

Litargirio y plomo (\pm plata) en la mina La Argentina, Córdoba: Aporte de la mineralogía a la metalurgia extractiva de mediados del siglo XIX

Raúl Lira^{1,3}, Jorge A. Sfragulla² y María J. Espeche^{1,3}

¹Museo de Mineralogía y Geología "Dr. Alfred W. Stelzner" (FCEFYN-UNC)-CONICET, Córdoba, Argentina

²Secretaría de Minería, Provincia de Córdoba, Córdoba, Argentina

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

Fecha de recepción del manuscrito: 28/02/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 20/03/2020

Fecha de publicación: 15/04/2020

Resumen— La actividad minero-metalúrgica en los distritos mineros El Guaico y La Argentina, en el noroeste de la provincia de Córdoba, comenzó a principios del siglo XIX; sin embargo, los antecedentes de la minería en la provincia se remontan a finales del siglo XVI. En la actualidad sobreviven vestigios de lo que otrora fue un foco de beneficio socio-económico para la región, como establecimientos abandonados, hornos de fundición en ruinas y voluminosas escombreras enmascaradas por la vegetación. En 2018 se halló material digno de estudio en escombreras contiguas a las ruinas del horno de fundición de mina La Argentina. Estudios por difracción de rayos X y espectroscopía de energía dispersiva de rayos X permitieron su identificación como litargirio (PbO) con inclusiones de plomo argentífero (Pb \pm Ag). Si bien la muestra presentaba indicios texturales de material artificial, el estudio fue motivado debido a que ambos compuestos químicos pueden también formarse en la naturaleza conformando especies minerales homónimas, precisamente en la zona de oxidación de esta tipología de yacimiento en varias localidades mundiales. Su caracterización como producto metalúrgico derivado del beneficio de menas de plata de La Argentina permitió ahondar en el escaso conocimiento del pasado metalúrgico de la región noroeste de la provincia de Córdoba y confirmar datos previos de la existencia y origen del litargirio, publicados a fines de 1800.

Palabras clave— plomo, plata, metalurgia, Departamento Minas, Córdoba, siglo XIX.

Abstract— Mining and metallurgical activities at El Guaico and La Argentina mining districts, northwest of Córdoba province, began at the dawn of the 19th century; however, mining records in the province date back to the end of the 16th century. At present there are surviving vestiges of what once was the focus of socio-economic benefit for the region, such as abandoned establishments, ruined smelting furnaces and voluminous dumps masked by vegetation. In 2018, a noteworthy sample was found in dumps close to the smelting furnace of La Argentina mine. X-Ray diffraction and energy dispersive spectroscopy studies allowed its identification as litharge (PbO) with inclusions of silver-bearing lead (Pb \pm Ag). Even though the sample showed some physical aspects suggestive of an artificial product, its study was justified knowing that both chemical compounds can also crystallize under natural conditions forming homonymous mineral species, precisely in the oxidation zone of this ore deposit type in several worldwide occurrences. Its characterization as a metallurgical product derived from silver ore processing from La Argentina mine allowed to deepen into the barely available knowledge of the metallurgy historical development along the northwestern mining region of Córdoba province, and to validate previous data of the existence and origin of litharge published during the late XIX century.

Keywords— lead, silver, metallurgy, Minas Department, Córdoba, XIX century.

INTRODUCCIÓN

La minería de la plata en Córdoba tiene una larga historia, ya en 1582 Sotelo Narváez citaba la existencia de minas de plata en la región noroccidental de esta provincia (Gentile Lafaille, 2012). Hacia 1598, P. Cabrera menciona que ya se explotaban yacimientos de este metal en Ticas, actual Departamento Minas (Pace Gigli, 1944).

Con el inicio de la actividad en los departamentos Minas y Pocho (distritos mineros El Guaico y La Argentina, respectivamente), a principios del siglo XIX comenzaba paralelamente la instalación de establecimientos de tratamiento de minerales. De éstos el primero registrado fue el de San Roque, construido a principios de la década de 1820 a unas 8 leguas al oeste de Córdoba (~ 40 km), posiblemente el lugar de la estancia homónima actualmente bajo el lago. En 1827, dicho establecimiento fue destruido por una creciente, abandonado y nuevamente edificado en un lugar denominado San Francisco, a unas cuantas leguas de San Roque (posiblemente localizado en algún lugar del trayecto del actual río San Francisco o río Grande de Punilla), el que fuera luego saqueado y destruido por Facundo Quiroga (Hoskold, 1889). En 1832, se funda el

Dirección de contacto:

Raúl Lira, Av. Vélez Sarsfield 249, 5000 Córdoba, Argentina.

Tel: +54 351 5353800 interno 29900,

raul.lira@unc.edu.ar

establecimiento de fundición de Santa Bárbara, cercano al pueblo de La Higuera (Fig. 1), que beneficiaba minerales del distrito El Guaico del departamento Minas (Rickard, 1869). Posteriormente, en 1834, comienzan a funcionar los establecimientos de beneficio de minerales de plomo y plata de Ojo de Agua de Totox, al este de La Argentina y de Cacapiche, al norte de La Argentina; a partir de 1842 se sumó el de Tanninga, los que trataban en conjunto minerales provenientes de ambos distritos mineros (Hoskold, 1889).

En 1834 se descubre la mina La Argentina (Rickard, 1869). Según Pace Gigli (1944), los primeros en explotar la mina fueron los hermanos Güemes, dueños de la Merced de Yerba Buena, luego José María Fraguero, y posteriormente un señor de apellido Tricho. En 1838 su propietario Manuel de la Lastra y Compañía instalan una bomba a vapor traída de Inglaterra para desagotar la mina (tenía un pique vertical de unos 35 m de profundidad), hasta que en 1840 se abandonan los trabajos por efecto de la guerra civil. La situación política interna siempre influyó desfavorablemente sobre la actividad minera; los distritos mineros El Guaico y La Argentina, productores de plata y plomo, trabajados desde mediados de la década de 1830, tuvieron períodos alternados de trabajo y paralización por décadas debido a las guerras internas. A posteriori se rehabilitan los laboreos pero la bomba no funcionaba adecuadamente (Rickard, 1869). En 1844 se crea la Casa de Moneda de Córdoba; la plata para acuñación provenía de minas de esta región y era provista por Manuel de la Lastra, Agustín Lascano y los hermanos Juan y León Roqué (Bustos Argañarás, 2016), estos últimos propietarios del trapiche de Ojo de Agua y de la mina La Compañía.

En 1868 se produce la visita de Rickard, quien relata que estaban funcionando los trapiches de Tanninga, Ojo de Agua (con fábrica de munición en mina La Compañía) y Santa Bárbara (La Higuera). La mina La Argentina estaba abandonada y existían ruinas de un horno de reverbero con una chimenea de 12 m de altura, que según este autor se usaba "... para fundir los metales con litargirio y cenizas de jume..." (Rickard, 1869). Las cenizas de jume (*Chenopodiaceae*), arbusto autóctono de los suelos salinos del noroeste y centro-oeste de Argentina, debieron ser utilizadas, muy probablemente, por su actividad fundente, debido a sus elevados contenidos de carbonato de sodio y potasio (Na:K= 9:1), sulfatos y cloruros (Ruiz Leal, 1973).

Manuel Alberdi visita la mina La Argentina en 1880, cuando la Compañía Eddowes trataba de desagotarla y se estaban construyendo dos hornos pequeños. Para 1887 la mayoría de las minas de plata y plomo de Córdoba estaban paralizadas (Brackebusch, 1893, 1966).

En el año 2018, uno de los autores (J.A.S.) halló en las escombreras de los alrededores del horno de fundición de la mina La Argentina, un material de elevada densidad, aspecto terroso, color pardo claro debido a una costra carbonática y de textura groseramente fluidal con un borde rugoso llamativamente plano. Este hallazgo motivó el estudio de la muestra, cuyo objetivo fue mejorar el conocimiento de los minerales y de algunos de los productos metalúrgicos generados en el horno de reverbero de la mina la Argentina a principios del siglo XIX. En particular se intenta contribuir a esclarecer el origen de algunos compuestos químicos como los óxidos de Pb y el Pb nativo que pueden originarse tanto por procesos geológicos (minerales) como por procesos industriales

(producto antropogénico, no natural, que no satisface la definición de mineral; e.g., Nickel, 1995). En particular nos referimos a la formación de litargirio (PbO) y plomo (Pb), especies minerales supergénicas encontradas en los sombreros de oxidación de yacimientos de Pb-Ag-Zn, pero también como fundentes o subproductos de hornos de fusión de menas de Pb-Ag-Zn. Resultados parciales de esta investigación fueron publicados por Sfragulla y colaboradores en el marco del V Congreso Argentino de Historia de la Geología (V CAHGEO), celebrado en Córdoba en Septiembre de 2019 (Sfragulla *et al.*, 2019).

DISTRITO MINERO LA ARGENTINA Y MINA HOMÓNIMA

El distrito La Argentina se ubica a 25 km al oeste de San Carlos Minas, en los alrededores del poblado de La Argentina (31° 13' 38,63" S – 65° 18' 25,34" O, Fig. 1). Dentro del distrito se han reconocido más de 20 yacimientos, de los cuales los más conocidos son las minas La Argentina y Cruz del Señor. Se trata de vetas hidrotermales de cuarzo con galena, esfalerita en niveles profundos, pirita, arsenopirita, tetraedrita y calcopirita como accesorios comunes. Como minerales secundarios aparecen "argentita" (acantita), clorargirita, cerusita y anglesita, covellina, "limonitas", hematita, pirolusita, azurita y malaquita (Olsacher, 1942; Candiani y Sureda, 1999).



Fig. 1: Mapa de ubicación de las principales localidades y parajes del noroeste de Córdoba vinculadas al desarrollo de la actividad minera durante el siglo XIX. La mina La Argentina de donde proviene el material estudiado está localizada en el poblado homónimo. (Adaptado de Internet).

METODOLOGÍA ANALÍTICA

El análisis por difracción de rayos X (DRX) se realizó en el Instituto de Investigaciones en Físico-química de Córdoba (INFIQC) en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba. Se operó con radiación $\text{CuK}\alpha$ filtrada con Ni, a un voltaje de 40 kV y corriente de 40 mA. El diagrama de difracción fue corrido entre 5,01° y 79,97° con un paso de 0,026°, un tiempo de conteo de 6,498 segundos por paso y por medición continua. Los análisis por energía dispersiva de rayos X

(EDS, *Energy Dispersive Spectroscopy*) se realizaron con un espectrómetro Oxford acoplado a un microscopio electrónico de barrido Carl Zeiss modelo FE SEM SIGMA, localizado en el Laboratorio de Microscopía Electrónica y Análisis por Rayos X, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Las condiciones de operación del EDS fueron de 15 kV de voltaje, una apertura de 60,00 μm y una distancia de trabajo (WD) de 8,5 mm.

MINERALOGÍA

La muestra recogida por Sfragulla en 2018, en superficie fresca por rotura inducida, evidencia textura cavernosa y resplandece en color rojizo bermellón y brillo graso (Fig. 2a, b). Se presenta en un agregado de cristales laminares muy delgados cuyo entrecruzamiento en múltiples direcciones limita numerosas cavidades de paredes lisas. Mediante EDS estos cristales evidencian estar compuestos por Pb y O (\pm impurezas de Al, Ca y Si). Un estudio realizado por difracción de rayos X (DRX) confirmó que este material corresponde a litargirio (PbO), cuyos espaciados reticulares e intensidades relativas guardan coincidencia con el patrón 00-005-0561 de la base de datos del Joint Commission on Powder Diffraction Data-International Centre for Diffraction Data (JCPDS-ICDD, 2003; Tabla 1). Bajo lupa binocular, se observan escasos glóbulos incluidos en litargirio de color gris oscuro y brillo metálico, muy blandos, dúctiles y séciles, de ~ 2 mm de diámetro; éstos corresponden según EDS a Pb (\pm Ag), con impurezas de Si, Al y O (escoria silicática; Fig. 3a, b).

Larsen Jr. (1917) reconoció como nueva especie al litargirio diferenciándolo de la especie massicot (ambas modificaciones estructurales del PbO), a partir de ejemplares artificiales y naturales. Cucamonga Peak, en Lytle Creek District, San Gabriel Mountains, San Bernardino County, California, Estados Unidos, es el lugar originario del hallazgo de la especie litargirio.

SOBRE EL ORIGEN DEL LITARGIRIO Y DEL PLOMO ARGENTÍFERO

La presencia de litargirio en yacimientos portadores de metales base y nobles (Pb, Ag, Zn \pm Cu) podría eventualmente tornarse dudosa, en cuanto a origen se refiere (litargirio vs. litargirio artificial), cuando en dichos yacimientos se han practicado procesos metalúrgicos extractivos. Un caso ilustrativo bien estudiado es el de las famosas y ricas minas de plata de Laurion en Atica, Grecia, explotadas intensivamente durante el Período Clásico (siglos V y IV a.C., e.g., Rehren et al., 1999; Rosenthal et al., 2013). Allí se produjeron 1,4 Mt de Pb y más de 1 Mt de litargirio con beneficio de 350 t de Ag, mediante la copelación de menas plumbo-argentíferas. El litargirio generado y obtenido de la fundición por copelación se reutilizaba como fundente en las nuevas cargas de mena.

Experimentaciones paleometalúrgicas a pequeña escala fueron efectuadas por Gauthier y Téreygeol (2013) a partir de muestras de galena argentífera (la mena de plata más importante de la Edad Media y del siglo XVI) de tres regiones de Francia. Su finalidad fue intentar reconstruir la cadena operativa de ensayos de fundición para la determinación de proporciones de metales en menas

(“assaying”), desde el muestreo inicial hasta la obtención final de un régulo de metal y para entender, además, cómo surgió el conocimiento y cómo fue integrado a la cadena operativa de gran escala o industrial. La extracción de plata a partir de la galena se hace normalmente en tres pasos: primero la tostación en atmósfera oxigenada del sulfuro de Pb (galena) para eliminar azufre y obtener óxido de Pb (ec. 1), el que puede a su vez ser reducido a Pb metálico por fundición, el cual contendrá toda la Ag de la mena originaria (ec. 2, donde s = sólido, g = gas y ΔG° = energía libre). Luego la plata se refina del plomo por copelación, proceso que absorbe el PbO y deja un botón de Ag (e.g., Bayley y Eckstein, 2004).

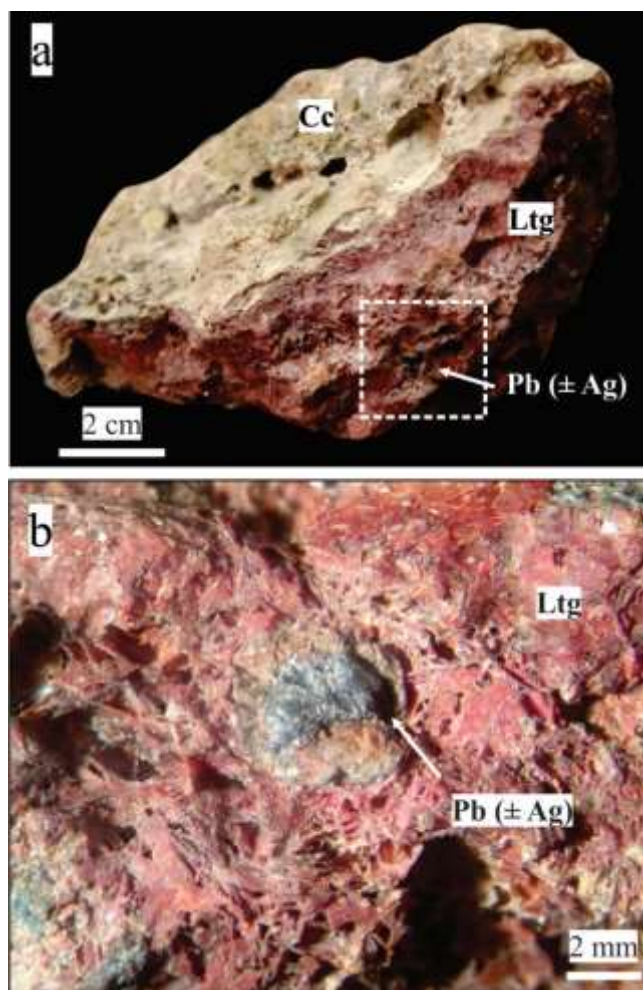
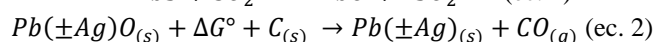
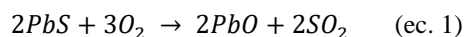


Fig. 2: a) Muestra de litargirio (Ltg) y plomo argentífero [Pb (\pm Ag)] tapizado por una costra carbonática (Cc) que parcialmente mimetiza cavidades redondeadas (vacuolas) típicas de material fundido. El recuadro punteado blanco representa la imagen magnificada en b. b) Imagen tomada con lupa binocular del glóbulo de plomo argentífero [Pb (\pm Ag)] rodeado por el agregado cavernoso esquelético de litargirio (Ltg). Se observa una aureola de reacción transicional en el contacto del glóbulo de plomo argentífero con el litargirio.

A pequeña escala de trabajo, estos tres pasos se reducen a dos mediante la fundición de la mena en un escorificador, operación mediante la cual ocurren ambos procesos, la tostación del sulfuro y la reducción del óxido al poder

controlarse la atmósfera en la cámara de fusión mediante una mufla (Gauthier y Téreygeol, 2013).

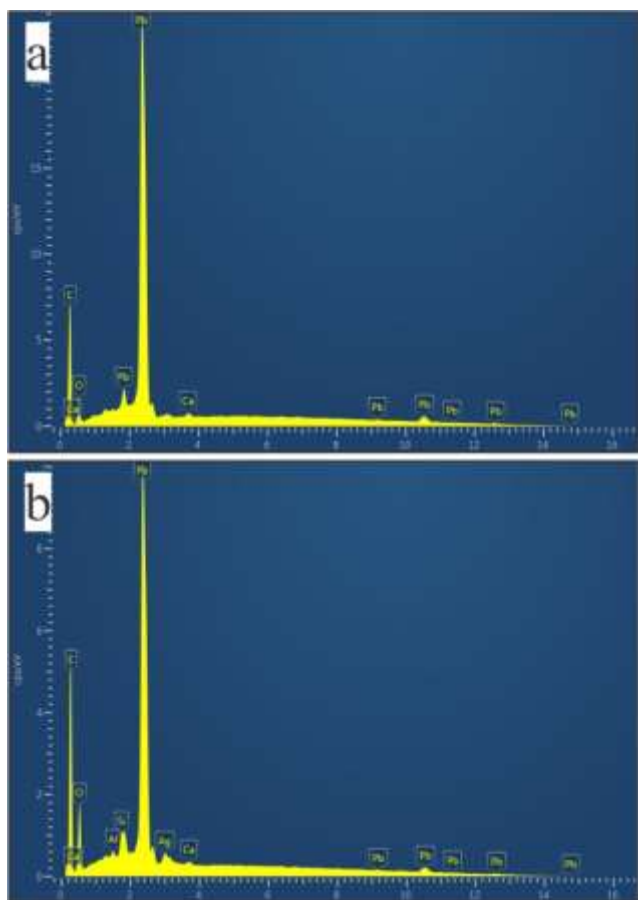


Fig. 3: Espectros composicionales (EDS) del litargirio (a) y del plomo argentífero (b), con impurezas propias de la escoria silicática y posiblemente vestigios del litargirio hospedante.

El litargirio se produce al fundir el mineral de mina (mena) en hornos abiertos (aireados) a temperaturas superiores a los 900° C, en el cual se produce desmezcla líquida de Pb + Ag de las escorias silicáticas y a su vez PbO (litargirio) sobrenadante en la superficie de la masa fundida, separándose el litargirio por derrame o por inmersión de barras metálicas colectoras (e.g., Rehren *et al.*, 1999).

Rickard (1869) describe los detalles técnicos de la metalurgia extractiva de la plata separada del plomo y de la generación de litargirio en el horno operativo en mina La Argentina, en parte similar a la descrita para las minas griegas de Laurion. Por su parte, Pace Gigli (1944) cita la presencia de dos óxidos de Pb en las escorias de la planta de Ojo de Agua: minio ($\text{Pb}^{2+}_2\text{Pb}^{4+}\text{O}_4$) y litargirio (PbO). Sgrosso (1939) cita la formación de litargirio durante la copelación de *bullions* de Pb-Ag-Zn provenientes del procesamiento de menas de Mina Aguilar, mina Pumahuasi y otras minas de Salta y Jujuy por la empresa National Lead Company, la cual fundía plomo en Puerto Vilela (Chaco). Angiorama *et al.* (2015) analizaron vía EDS y por espectroscopía de dispersión de longitudes de onda (WDS, *Wavelength Dispersion Spectroscopy*) residuos metalúrgicos (escorias de fundición, escorias de combustión y desechos metálicos) de la época colonial de la mina Pan de Azúcar, Jujuy, donde existía un horno de reverbero en el que se fundían menas de Pb-Ag-Zn. Una muestra de desecho metálico, así descrita por los autores,

diferente a las típicas escorias de fundición e incompletamente caracterizada, presenta una matriz de óxido de plomo con algunas inclusiones de galena rodeadas por sulfuro de plata [probablemente argentita (especie desacreditada) o pirargirita]. Si bien la matriz de PbO fue interpretada como litargirio a partir de datos de EDS, la falta de datos de DRX no permite su inequívoca distinción de otros óxidos de Pb (e.g., massicot [ortorrómbico], minio [tetragonal, *P42/mbc*]). No obstante, su descripción indica que es altamente probable que se trate de litargirio producto de la fusión incompleta de la galena, dado que en la misma muestra se han reconocido otros compuestos silicados que evidencian ser el resultado del tratamiento térmico de la mena (pirometalurgia).

TABLA 1: ESPACIADOS RETICULARES E INTENSIDADES RELATIVAS DEL LITARGIRIO DE MINA LA ARGENTINA Y EL PATRÓN DE REFERENCIA.

Litargirio La Argentina		00-005-0561 (JCPDS-ICDD)	
Espaciado d [Å]	Int. Rel. [%]	Espaciado d [Å]	Int. Rel. [%]
5,009	12,82	5,018	5,00
3,595	5,11	-	-
3,114	100,00	3,115	100,00
2,942	18,53	-	-
2,807	68,02	2,809	62,00
2,621	8,26	-	-
2,509	68,83	2,510	18,00
-	-	2,124	1,00
-	-	1,988	8,00
1,872	55,73	1,872	37,00
1,675	21,68	1,675	24,00
-	-	1,558	6,00
1,540	22,90	1,542	11,00
-	-	1,438	2,00
1,405	7,77	1,405	5,00
-	-	1,282	2,00
1,253	6,42	1,256	3,00
		(...)	(...)

Con respecto a la presencia de Pb nativo argentífero en la provincia, cabe citar un antecedente en la vecina región de La Higuera (Olsacher, 1934), cuya existencia como especie mineral se asume como desacreditada. La muestra portadora de Pb nativo había sido entregada al Dr. Olsacher por el Sr. Rafael Torres de Cruz del Eje, proveniente de un filón de Orcoyano, al noreste de La Higuera, departamento Cruz del Eje (Fig. 1). Olsacher (1934) publica una detallada caracterización mineralógica y química de la muestra, que estaría compuesta por Pb, formado a expensas de galena, en la cual se hallaba incluido; ambos minerales se encontraban rodeados por dos especies no identificadas durante el estudio. A su vez, tanto plomo como galena incluían plata (Ag), interpretados como cristales de desmezcla de sulfuro de Ag (posible argentita, hoy acantita). El origen del Pb fue supuesto por Olsacher (1934) como producto secundario derivado de un proceso de reducción de la galena, por analogía con antecedentes bibliográficos de su ocurrencia en otras partes del mundo. Esta misma información fue publicada por Olsacher en 1938 en el libro “Los Minerales de la Sierra de Córdoba”, pero cuando se encontraba preparando una nueva versión del mismo libro, años más tarde, la sección referente al plomo nativo de Orcoyana (páginas 7 y 8) fue tachada en el borrador original, con lápiz, por puño y letra del propio Olsacher. Es por ello que

la presencia de Pb nativo como especie mineral en la provincia de Córdoba no fue citada en ninguna de las publicaciones posteriores a la del libro “Las Especies Minerales de la República Argentina” (Angelelli et al., 1983) y la serie sucesiva en tal materia (Brodtkorb y Gay, 1994; Brodtkorb, 2002; Brodtkorb et al., 2014) ni en Lira y Colombo (2014) sobre las especies minerales de la provincia de Córdoba. Habiendo conversado oportunamente de este tema con la Dra. Hebe Dina Gay (R.L.) y en ocasión de publicarse el libro de Brodtkorb y Gay (1994), Gay manifestó que el Pb nativo descrito por Olsacher en 1934 podría haberse tratado de un producto artificial que Olsacher habría reconocido en la versión borrador de la segunda edición de su libro nunca publicado.

CONCLUSIONES

El hábito, las texturas y la composición química de la muestra de litargirio estudiada es un producto artificial resultante de la fundición de las menas de Pb-Ag-(Zn) de las vetas de mina La Argentina, Córdoba. Los glóbulos de Pb (\pm Ag), no son más que régulos remanentes del metal fundido que se recuperaba del horno separado de la ganga silicática. El estudio de la muestra ha permitido esclarecer el origen del litargirio, de hecho un producto común en la metalurgia extractiva de menas de Pb-Ag-Zn desde los albores de la Edad Media en Europa, durante la época colonial en Jujuy, hacia fines del siglo XIX en nuestra región minera del noroeste cordobés y hasta en épocas previas a la Segunda Guerra Mundial en el norte argentino. En cuanto a la especie mineral litargirio, no se dispone hasta la fecha de información que certifique su existencia en el territorio nacional.

El plomo argentífero de la vecina región de Orcoyana estudiado por Olsacher en 1934, muy probablemente también haya sido un subproducto de origen metalúrgico. Cabe mencionar que hasta el presente no se ha podido confirmar la existencia de Pb nativo como especie mineral en la provincia de Córdoba, restringiéndose su presencia a sólo dos localidades del yacimiento tipo sedex (sedimentario-exhalativo) en la Sierra de Aguilar, provincia de Jujuy, en mina Esperanza (Sureda et al., 1992) y en la propia Mina Aguilar (Gammel et al., 1992; Martín et al., 1994).

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado con aportes de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba (Res. N°: 411/18 y 99/19). Se agradece a la Secretaría de Minería de la Provincia de Córdoba por solventar el viaje de campaña y a la Dra. Alina B. Guerreschi por la detallada revisión del manuscrito.

REFERENCIAS

- [1] Alberdi M. (1880), *Informe sobre la minería y los principales criaderos metalíferos de la Provincia de Córdoba*. Publicación Oficial, Buenos Aires.
- [2] Angelelli V., Brodtkorb M. K. de, Gordillo C. E. y Gay H. D. (1983), *Las Especies Minerales de la República Argentina*. Servicio Minero Nacional, Buenos Aires.
- [3] Angiorama C. I., Becerra M. F. y Pérez Pieroni M. J. (2015), “El mineral de Pan de azúcar. Arqueología histórica de un centro minero colonial en la Puna de Jujuy (Argentina)”, *Revista de Antropología Chilena*, 47(4): 603-619.
- [4] Bayley J. y Eckstein K. (2004), “Roman and medieval litharge cakes: structure and composition”, en *34th International Symposium on Archaeometry*, Publicación número 2.621 de la Institución “Fernando el Católico” (Excma. Diputación de Zaragoza), pp.145-153. Zaragoza, España.
- [5] Brackebusch L. (1893), *Die Bergwerksverhältnisse der Argentinischen Republik*, Berg, Hütten-und Salinen Wesen 41, Berlin.
- [6] Brackebusch L. (1966), “Las condiciones de la minería en la República Argentina”. *Boletín Academia Nacional de Ciencias*, 45: 225-288. (Traducción del original de 1893).
- [7] Brodtkorb M. K. de y Gay H. D. (1994), *Las Especies Minerales de la República Argentina. Anexo 1981-1994*. Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- [8] Brodtkorb M.K. de (2002), *Las Especies Minerales de la República Argentina. Tomo 1, Clase 1 Elementos, Clase 2 Sulfuros y Sulfosales*, Asociación Mineralógica Argentina, Buenos Aires.
- [9] Brodtkorb M.K. de, Lagorio S., Latorre C., Leal P., Montenegro T., Morello O., Pezutti N., Tourn S. y Vattuone M. E. (2014), *Compendio de Las Especies Minerales de la República Argentina* Editorial Brujas, Córdoba.
- [10] Bustos Argañarás P. (2016), *Breve historia de la moneda cordobesa*, Centro Numismático de la ciudad de Córdoba, Córdoba.
- [11] Candiani J. C. y Sureda R. (1999), “Distrito polimetálico El Guaico, Córdoba”, En: *Recursos Minerales de la República Argentina*, pp. 661-670. Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Buenos Aires.
- [12] Gauthier J. y Téreygeol F. (2013), “Small scale reduction of antiferrous galena: first experimental approach to ores assaying techniques”, *Accidental and Experimental Archaeometallurgy*, 7: 143-148.
- [13] Gammel J. B., Zantop H. y Meinert L. D. (1992), “Génesis of the Aguilar Zinc-Lead-Silver deposit, Argentina. Contact Metasomatic vs. Sedimentary Exhalative”, *Economic Geology*, 87(8): 2085-2112.
- [14] Gentile Lafaille M. E. (2012), “Geografía y política. La gobernación de Tucumán en 1582, según la Relación de Pedro Sotelo Narváez”, *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, 45: 581-608.
- [15] Hoskold H. (1889), *Memoria general y especial sobre las minas, metalurgia, leyes de minas, recursos, ventajas, etc. de la explotación de minas en la República Argentina*, Dirección General de Minas y Geología, Buenos Aires.
- [16] Joint Commission on Powder Diffraction Data - International Centre for Diffraction Data (2003).
- [17] Larsen E. S. Jr. (1917), “Massicot and litharge, the two modifications of lead monoxide”, *American Mineralogist*, 2: 18-19.
- [18] Lira R. y Colombo F. (2014) “Las especies minerales”, En *Geología y recursos naturales de la provincia de Córdoba. Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino*, pp. 1079-1159, Asociación Geológica Argentina, Córdoba.
- [19] Martín J. L., Sureda R. J. y Flores F. (1994), “Investigaciones geoquímicas en un yacimiento sedex del Ordovícico inferior: Mina Aguilar, Argentina”, *Revista Geológica de Chile*, 21(1): 71-90.
- [20] Nickel E. H. (1995), “The definition of a mineral”, *The Canadian Mineralogist*, 33: 689-690.
- [21] Olsacher J. (1934), *Un yacimiento de plomo nativo en la Sierra de Córdoba*, Imprenta de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- [22] Olsacher J. (1938), *Los minerales de la Sierra de Córdoba*, Imprenta de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- [23] Olsacher J. (1942), *Los Yacimientos Minerales de Córdoba*, Imprenta de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- [24] Pace Gigli E. (1944), *Yacimientos de minerales de plata, plomo y zinc en los departamentos de Minas y Cruz del Eje, provincia de Córdoba*. Tesis Doctoral (inédita), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 141 p.
- [25] Rehren T., Vanhove D., Mussche H. F. y Oikonomakou M. (1999), “Litharge from Laurion. A medical and metallurgical commodity from South Attika”, *L'antiquité classique*, 68: 299-308,

- [26] Rickard F. J. (1869), *Informe sobre los distritos minerales, minas y establecimientos de la República Argentina en 1868-1869*, Publicación oficial del Ministerio del Interior, Buenos Aires.
- [27] Rosenthal P., Morin D., Herbach R., Photiades A., Delpech S., Jacquemot D. y Fadin L. (2013), "Mining technologies at deep level in Antiquity: The Laurion mines (Attica, Greece)", en *Proceedings for the 2nd Mining in European History Conference of the FZ HiMAT*, Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies, Innsbruck, pp. 89-95.
- [28] Ruiz Leal A. (1973), "Flora popular mendocina", *Deserta (Mendoza)*, 3: 9-296.
- [29] Sfragulla J. A., Lira, R. y Espeche M. J. (2019), "Litargirio y plomo (\pm Ag) en la mina La Argentina, departamento Minas, Córdoba: Aporte de la mineralogía a la metalurgia extractiva de mediados del siglo XIX", *Academia Nacional de Ciencias, Córdoba*, Miscelánea N° 107: 95-97.
- [30] Sgrosso P. (1939), Contribución al conocimiento de los yacimientos de minerales y de las rocas de aplicación de la Provincia de Jujuy. Tesis Doctoral (inédita), Universidad de Buenos Aires, 118 p.
- [31] Sureda R. J., Perez H., Martín J. L. y Flores F. (1992), "Exploración y desarrollo en un depósito Sedex (Zn, Pb, Ba) de la Sierra de Aguilar, mina Esperanza, Jujuy, Argentina", en *4^o Congreso Nacional y 1^o Congreso Latinoamericano de Geología Económica*, Asociación Argentina de Geólogos Economistas, Córdoba, pp. 135-147.