

Relación del Arsénico, Hierro, Manganeso con la Mineralogía de los Suelos con Influencia Minera del Sureste de España (Murcia)

/ SALVADORA MARTÍNEZ / MARIA JOSE MARTINEZ-SANCHEZ / CARMEN PEREZ SIRVENT

Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología. Campus De Excelencia Internacional Mare Nostrum. Universidad de Murcia (España)

INTRODUCCIÓN

La zona de estudio, la Sierra de Cartagena-La Unión y su zona de influencia minera, se sitúan en el extremo sur oriental de la Región de Murcia entre Cabo de Palos y Cartagena (*Figura 1*). Es una zona que muestra los efectos ambientales adversos provocados por el impacto de la actividad minera desarrollada en esta zona durante siglos. Estas áreas mineras se encuentran actualmente abandonadas y representan una fuente importante de contaminantes dado que contienen elementos potencialmente tóxicos como arsénico y otros metales pesados (*Navarro et al., 2012; García-Lorenzo et al., 2012*). Estos contaminantes pueden ser transferidos del suelo al agua y a las plantas, llegando hasta el ser humano y provocando efectos dañinos para la salud pública (*Martínez- Sánchez et al., 2013*).

Uno de los aspectos más importantes para conocer el problema medioambiental que puede plantear la presencia de As en una zona, es tener información sobre la movilidad del As, es decir, el comportamiento químico de las fases mineralógicas a las que está ligado este elemento.

Con la investigación que se plantea en este estudio se pretende realizar una aproximación sintética al conocimiento general del área influenciada por la actividad minera desarrollada en el distrito minero de La Unión-Cartagena en las Cuenca vertientes al Mar Menor y Mar Mediterráneo, y relacionarlo con el comportamiento geoquímico del arsénico

asociado a los compuestos de hierro y manganeso.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona de estudio, la Sierra Minera de Cartagena-La Unión se ha dividido en tres áreas para la realización de este trabajo. El Área de estudio 1 corresponde con la Vertiente Mar Menor, la parte central de la Sierra Minera con Área de estudio 2 y, el Área de estudio 3 con la Vertiente Mar Mediterráneo. Se seleccionaron 142 muestras de suelo procedentes de la Sierra Minera.

Para la determinación del contenido total de elementos seleccionados de las muestras de suelos/sedimentos,

se realizó una digestión previa de las muestras en microondas Milestone ETHOS PLUS a alta presión. La determinación de As se obtuvo usando la técnica de espectroscopia de fluorescencia atómica con generación de hidruros (HG-AFS) (PSA Millenium Excalibur 10055). Para la determinación de Fe y Mn se usó la técnica de espectroscopia de Absorción Atómica (FAAS).

Para el estudio de la composición mineralógica de las muestras de suelo se utilizó un difractómetro Philips X'Pert con anticátodo de Cu.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Figura 2* se representa el conteni-

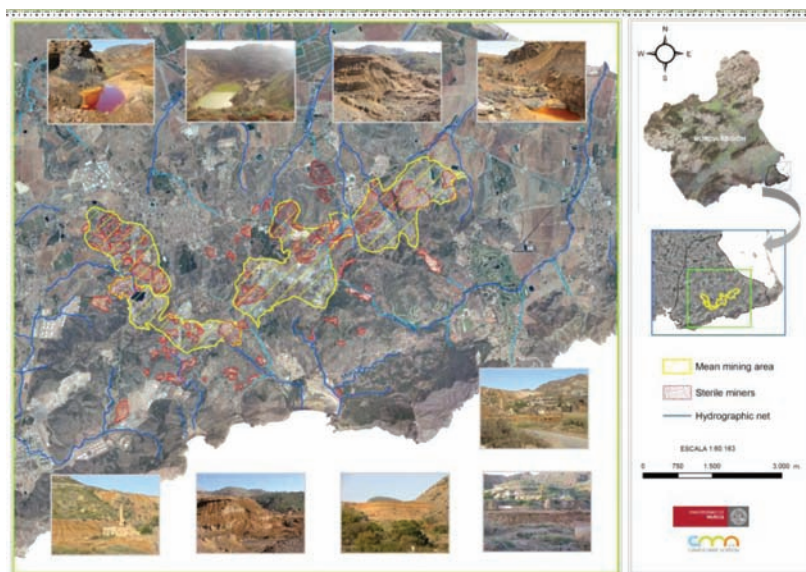


Fig. 1. Localización de la zona de estudio.

palabras clave: Arsénico, Composición Mineralógica, Suelos de Mina.

key words: Arsenic, Mineralogical Composition, Mine Soils.

do de elementos (As, Fe y Mn) analizados. El Área 1 coincide con la menor concentración media tanto de As como Fe y Mn con respecto a las otras Áreas, coincidiendo el Área 3 con los valores medios más altos de concentración para As y Fe, alcanzándose los más elevados para el Mn en el Área 2. As y Fe presentan patrones de concentración similares en los suelos estudiados y son diferentes al Mn especialmente en el Área 2.

Para estudiar la relación entre la concentración de dos elementos en el suelo, en la zona de estudio, se ha realizado un contraste de independencia. Para ello se formulan dos hipótesis. Las hipótesis a contrastar son:

- H_0 = las variables X e Y son independientes.
 - H_1 = las variables X e Y son dependientes.
- $P_{valor} > \alpha$ se acepta la hipótesis H_0
 $P_{valor} < \alpha$ se acepta la hipótesis H_1

En concreto las variables que se estudian son:

- X= Presencia de "elemento 1" en suelo.
 Y= Presencia de "elemento 2" en suelo. Para llevar el contraste de independencia se utiliza Chi-Square Test:
- cuando P_{valor} es $< \alpha$ para un nivel de significación de $\alpha = 0.05$ ó 0.01 , se acepta la hipótesis alternativa, es decir, la concentración de "elemento 1" y la concentración de "elemento 2" en suelo son variables dependientes.
 - cuando P_{valor} es $> \alpha$ para un nivel de significación de $\alpha = 0.05$ ó 0.01 , se acepta la hipótesis nula, es decir, la concentración de "elemento 1" y la concentración de "elemento 2" en suelo son variables independientes.

Los resultados obtenidos con el Test de Chi-Square se muestran en la *Tabla 1*. Los valores de P_{valor} obtenidos ($P_{valor} = 0.000$) para las Áreas de estudio 1 y 3 ponen de manifiesto que para un nivel de significación de $\alpha = 0.05$ ó $\alpha = 0.01$ existe relación de dependencia entre los elementos estudiados; As-Fe, As-Mn y Fe-Mn. En el Área 2 también se establece relación de dependencia entre As y Fe pero Mn muestra un comportamiento diferente en estos suelos/sedimentos, tanto para As como para Fe el P_{valor} obtenido es mayor que α para un nivel de significación $\alpha = 0.01$. Por tanto, en el Área 2 la concentración de Mn con la de As ó Fe son independientes y aumentos en la concentración de Mn no se traducen en aumentos de concentración de As ó Fe.

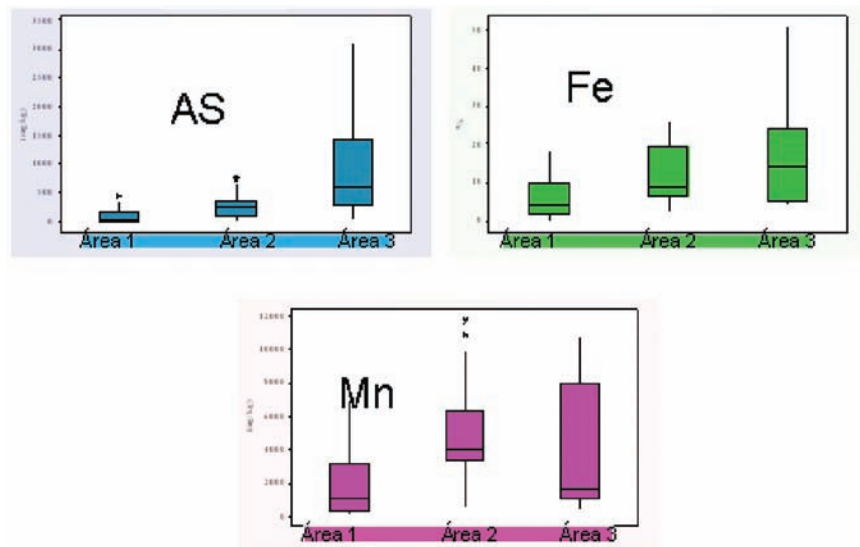


Fig. 2. Gráficos de comparación múltiple del contenido en elementos de la Zona de estudio.

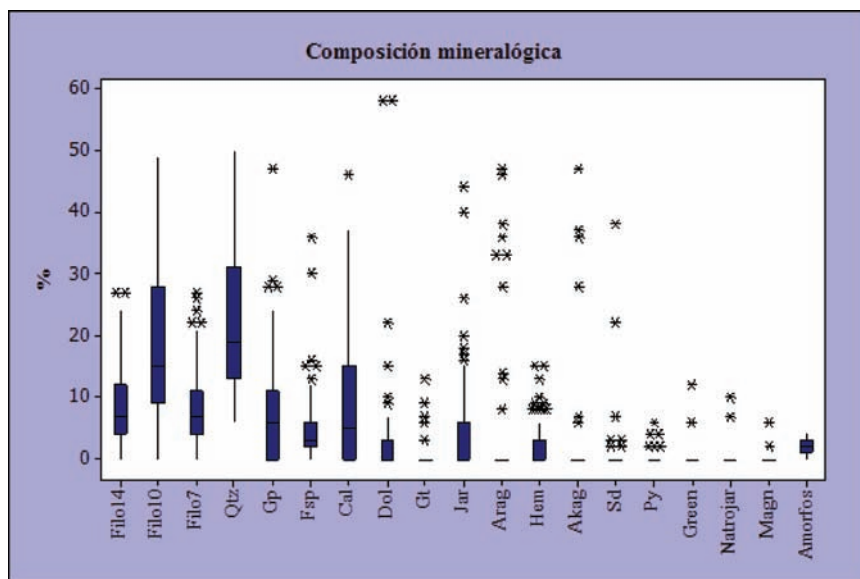


Fig. 3. Composición mineralógica de los suelos de la Sierra Minera

En la *Figura 3* se representa el análisis de la composición mineralógica realizado mediante difracción de Rayos X. Se puede observar que la composición mineralógica de estos suelos depende de los materiales relacionados con la actividad minera.

Los suelos del Área 1, con bajo contenido en As y sin influencia minera en general, están constituidos principalmente por aragonito, cuarzo, calcita, seguida de filosilicatos a 10 Å (micas), yeso, filosilicatos a 7 (caolinita) y 14 Å (clorita) y jarosita. Entre los minoritarios se encuentran dolomita, feldspatos, hematites y amorfos. La presencia de aragonito está relacionada con la proximidad a la playa y asociada al yeso y en ocasiones a halita, como corresponde a suelos de ribera salinos. La presencia

de jarosita está asociada a zonas de depósito de estériles de mina transportados por las ramblas (Martínez, 2010).

Los suelos del Área 2 presentan una composición mineralógica similar aunque aparecen otros minerales como siderita, pirita, óxidos y oxihidróxidos de hierro (magnetita, hematites y goethita). Los suelos del Área 3 presentan la máxima influencia minera, son antroposoles y su composición mineralógica está representada por micas, filosilicatos a 7 Å, siderita y jarosita entre otros.

CONCLUSIONES

En el Área 1, las mayores concentraciones de arsénico se dan en suelos/sedimentos que presentan filosilicatos a 14 y 7 Å y yeso, y bajo contenido en micas,

	ÁREA 1			ÁREA 2			ÁREA 3		
	As-Fe	As-Mn	Fe-Mn	As-Fe	As-Mn	Fe-Mn	As-Fe	As-Mn	Fe-Mn
Pvalor	0.000	0.000	0.000	0.000	0.02	0.02	0.000	0.000	0.000
Chi-cuadrado	87.85	2874.31	77.69	80.78	305.81	305.81	294.21	3696.96	395.67
GL	31	31	31	30	30	30	11	11	11

Tabla 1. Resultados obtenidos con el Test de Chi-Square para las tres áreas

calcita y aragonito en su composición mineralógica.

Las mayores concentraciones de As y Fe, en el Área 2, aparecen en suelos/sedimentos que contienen filosilicatos a 14 Å, yeso y hematites en su composición mineralógica y a su vez presentan bajo contenido en micas y oxihidroxidos de Fe. La concentración de Mn es mayor en suelos con bajo contenido en feldespatos.

Los tres elementos estudiados alcanzan las concentraciones más altas en los suelos/sedimentos del Área 3 cuando éstos presentan siderita y piritita en su composición mineralógica y bajo contenido en amorfos.

REFERENCIAS

García-Lorenzo, M.L., Pérez-Sirvent, C., Martínez-Sánchez, M.J., Molina-Ruiz, J. (2012): Trace elements contamination in an abandoned mining site in a semiarid zone. *Journal of Geochemical Exploration*, 113, 23-35.

Martínez, S. (2010): El arsénico en suelos con influencia minera en ambientes semiáridos. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Martínez-Sánchez, M.J., Martínez-López, S.,

Martínez-Martínez, L.B., Pérez-Sirvent, C. (2013): Importance of the Arsenic Bioaccessibility Factor for characterising the risk associated with soil ingestion in a mining-influenced zone. *Journal of Environmental Management*, 116, 10-17.

Navarro-Hervás, C., Pérez-Sirvent, C., Martínez-Sánchez, M.J., García-Lorenzo, M.L., Molina, J. (2012): Weathering processes in waste materials from a mining area in a semiarid zone. *Applied Geochemistry*, 27, 1991-2000.