poiré, D.G., Spalletti, L.A. y Zalba, P.E. 1989. Cuenca precámbrica-paleozoica inferior de Tandilia, provincia de Buenos Aires. En: Chebli, G y Spalletti, L.A.

- (Eds.), Cuencas Sedimentarias Argentinas, 245-263, Tucumán.
- Lajoinie, M.F. 2015. Geología y geoquímica del skarn San Miguel, Sistema de Tandilla, provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (inédito 300), 300 p., La Plata.
- Lajoinie, M.F., Canafoglia, M.E., Lanfranchini, M.E. y Etcheverry, R.O. 2013. Estudio de turmalinas y su implicancia genética en cuerpos pegmatoides del cerro Guacho, Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. XI Congreso de Mineralogía y Metalogenia. Actas: 73-78, San Juan.
- Marchese, H.G. y Di Paola, E. 1975. Miogeosinclinal Tandil. Revista de la Asociación Geológica Argentina 30: 161-179.
- Poiré, D.G. 1987. Mineralogía y sedimentología de la Formación Sierras Bayas en el núcleo Septentrional de las sierras homónimas, partido de Olavarría, provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata (inédito 271), 271 p., La Plata.
- Quartino, B.J. y Villar Fabre, J.F. 1967. Geología y petrología del basamento de Tandil y Barker (Provincia de Buenos Aires), a la luz del estudio de localidades críticas. Revista de la Asociación Geológica Argentina 22: 223-251.
- Siivola, J. y Schmid, R. 2007. List of Mineral Abbreviations. Recommendations by the IUGS Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks: Web version 01.02.07. www.bgs.ac.uk/scmr/home.html.
- Teruggi, M.E., Kilmurray, J.O. y Dalla Salda, L.H. 1973. Los dominios tectónicos de la región de Tandil. Anales de la Sociedad Científica Argentina 295: 81-94.