

## 10 - La ulexita de la laguna de Mama Khumu, Potosi, Bolivia

<http://gmga.com.br/la-ulexita-de-la-laguna-de-mama-khumu-potosi-bolivia/>



[10.31419/ISSN.2594-942X.v42017i1a10OJCF](https://doi.org/10.31419/ISSN.2594-942X.v42017i1a10OJCF)

*Oscar Jesus Choque Fernandez, Profesor del PPGEMAT/IFPA, Engenharia de Materiais (Brasil), ochoque.fernandez@gmail.com, Marcondes Lima da Costa, Curador do Museu de Geociências da UFPA, Profesor do PPGG/FAGEO-IG/UFPA e Pesquisador CNPq (Brasil), Luis Henrique Delgado Empreendedor-Oruro (Bolivia).*

Por ocasión de una excursión mineralógica realizada al Salar de Uyuni y Oruro, Bolivia en enero de 2016, nos fueron obsequiadas diversas muestras conteniendo masas agregadas de ulexita procedentes de Mama Khumu, Potosí, Bolivia (Figura 1), que se suponen son materiales para la producción de fertilizantes, los cuales tiene bastante uso en Brasil. Así en este trabajo identificamos si ese material tiene la calidad necesaria para su comercialización.



Figura 1. Laguna Mama Khumu. Fuente: Google Maps, Italo Vier, 2011.

La ulexita,  $\text{NaCaB}_5\text{O}_6(\text{OH})_6 \cdot 5(\text{H}_2\text{O})$ , es un mineral que pertenece al sistema triclinico pinacoidal y está clasificado dentro del grupo de los boratos. El origen del nombre viene del químico alemán George Ulex, quien lo determino por primera vez. Existen mas de 230 minerales de boro (Garrett, 1998, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)) y solamente los que tienen valor económico son el pentahidrato y decahidrato bórax (tincal), colemanita y ulexita (SME, 2006). Los yacimientos de boratos de importancia comercial se encuentran en un reducido número de regiones geográficas: Turquía, Estados Unidos, Rusia, China, sud del Perú, Norte de Chile, noroeste de Argentina y sudoeste de Bolivia. Estos 4 últimos tienen las terceras reservas mundiales de boratos.

La ulexita es de amplia ocurrencia en el sudoeste de Potosí, Bolivia y cada vez que se lo menciona como fuente de boro, se remite al Salar de Uyuni y a los depositos colindantes al salar. En la Cordillera Oriental de los Andes y en la área del Altiplano sur de Bolivia, abundan salares y lagunas que poseen abundantes recursos en minerales industriales, siendo los boratos explotados desde decadas pasadas (Risacher y Fritz, 1991). En esa área fueron realizados diversos estudios geológicos, geoquímicos y mineralógicos en diferentes épocas, como citado por Orris (1992), pero siempre colateralmente o como apéndice a los trabajos hechos sobre el Salar de Uyuni. Trabajos recientes fueron realizados por Parra y Morales (2013) en la obtención de ácido bórico a partir de la ulexita y por Garcia-Valles et al. (2016) sobre comportamiento termal de los boratos.

La ulexita, como colemanita e borax son la principal fuente de boro. Los boratos y compuestos de boro son usados en la industria de esmaltes y cerámicas, del vidrio, cristales, fibras de vidrio, lámparas y focos,

detergentes y blanqueadores, abrasivos, cosméticos, en la preservación de la madera, aleaciones, catálisis, cemento, combustibles, farmacias, fungicidas, entre otros. Al margen de los macronutrientes primarios (NPK), el boro se constituye como micronutriente esencial para las plantas razón por la que el uso del boro como fertilizante tiene gran importancia (Garret, 1998; Moreno, 2009.)

El Brasil es el cuarto mayor consumidor mundial de nutrientes estando apenas atrás de China, India y Estados Unidos ([www.heringer.com.br](http://www.heringer.com.br)). Hay una demanda creciente por fertilizantes, mucho más que la capacidad productiva. Por esto el Brasil tiene importancia en el mercado mundial, siendo que los principales abastecedores de ulexita sudamericana compiten para comercializar ese producto (62% de las importaciones de ulexita son argentinas) (MME, 2010). En ese mercado brasileño se sustenta una gran parte de exportación de ese material industrial, no si antes procesarlo químicamente para enriquecer la ley de boro. La ulexita actualmente es un producto que tiene una comercialización muy estable y que mantiene nichos de mercado que pueden ser aprovechados favorablemente por pequeñas y medianas empresas.

### **Depósitos evaporíticos del Altiplano boliviano**

Las áreas del sudoeste del Altiplano boliviano, fueron afectados por una intensa actividad volcánica desde el Oligoceno al Cuaternario. Rocas volcánicas que varían de andesitas a riolacitas con abundantes ignimbritos, son considerados como las fuentes de litio y boro en los salares y cerca de los depósitos evaporíticos (Laguna Poopó, Salar de Coipasa, Salar de Uyuni, Salar de Empexa, Salar de la Laguna, Salar Lagunani, Salar de Ollague, Salar de Chiguana, Laguna Tarija, laguna Cañapa, Laguna Pastos Grandes, Laguna Cachi, Laguna Khara, Laguna Capiña, Laguna Colorada, Salar de Chalviri, Laguna Verde, Laguna Corante, Laguna Mama Khumu, Laguna Chojllas, Laguna Loromayu, Laguna Coruto y Laguna Kalina) (Warren, 2016). Más de 40 borateras ocurren en el cinturón Andino que están relacionados a los salares. Las borateras en la región del Río Grande está compuesto de sedimentos lacustres deltaicos en contacto con las costras de sal.

En la región de Río Grande, zona de fuerte inestabilidad climática, fases húmedas y secas se han seguido durante todo el Cuaternario. En cada época húmeda el Altiplano se inundaba. Así se establecieron sucesivos lagos salados. Cada lago probablemente disolvía una parte de la costra de sal depositada por el lago anterior. Antiguos niveles de algunos de estos lagos están marcados por costras bien desarrolladas de algas calcáreas. Se puede observar hasta 4 niveles bien desarrollados entre 3680 y 3760 metros de altitud (Ahfeld, 1972). El delta del Río Grande y el Río Grande es el mayor aporte del salar de Uyuni. Trae aguas, sales disueltas y sedimentos en suspensión. Estos sedimentos han edificado un delta de unos 400 km de superficie en la desembocadura del río, al contacto con la costra de sal. El espesor de los sedimentos varía de unos decímetros a 3 metros. Por debajo de estos sedimentos deltaicos se encuentran los mismos sedimentos lacustres que existen debajo de la sal. Con excepción de lentes arenosas río arriba, los sedimentos deltaicos son impermeables y secos. El nivel de la *capa* de salmuera generalmente sigue el contacto entre sedimentos lacustres y deltaicos. Justo en este contacto se encuentran lentes de ulexita que han precipitado por evaporación capilar de la napa subterránea. Son lentes adyacentes de 50 - 300 m de diámetro y de 5 a 50 cm de espesor. El mineral tiene un aspecto blanco sedoso. Es blando y saturado de salmuera (Risacher, 1989).

### **LA ULEXITA DE MAMA KHUMU**

El depósito de ulexita en la laguna Mama Khumu está ubicada en el lado oeste en cercanías de la localidad de Quetena Chico, Cantón Río Grande de la provincia Sur Lipez del Departamento de Potosí Bolivia. Luego de estudios bastante preliminares se estima un depósito de alrededor de 1 millón de toneladas de ulexita. En la región la producción de minerales industriales depende típicamente de microempresas locales. La producción del mineral industrial ulexita, está en constante aumento en términos de volumen (aumento de 17% sobre un total de 149.818 t en 2013) (<https://thediggings.com/mines/usgs10006007>).

La muestra estudiada, es de color blanco lechoso, sedoso, fácilmente deleznable y con granulometría fina. Se observan aglomerados fibrosos (Figura 2a, 2b). Los análisis realizados en la muestra por diferentes técnicas analíticas muestran diferentes fases asociadas, con predominancia de ulexita, sulfatos de calcio y cloruro de sodio. Por veces fueron detectados calcita.



Figura 2. a) Ulexita da Laguna de Mama Khumu. Aglomerados fibrosos.

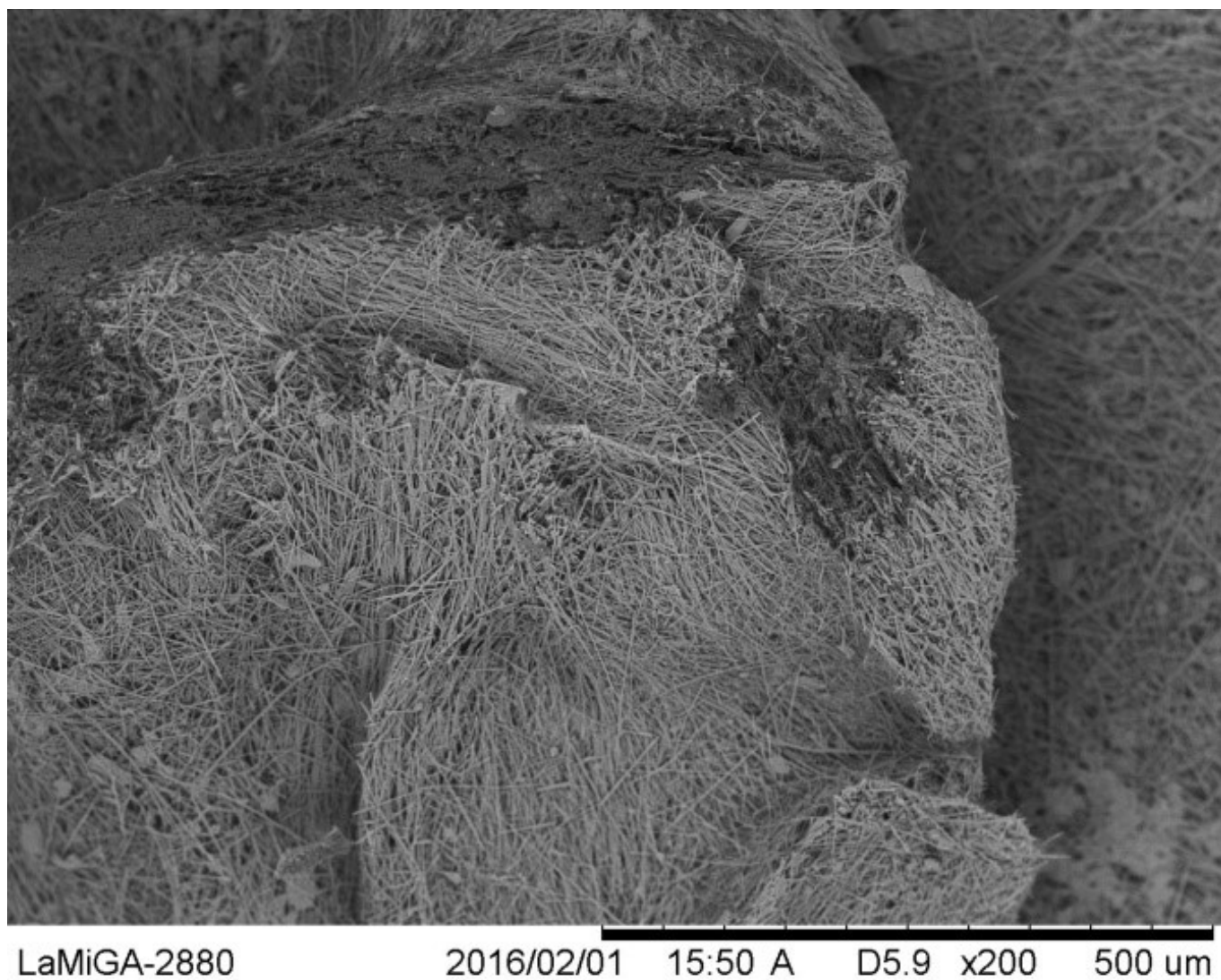
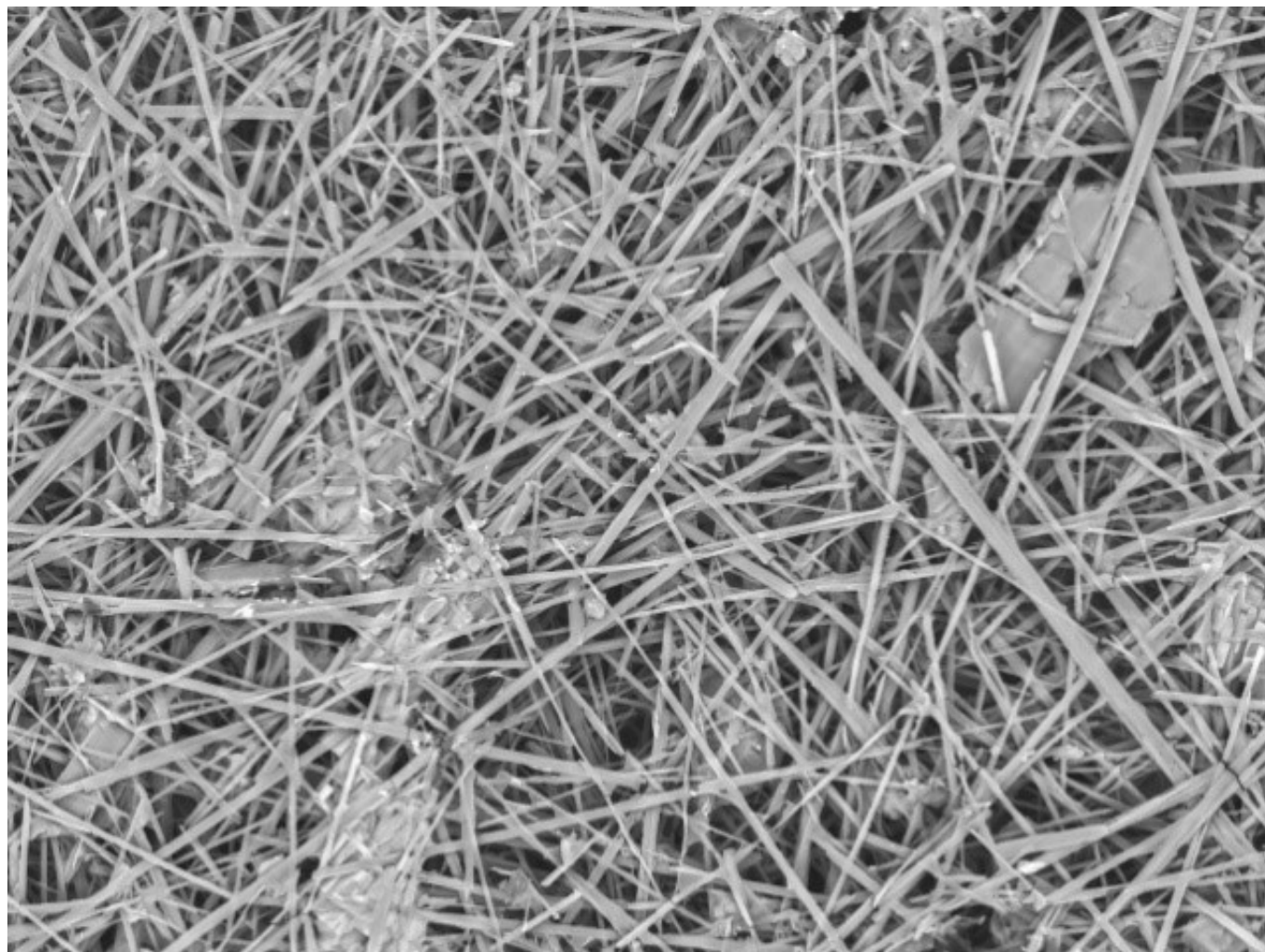


Figura 2. b) Ulexita da Laguna de Mama Khumu. Aglomerados fibrosos.



LaMiGA-2883

2016/02/15 10:09 A D6.3 x1.0k 100 um

Figura 3. a) Ulexita fibrosa.

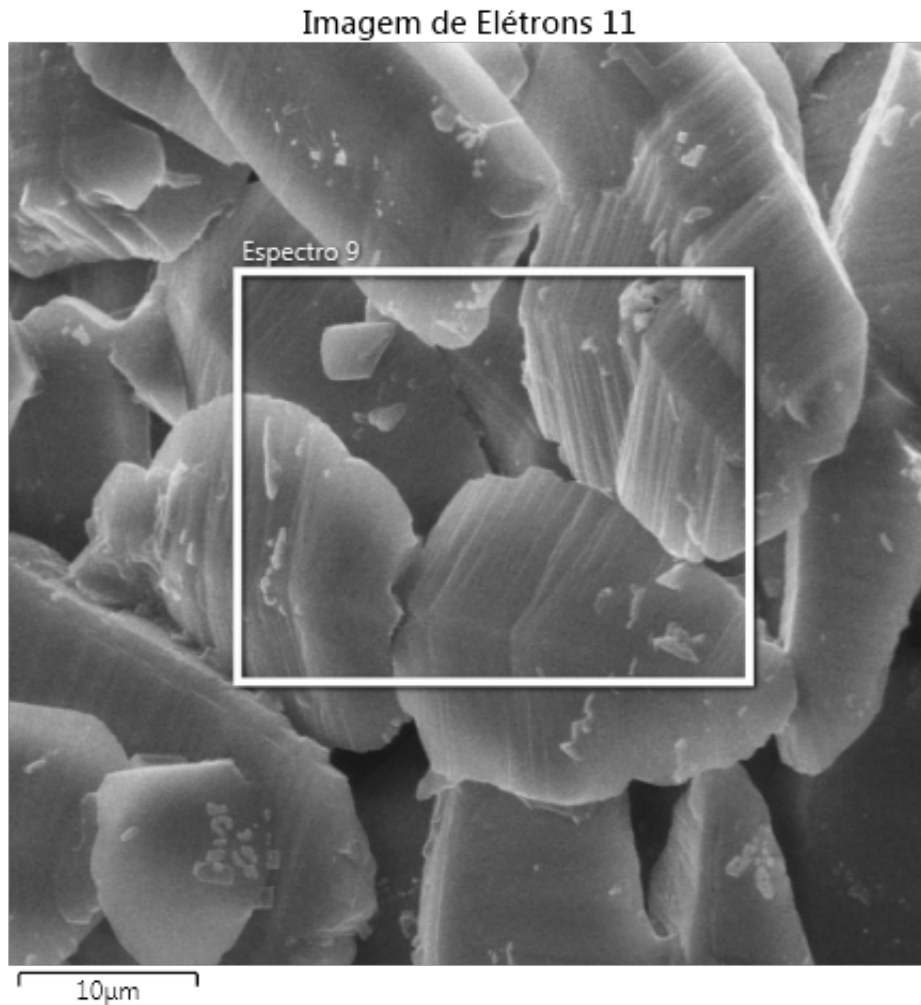


Figura 3.

b) microagregados de yeso. Imágenes de ES/MEB/SED.

Los análisis realizados sobre los boratos de Mama Khumu indican ser boratos hidratados de Na y Ca que corresponde a ulexita, siendo exclusivo en las borateras de la región del Río Grande. El borato ulexita de composición  $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  o  $\text{NaCaB}_5\text{O}_6(\text{OH})_6 \cdot 5(\text{H}_2\text{O})$  se presenta como de interés económico, pero esta asociada íntimamente con yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) y halita ( $\text{NaCl}$ ). No fueron encontrados otros boratos como borax o colemanita, típicos de otras zonas de los salares andinos en Chile, Argentina o Perú (Chong et al. 2000).

Los ensayos por MEB, muestran intercrecimientos de agregados fibrosos y cristales aciculares de ulexita con tamaños micrométricos (Figura 3a). Los cristales de yeso y halita están íntimamente asociados a ulexita. El yeso se presenta como microagregados tabulares prismáticos (Figura 3b). Espectros obtenidos por MEB/SED de los cristales de yeso muestra concentración de S, Ca y O y de la halita de Cl y Na. Por veces fueron observado la presencia de Mg.

Los análisis químicos muestran promedios de B 7,68% (7,36-8,02%); Ca 14,58% (14,38-14,87); Mg 0,53 (0,42-0,55); K 0,63 y Na 7,78% (6,61-8,84). La calidad de la ulexita muestra  $\text{B}_2\text{O}_3$  cerca a 11 %, muy por

debajo de otros ensayos que indican B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> entre 17 a 19% del mínimo requerido para su uso industrial. La cantidad de boro estequiométrico es 13,34 % ([www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)).

## REFERENCIAS

AHLFELD, F.E., 1972. Geología de Bolivia. Los Amigos del Libro, La Paz, Bolivia, 190 pp.

CHONG, G., PUEYO, J.J., DEMERGASSO, C. 2000. Los yacimientos de boratos de Chile. [Revista geológica de Chile](#). v.27 n.1 Santiago jul. 2000

GARCIA-VALLES, M., ALFONSO, P., ARANCIBIA, J.R.H., MARTINES, S., PARCERISA, D. 2016. Mineralogical and thermal characterization of borate minerals from Rio Grande deposit, Uyuni (Bolivia). *J Therm Anal Calorim* (2016) 125:673–679.

[GARRET](#), D. 1998. Borates. Handbook of Deposits: processing, properties and use. *Academic Press*, 483p.

MME, 2010. Potencial de Incremento do Comércio de Produtos Minerais entre os Países da América do Sul. Relatório Técnico 80. Ministerio de Minas e Energia. Mendo consultoria.

ORRIS, G. J. 1992. Bibliography and Summary of Data Available for the Salar de Uyuni, Bolivia. U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY. Open-File Report 95-618

PARRA Z. R., MORALES V. M.A. 2013. Estudio básico para la obtención de ácido bórico a partir de la ulexita y dióxido de carbono. *REVISTA BOLIVIANA DE QUÍMICA*, Vol. 30, No.1, pp. 42-49, Ene./Jun. 2013.

RISACHER, F. 1989. Estudio Económico del Salar de Uyuni. Orstom in Bolivie. Informe No. 17.

RISACHER, F., FRITZ, B. 1991. Quaternary geochemical evolution of the salars of Uyuni and Coipasa, Central Altiplano, Bolivia, *Chemical Geology* 90, 211–231.

ROS, A.M. 2009. El boro. Recopilación de estudios sobre el boro. <https://issuu.com/antonioros/docs/>.

SME, 2006. Mineral Industrial & Rocks, Commodities, Market and Uses. SME. Kogel, J., Trivedi, N., Barker, J. & Krukowsy, S. Editors.

WARREN, J. 2016. *Evaporites: A Geological Compendium*. Springer

[http://www.heringer.com.br/heringer/web/conteudo\\_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=2265](http://www.heringer.com.br/heringer/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=2265). Acceso en julio de 2016.

<https://thediggings.com/mines/usgs10006007>. Acceso en septiembre de 2016.

[www.webmineral.com](http://www.webmineral.com). Acceso en octubre de 2016.





[10.31419/ISSN.2594-942X.v42017i1a10OJCF](https://doi.org/10.31419/ISSN.2594-942X.v42017i1a10OJCF)

---

PDF generated by Kalin's PDF Creation Station