

DESCUBRIMIENTO DE AZUFRE NATIVO EN LA CAVERNA MERCEDES, YESERA DEL TROMEN, NEUQUEN.

DISCOVERY OF NATIVE SULFUR IN THE MERCEDES CAVE, YESERA DEL TROMEN, NEUQUEN.

Mario BALOD * y Gabriel REDONTE **

Resumen:

Los autores comunican el hallazgo de azufre nativo en la Sala Principal de la Caverna Mercedes, ubicada en la Yesera del Tromen, en el Norte de la Provincia del Neuquén. Atribuyen al mismo un origen biogénico, por acción de bacterias anaeróbicas sulforeductoras.

Abstract:

This work documents the discovery of native sulfur in the major room of the Mercedes Cave, natural karst located in La Yesera del Tromen, to the North of Neuquén Province. Its origin is related to the action of anaerobic sulfate-reducing bacteria.

Introducción

Entre los años 1984 y 1990 la empresa Minera TEA desarrolló tareas de exploración buscando azufre (S⁰) de origen biogénico en la Yesera del Tromen, paraje situado en el Departamento Pehuenches de la Provincia del Neuquén, al norte de la localidad de Chos Malal. Los autores de este trabajo participaron de dichas tareas teniendo oportunidad de observar numerosos fenómenos cársicos en dicha área y descubrir azufre nativo en la Caverna Mercedes, información que se mantuvo en reserva hasta el presente en salvaguarda de los derechos de confidencialidad de la empresa minera actuante.

El azufre nativo

El azufre nativo se presenta en la naturaleza en dos formas: como producto de fumarolas volcánicas, en cuyo caso es polvoriento y con escasos cristales grandes; y como producto de la reducción de los sulfatos (yeso) en cuencas de evaporación cerradas con alto contenido en materiales reductores. El azufre nativo es un elemento inusual en cavernas, Hill y Forti (1986) citan en su estudio sobre minerales de cuevas del mundo referencias de azufre en cavernas de USA, la ex URSS

* Licenciado en Cs. Geológicas, Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca), Geólogo de Potasio Río Colorado S.A.

** Geógrafo Matemático, Miembro del Grupo Espeleológico Argentino (G.E.A.), Topógrafo de Potasio Río Colorado S.A., Delegado argentino ante la Unión Internacional de Espeleología (U.I.S.).

e Italia. Posteriormente Piarowski (1988) describe azufre en una cueva en México, y en la publicación especializada "Native sulfur" Spirakis y Cunningham (1992) describen depósitos de azufre en la caverna de Lechuguilla, en New Mexico, USA.

La mineralización de azufre descubierta en Argentina se localiza en una caverna de yeso de la Fm. Auquilco (Jurásico), en un afloramiento de caliza sobre la pared N.N.E. de la Sala Principal. La caverna fué descubierta en el año 1987 por G.Redonte y recibió el nombre de "Mercedes". Tiene un desarrollo conocido superior a los 100 m, con una Sala Principal que es atravesada por un arroyo subterráneo.

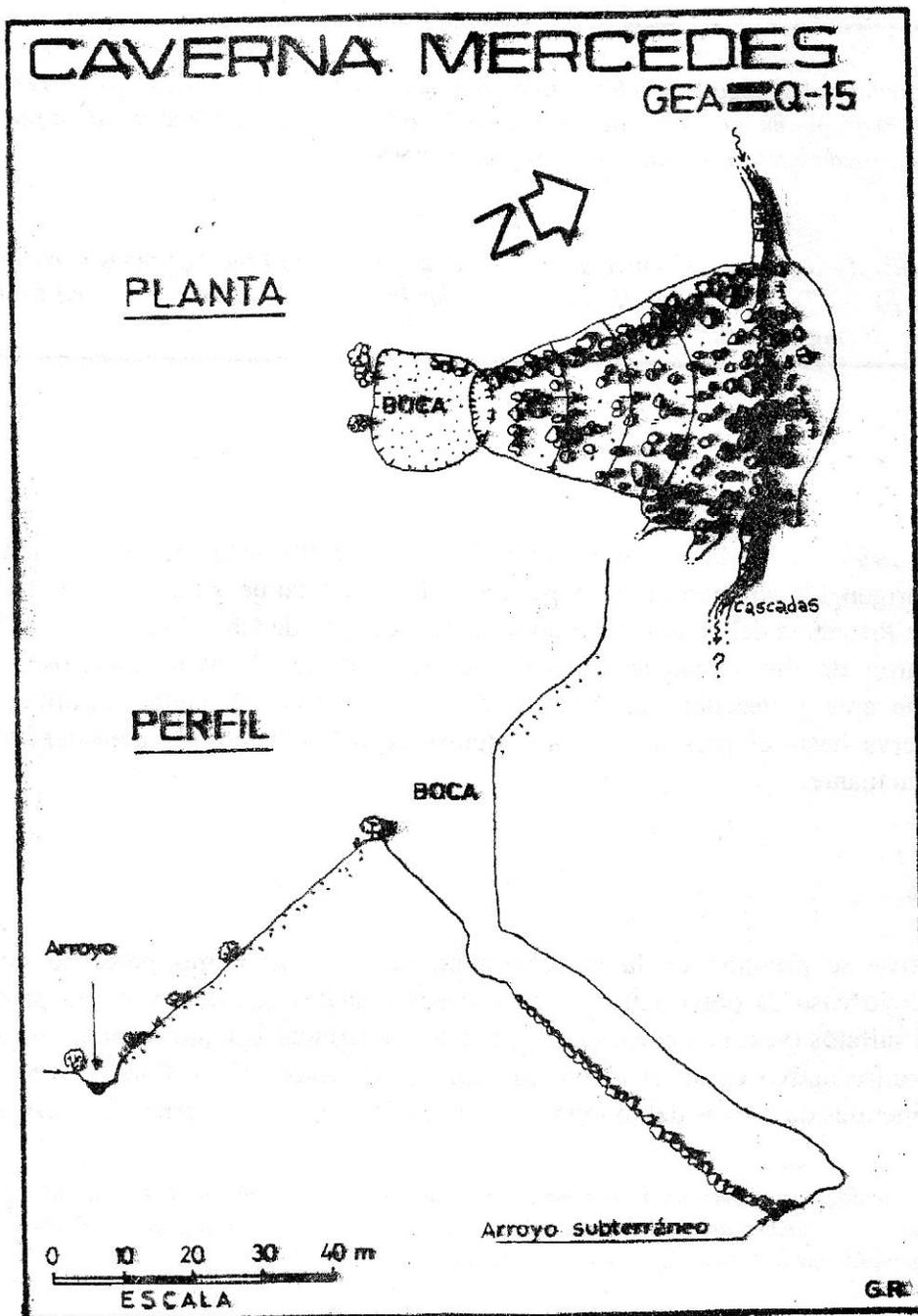


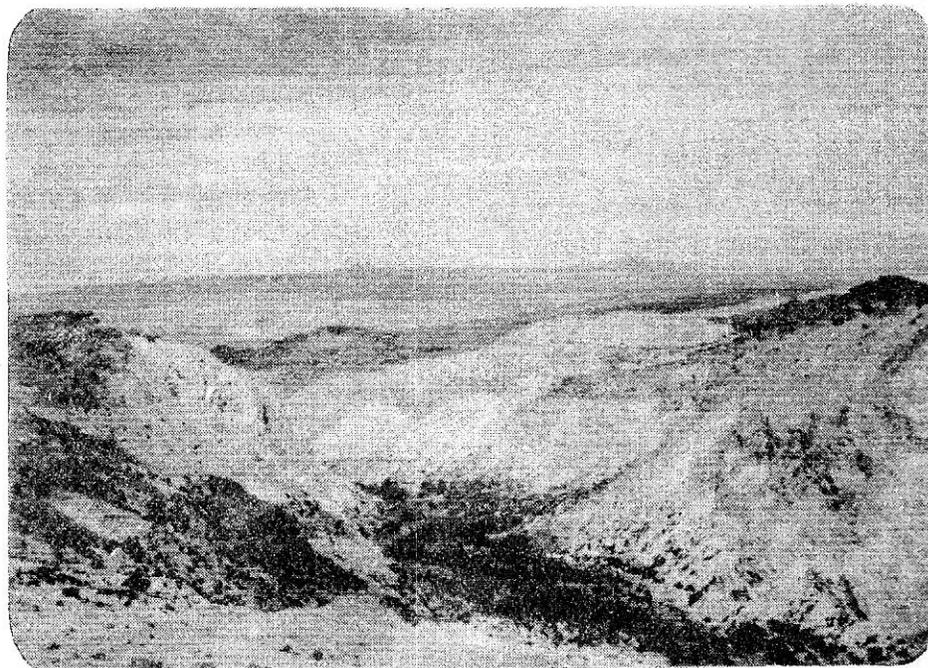
Fig. 1 - Hoja topográfica de la Caverna Mercedes.

Estudios en Caverna Mercedes

Como parte del estudio geológico se efectuó una completa cartografía a escala 1:500 del área incluyendo una nivelación de precisión en el interior de la caverna que permitió vincular los afloramientos de azufre hallados con la topografía de superficie. Esto fué de suma utilidad a la hora de planear la ubicación de una perforación con diamantina (denominada ARC 6) evitando el riesgo de ocasionar alteraciones a la cavidad.

También se hizo un muestreo bacteriológico de las aguas del arroyo hipógeo que atraviesa la caverna y del arroyo Huccú que circula a pocos metros de la boca de acceso (con un caudal de 60 l/s registrado en noviembre de 1987). Este procedimiento dió como resultado en la muestra correspondiente a Caverna Mercedes, (con una temperatura del agua de 12 °C y un pH 8 registrados en la fecha antes citada) resultados positivos en el análisis cualitativo de Thiobacillus Thioparus y Thiobacillus Denitrificans (bacterias oxidantes que pueden precipitar azufre elemental a partir de ácido sulfídrico (SH_2) cuando este se mezcla con aguas portadoras de oxígeno libre disuelto) con un recuento de 118630 cél / ml para el primero y 33455 cél / ml para el segundo.

Los análisis cualitativos para detectar Desulfovibrio, Thiobacillus Thiooxidans y Thiobacillus Ferrooxidans dieron resultados negativos. La acción de la bacteria Thiobacillus Thiooxidans, en aguas con oxígeno libre disuelto puede derivar en la producción de sulfato de calcio secundario oxidando el azufre elemental.



Cañadón del Arroyo Huccú. Vista del área cársica aladaña a la Caverna Mercedes en la Yesera del Tromen.
Foto: G.Redonte (Fototeca GEA)

GEOLOGIA DEL AREA CAVERNA MERCEDES

LA YESERA DEL TROMEN
PROVINCIA DEL NEUQUEN

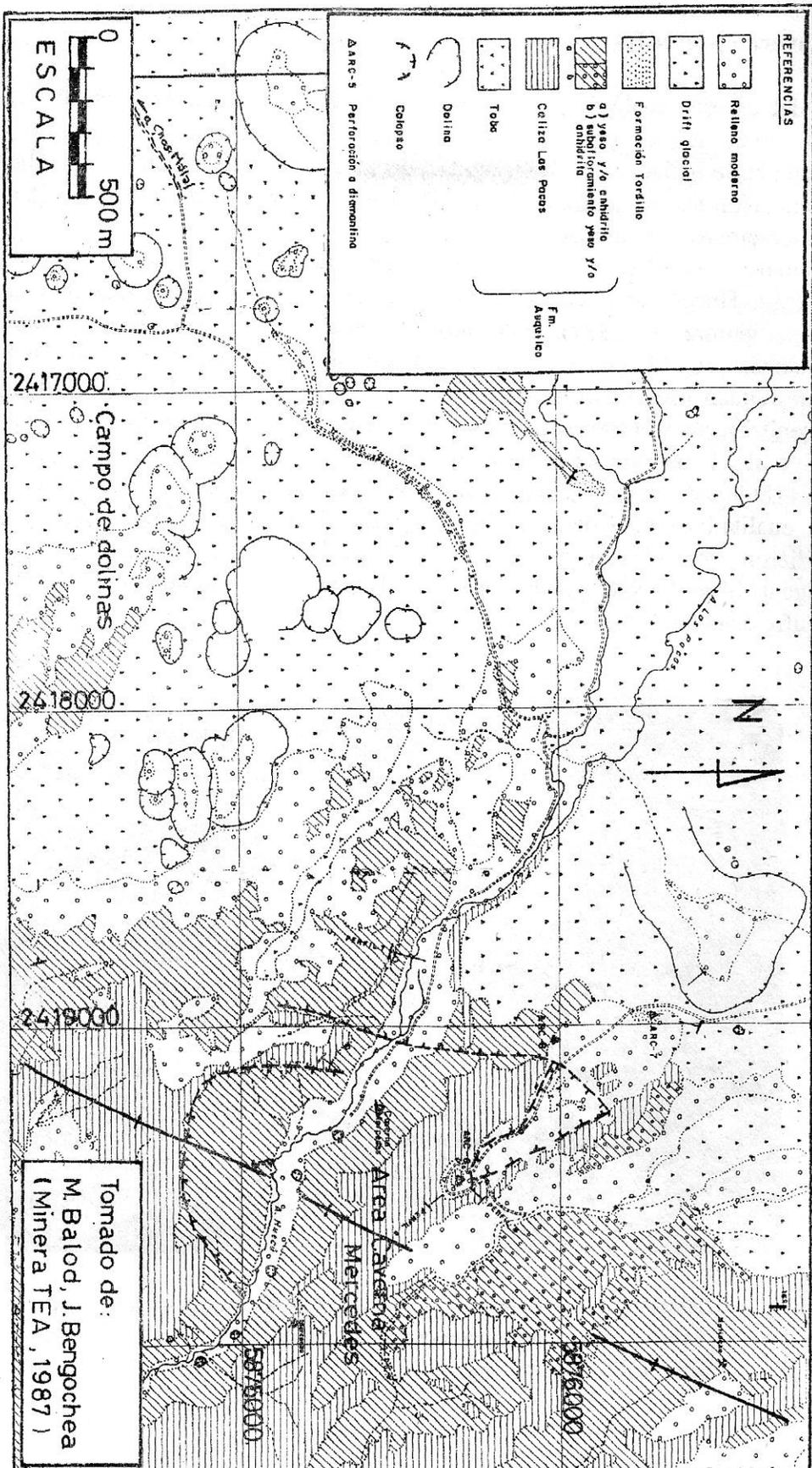
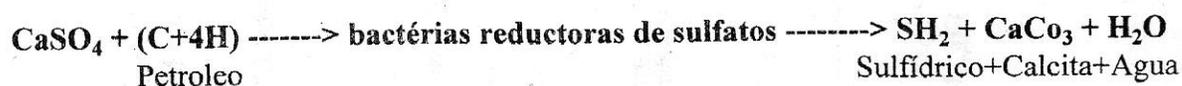


Fig. 2 - Mapeo geológico del area Caverna Mercedes.

Consideraciones sobre la formación de azufre bioepigenético

El origen del azufre presente en la Caverna Mercedes es atribuido a la acción metabólica de bacterias anaeróbicas sobre los bancos de anhidrita y yeso en los que está formada la caverna.

Una breve descripción del modelo bioepigenético que se le atribuye, resumida de numerosos autores que han trabajado en este tema (Davis y Kirkland, 1979; Ruckmick et al., 1979) afirma que el azufre se desarrolla a partir de anhidritas o yesos como resultado de la actividad de bacterias sulfuroreductoras, probablemente de la especie Desulfovibrio Desulfuricans o del género Desulfotomaculum como las Desulfotomaculum Orientis y Desulfotomaculum nigrificans las cuales oxidan hidrocarburos que migran hacia las evaporitas desde niveles inferiores y reducen los iones SO_4^{2-} generando sulfídrico (SH_2) y calcita. La fórmula síntesis de este proceso según Davis y Kirkland (1970) es:



El azufre precipita a partir del SH_2 aunque hay divergencia de opiniones respecto a las condiciones en que se produce dicho proceso. Existen autores que sostienen que el mismo se originaría por la oxidación del SH_2 ante aguas portadoras de oxígeno libre o aguas subterráneas oxigenadas. En este proceso puede intervenir la bacteria oxidante *Thiobacillus Thioparus* (Davis y Kirkland, 1970). Otros, suponen que esta precipitación se produce en ambiente anaeróbico, en aguas con alta concentración de SH_2 y polisulfuros (Ruckmick et al., 1979), y la oxidación del SH_2 a azufre elemental por iones SO_4 (Jones et al., 1956).

Citando conceptos de Gabriele (1993), para que exista azufre nativo bioepigenético en yeso o anhidrita, deben darse una serie de factores concurrentes como ser: la presencia de potentes bancos de anhidrita o yeso, hidrocarburos infrayacentes a las evaporitas (en estado líquido o gaseoso) para officiar de nutriente a las bacterias, y que la roca posea fallas o diaclasas que permitan la comunicación entre los hidrocarburos y los sulfatos, proceso en el cual la presencia de agua subterránea juega un rol fundamental. A estos factores deben sumarse otros de índole ambiental como el pH del agua, temperatura, etc.

A su vez, para que todo este proceso genere un yacimiento de importancia económica, debería existir una "trampa estratigráfica" (estratos lo suficientemente impermeables y compactos suprayacentes a las evaporitas) para evitar la dispersión del SH_2 a niveles superiores y lograr su concentración.

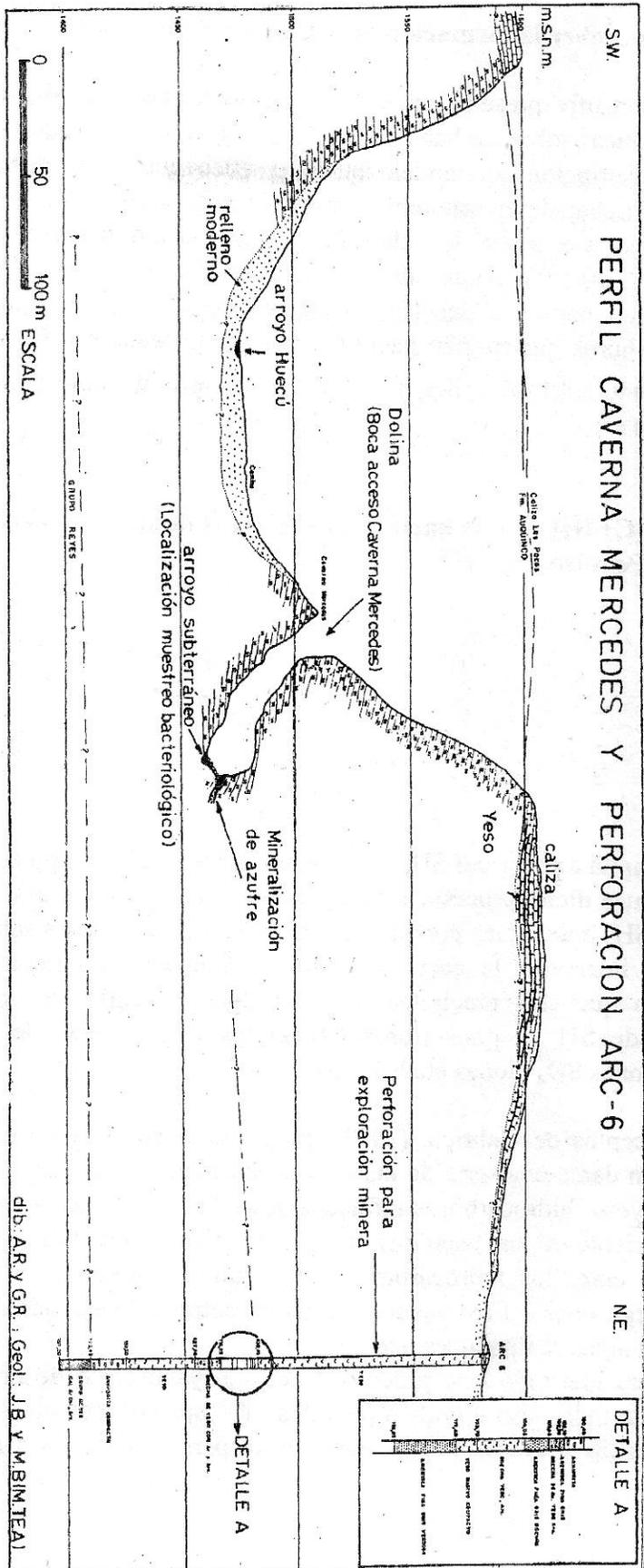


Fig. 3 - Perfil geológico del area Caverna Mercedes

Prevención del impacto ambiental

Cabe mencionar que la empresa minera, al tomar conocimiento de los posibles daños al medio ambiente hipógeo, extremó los cuidados. Todos los elementos y equipos introducidos a la caverna para su estudio fueron retirados.

Se descartó la idea inicial de hacer un pequeño socavón dentro de la caverna porque implicaba riesgo de provocar derrumbes en la caverna, optandose por la perforación ya mencionada, la que se ubicó a una distancia segura.



Boca de Acceso a la caverna vista desde el interior.
Foto: G.Redonte (Fototeca GEA)

Conclusiones

La presencia de Thiobacillus Thioparus y Thiobacillus Denitrificans en las aguas subterráneas que circulan en la caverna Mercedes son una confirmación de la actividad bacteriana que se presuponía en la zona estudiada y de que el proceso responsable de la génesis de estos tipos de yacimientos de azufre está en plena actividad en algunas partes del area en estudio. Para los geoespeleólogos se presenta una buena oportunidad de efectuar trabajos relacionados con la fisico-química del carso y el rol que las bacterias podrían cumplir en este proceso.

A su vez, la conjunción de estudios geotécnicos, mineralógicos y mineros en esta caverna constituyen un importante antecedente de espeleología aplicada en nuestro país, y una muestra de como deben redoblar esfuerzos para compatibilizar las acciones que buscan preservar un ambiente cavernario con las que procuran un uso racional de nuestros recursos naturales no renovables.

Balod M.
Redonte G.

Agradecimientos

A la empresa Minera TEA S.A.M.I.C.A.y F., y en especial al Ing. de minas Alfredo Cámpora y al Lic. en Cs. Geológicas Jorge Bengochea , que fueron los responsables de dirigir los trabajos que aquí se mencionan.

Bibliografía

Davis J.B. y Kirkland D.W.,1970 : "Native sulfur deposition in the Castile Formation, Culberson County, Texas", en: Economic Geology, 65, pp 107-121, USA.

Davis J.B. y Kirkland D.W.,1979 : "Bioepigenetic sulfur deposits", en: Economic Geology , 74 (2), pp.462 - 468, USA.

Gabriele N.A.,1990 : "Meteorización de la anhidrita en los fenómenos parakársticos en la Yesera del Tromen y alrededores" , en: Salamanca ,Nº 7 , Grupo Espeleológico Argentino, págs. 9-16, Buenos Aires.

Gabriele N.A., 1993 : "Azufre nativo vinculado a estratos evaporíticos de la Formación Huitrín (Cretácico Inferior)", en: Revista de la Asociación Geológica Argentina,Nº 48 (3-4), págs.265-276, Buenos Aires.

Hill C.A. y Forti P.,1986: "Cave Minerals of the World", National Speleological Society, 237 p., USA.

Jones G.E.,Starkey R.L., Feely H.W. y Kulp J.L., 1956 : "Biological origin of native sulfur in salt domes of Texas and Louisiana", En: Science, Nº 123, pp 1124-1125, USA.

Pisarowicz J., 1988 : "Southern Mexican Caving - Tabasco 1988", en: Rocky Mountain Caving, Vol.5, pp. 25-28 , U.S.A.

Redonte G., 1987 : "Fenómenos cársticos en la Yesera del Tromen", en: Salamanca, Nº 3, Grupo Espeleológico Argentino, pp. 47- 54, Buenos Aires.

Ruckmick J.C.,Wimberly B.H. y Edwards A.F., 1979 : "Classification and genesis of biogenic sulfur deposits", en: Economic Geology, Vol.74, pp. 469-474, U.S.A.

Spirakis C.S.,Cunningham K.I.,1992:"Genesis of sulfur deposits in Lechuguilla Cave,Carlsbad Caverns National Park, New Mexico", en:Native sulfur, Chapter 11, págs.139 -145, Colorado.