

Crecimiento epitaxial de jarosita sobre barita como resultado de la lixiviación ácida

Juan Morales (1*), José Manuel Astilleros (2,3), Carlos Pérez Garrido (2,3), Juan Carlos Fernández-Caliani (4), Lurdes Fernández-Díaz (2,3)

(1) Departamento de Geología. Área de Cristalografía y Mineralogía. Universidad de Salamanca, 37008, Salamanca (España)

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España)

(3) Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), 28040, Madrid (España)

(4) Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva, 21071, Huelva, (España)

* corresponding author: juan.morales@usal.es

Palabras Clave: Jarosita, Barita, Epitaxia, Lixiviación. **Key Words:** Jarosite, Barite, Epitaxy, Leaching process.

INTRODUCCIÓN

La jarosita es un subgrupo de sulfatos de hierro hidratados, pertenecientes al grupo de la alunita, que se encuentran comúnmente en ambientes ácidos y ricos en sulfato, como lagos salinos o sistemas hipógenos, así como en residuos mineros y en zonas de procesamiento hidrometalúrgico (Crabbe et al., 2015; Cogram, 2018). Uno de los extremos de la serie es la jarosita ($\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$), aunque es relativamente habitual encontrar una amplia sustitución del potasio por cationes como NH_4^+ , Ag^+ , Na^+ y Pb^{2+} , dando lugar a amoniojarosita, argentojarosita, natrojarosita y plumbojarosita, respectivamente. Esta capacidad de sustitución isomórfica implica que los minerales de jarosita pueden actuar como sumideros, inmovilizando elementos potencialmente tóxicos (As, Cr, Cu, Pb, Cd) o reservorio de elementos estratégicos (Ni, Ti, Li, Bi, Co, Mn, W o REE). La existencia en el entorno de minerales con una estructura similar a la de la jarosita podría favorecer la formación orientada de este mineral sobre el sustrato (epitaxia). Para analizar la relación cristalográfica y coherencia de estos sobrecrecimientos, la técnica de *rocking curves* podría dar información sobre la frecuencia de las orientaciones preferentes. Esta técnica de DRX permite evaluar la calidad cristalina en determinadas orientaciones cristalográficas y hacer un barrido en Phi y Chi para poder sumar las señales y obtener figuras de polos (Vaudin et al., 1998). Para ello, se fija el detector en una reflexión de Bragg específica y se hace oscilar ligeramente (*rocking*) el ángulo de incidencia del haz sobre la muestra alrededor de dicha orientación, midiendo la intensidad difractada en función del ángulo. Un pico estrecho indica un cristal bien ordenado y con baja mosaicidad, mientras que uno ancho revela defectos, tensiones estructurales o desalineación. En este trabajo se analiza la relación cristalográfica que existe entre la barita (BaSO_4) presente en residuos mineros y el sobrecrecimiento de jarosita, evaluando la coherencia en la interfase mediante *rocking curves*.

METODOLOGÍA

Para estudiar la cristalización orientada de jarosita sobre barita, se llevaron a cabo experimentos de interacción entre superficies cristalinas de barita y una solución procedente de la lixiviación generada a partir de los residuos mineros de la Faja Pirítica Ibérica. Los lixiviados se obtuvieron mediante agitación mecánica de una suspensión residuo-agua (1:10) durante 24 h. El pH de las soluciones antes de iniciar el proceso de interacción fue aproximadamente 1,5. Tras un proceso de filtración, estas soluciones ácidas se pusieron en contacto con fragmentos de barita recién exfoliados, orientando los cristales según su morfología macroscópica (Hartman y Strom, 1986). Los experimentos se mantuvieron en frascos cerrados a una temperatura constante de 55°C durante 15 días. Una vez extraídos, los cristales de barita presentaban una costra de color anaranjado, cuya naturaleza fue analizada e identificada mediante DRX de polvo (Bruker D8 Advance). La caracterización morfológica y química de las muestras se realizó mediante SEM-EDS, operando a 20 kV (JEOL JSM-IT500). Para estudiar en detalle la relación epitaxial entre la barita y la jarosita se llevó a cabo un análisis de *rocking curves* con un PANalytical X'Pert PRO MRD. Para la orientación de barita se escogió la ficha PDF2 00-24-1035 (a : 7.1565Å, b : 8.8811Å, c : 5.4541Å) mientras que para la jarosita se escogió la ficha PDF2- 01-071-1777 (a : 7.315Å, b : 7.315Å, c : 17.224Å).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis mediante DRX y SEM-EDS confirmó el crecimiento de jarosita con una marcada orientación preferente sobre la superficie de barita (Fig. 1). Las figuras de polos generadas a partir de las *rocking curves* para las caras (003), (012) y (101) de jarosita, con respecto a la cara (100) del sustrato de barita, muestran una fuerte correlación textural, que corrobora la epitaxia. Los desajustes estructurales calculados para las orientaciones observadas oscilan entre 2 y 6%. Estos valores son suficientemente reducidos para permitir un crecimiento epitaxial coherente. Estos resultados sugieren que la barita actúa como un agente nucleante, favoreciendo la cristalización de jarosita procedente de los lixiviados de los residuos mineros.

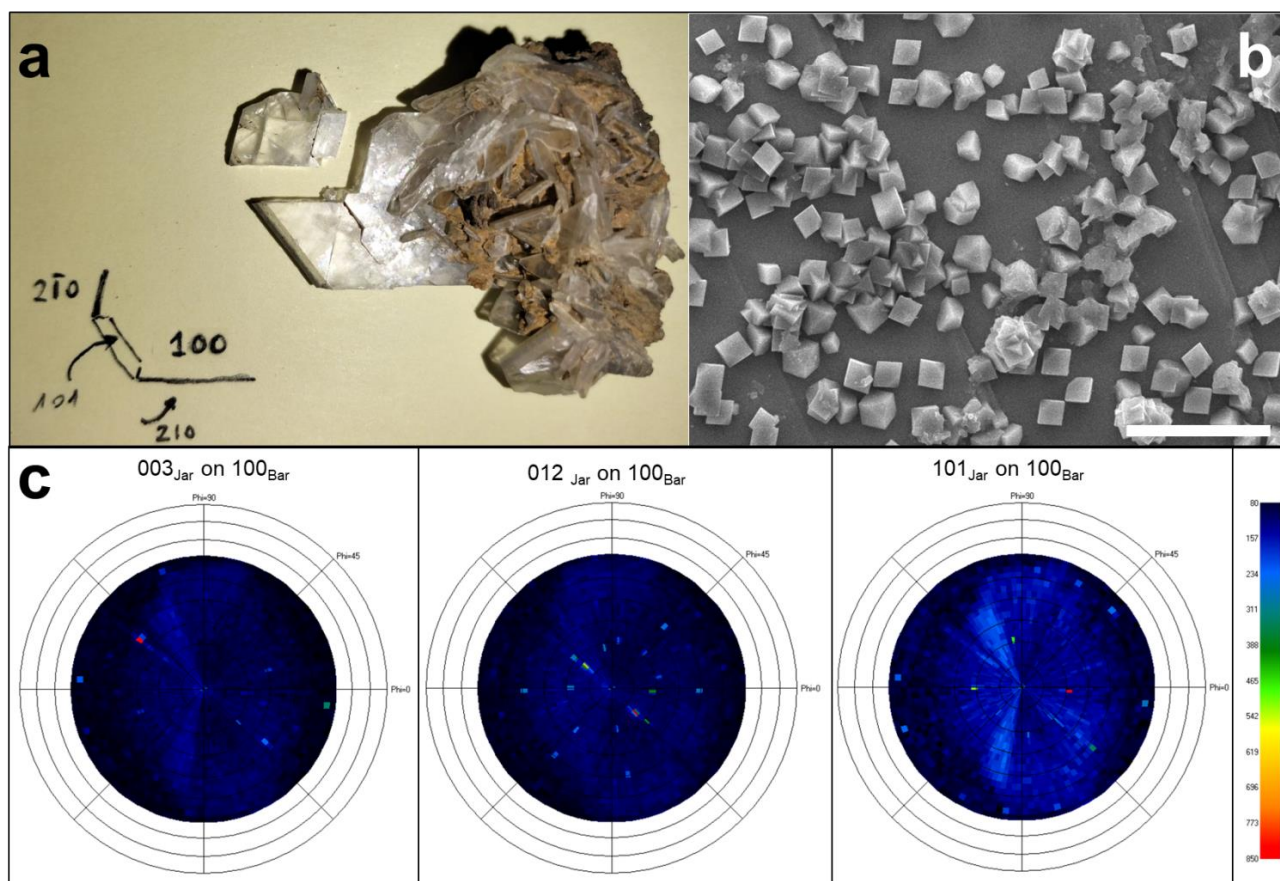


Fig 1. a) Cristal de barita natural orientado (PDF2 00-24-1035), exfoliado antes de los experimentos de interacción. b) Imagen de SEM en la que se puede observar orientaciones preferentes de jarosita. c) Resultados de *rocking curves* que demuestran el alineamiento cristalográfico con las cristales de jarosita respecto al sustrato de barita.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el trabajo del personal de los Servicios Generales de la Universidad de Salamanca (NUCLEUS, Preparación de Rocas, Difracción de Rayos X y Microscopía Electrónica), y la Universidad Complutense de Madrid (CAI Difracción de Rayos X).

REFERENCIAS

- Cogram, P. (2018): Jarosite. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier.
- Crabbe, H., Fernandez, N., Jones, F. (2015): Crystallization of jarosite in the presence of amino acids. *J. Cryst. Growth.*, **416**, 28-33.
- Hartman, P., Strom, C.S. (1989): Structural morphology of crystals with the barite (BaSO_4) structure: a revision and extension. *J. Cryst. Growth.*, **97**, 502-512.
- Vaudin, M.D., Rupich, M.W., Jowett, M., Riley Jr, G.N., Bingert, J.F. (1998): A method for crystallographic texture investigations using standard x-ray equipment. *J. Mater. Res.*, **13**(10), 2910-2919. DOI: 10.1557/JMR.1998.0398.