

Transferencia suelo-planta de elementos potencialmente tóxicos en el sector SO de la provincia de Ciudad Real

Sofía Rivera Jurado (1*), José María Esbrí Víctor (2), Saturnino Lorenzo Álvarez (3), Ana C. González Valoys (3,4), José Ignacio Barquero (4), Pablo L. Higuera (4)

(1) IES Maestro Juan de Ávila. 13003, Ciudad Real (España)

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

(3) Instituto de Geología Aplicada. Universidad de Castilla-La Mancha, 13400, Almadén, Ciudad Real (España)

(4) Centro Experimental de Ingeniería. Universidad Tecnológica de Panamá, 0819-07289, Panamá City (Panamá)

* correspondiente autor: Sofia.rivera@alu.uclm.es

Palabras Clave: Elementos potencialmente tóxicos (EPTs), Biogeoquímica, Índice de bioacumulación, Castilla-La Mancha.

Key Words: Potentially toxic elements (PTEs), Biogeochemistry, Bioaccumulation index, Castilla-La Mancha.

INTRODUCCIÓN

El sector suroccidental de la provincia de Ciudad Real incluye, desde el punto de vista geológico, los sinclinales de Almadén y Guadalmez y el anticlinal del Valle de Alcudia. Es, además, un área caracterizada por la presencia de numerosas explotaciones mineras de elementos metálicos, todas ellas abandonadas en la actualidad. En concreto, el sinclinal de Almadén se corresponde con el denominado distrito minero de mercurio de Almadén; el Valle de Alcudia es también un importante distrito minero para plomo y elementos relacionados (Zn, Cu y Ag fundamentalmente); y en el sinclinal de Guadalmez se encuentran pequeñas mineralizaciones de Sb que están siendo actualmente investigadas por el renovado interés por este elemento por parte de la Unión Europea.

Uno de los condicionantes fundamentales de la minería actual es el análisis detallado de las posibles afectaciones al medio por la minería metálica. En este marco, el proyecto AUREOLE en el que participamos pretende identificar y cuantificar estas afectaciones ambientales causadas por el Sb en el marco de la Unión Europea. La incorporación de Hg a las plantas vasculares se ha verificado como originaria mayoritariamente a partir del Hg atmosférico, que a su vez procede en buena parte del contenido en el suelo y que pasa a la atmósfera en mayores cantidades en áreas afectadas por contaminación por este elemento en el suelo. Pero el caso del Sb está menos documentado.

La presente comunicación tiene por objetivo principal identificar y cuantificar la transferencia de elementos potencialmente tóxicos (EPTs) de suelo a planta, con especial interés por el Sb, pero también por otros elementos relacionados, como objetivo más extenso. Para ello se ha elegido como planta modelo la encina (*Quercus ilex*), por su ubicua presencia en toda el área de interés.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han tomado un total de 113 muestras de suelos de la zona, correspondientes al Horizonte A del suelo, a una profundidad máxima de 15 cm, mediante tomamuestras helicoidal Eijkelkamp. En aquellas localidades en que había cobertura vegetal de encinas (76 lugares), se tomaron además muestras de hojas de encina. La distribución de las muestras ha sido por un lado litológica, tomando una muestra cada 15 km² sobre las diferentes litologías representadas en la zona; y por otro, intensificado en el área de la principal mineralización de Sb de la zona, la mina La Balanzona. Las muestras biológicas se prepararon con secado, lavado y trituración de las hojas, y las muestras geológicas mediante disgregación y descarte de la fracción >2 mm, cuarteo para obtener una alícuota para análisis, y molienda en mortero de ágata hasta conseguir una granulometría <100 µm. El análisis de ambos tipos de muestras se llevó a cabo mediante la técnica de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva (EDXRF). Con los resultados obtenidos se han determinado los coeficientes de bioacumulación (CBA=concentración en planta/concentración en suelo) y se han tratado estadísticamente, y se ha estudiado la distribución espacial de los resultados mediante la obtención de mapas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la estadística básica de los elementos contenidos en los suelos y plantas de la zona (Hg, Sb, Pb, Zn, Cu, As). Las concentraciones Hg se localizan mayoritariamente en la parte sureste del sinclinal de Almadén tanto en suelos como en plantas, como cabe esperar, con ciertos valores anómalos en suelos en el sinclinal de Guadalmez. En el caso del Sb, las concentraciones mayoritarias en suelos se encuentran dispersas en ambos sinclinales, centrándose las más elevadas al SO y SE del sinclinal de Guadalmez, al igual que ocurre con las concentraciones en plantas. El Pb a pesar de su elevado coeficiente de variación, aparece únicamente en suelos ($56,50 \text{ mg kg}^{-1}$), y ausente en la planta, esto hace pensar que el Pb es poco móvil en condiciones normales de bioacumulación. El resto de los elementos (As, Zn, Cu) muestran concentraciones en suelos relacionadas con el vulcanismo del sinclinal de Almadén, aunque se pueden observar algunas anomalías de carácter local, condicionadas por factores antrópicos evidentemente relacionados con la minería metálica de la zona.

En cuanto a la determinación del coeficiente de bioacumulación (CBA), se observó que ninguno de los EPTs estudiados es bioacumulado en niveles altos (Kabata-Pendias, 2001) por la planta modelo seleccionada para este estudio (*Quercus ilex*). El Hg ha mostrado niveles medios de bioacumulación, seguramente procedente de la absorción atmosférica a través de las hojas, y no por transferencia directa desde el suelo hacia la planta, (Barquero et al., 2019). Como caso particular, en la Figura 1 se puede observar como el rango de captación del P es independiente de la concentración en suelo, esto sucede para muchos elementos en áreas relativamente pequeñas. A escala regional (Atlas biogeoquímico), es posible que se encuentren patrones de captación distintos, siendo esperable que en la mayoría de los casos las plantas bioacumulen poco a bajas concentraciones en el suelo hasta un umbral en el que comiencen a bioacumular con eficacia, alcanzando un valor límite a partir del cual la bioacumulación cese a pesar de que las concentraciones en suelo sigan aumentando. Además, se le suma la dificultad de que los contenidos cuantificados del P sean totales y no biodisponibles.

Variable	\bar{X} Suelo	Desv.E.	CoefVar	\bar{X} Quercus	Desv.E.	CoefVar	BAC	Desv.E.
As	15,3	19,40	126,50	0,4132	0,22	54,64	0,105	0,217
Hg	2.915,0	7.529,00	258,26	121,7	180,10	147,98	0,146	0,150
Pb	56,5	130,60	231,02	*	*	*		
Sb	4,0	6,16	151,73	3,7171	0,76	20,58	0,268	0,093
Zn	51,9	28,56	55,02	22,14	9,31	42,05	0,508	0,351
Cu	18,2	13,76	75,42	7,047	1,34	18,97	0,261	0,125

Tabla 1. Resumen estadístico de los resultados obtenidos. Todos los valores expresados en (mg kg^{-1}), excepto el Hg expresado en (ng g^{-1}). Los valores <límite de detección aparecen como *.

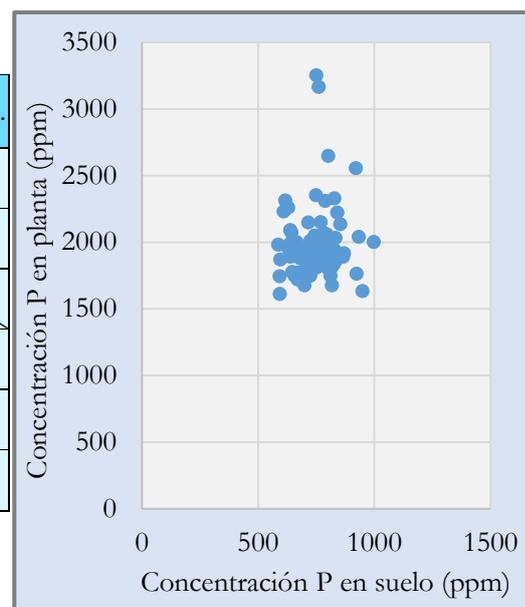


Fig 1. Correlación del P en suelo y planta.

CONCLUSIONES

Se han encontrado coeficientes de bioacumulación bajos o muy bajos para los principales EPTs de la provincia de Ciudad Real ($< 0,5$). La planta modelo ha mostrado un comportamiento excluyente para algunos de estos EPTs (Pb, entre otros). Los EPTs que pasan con facilidad a estado gaseoso (Hg) tampoco han mostrado CBA elevados.

REFERENCIAS

- Kabata-Pendias, A. (2001): Trace elements in soil and plants, third ed. CRC Press, Boca Ratón, USA, 413 p.
- Barquero, J.I., Rojas, S., Esbrí, J.M., García Noguero, E.M., Higuera, P. (2019): Factors influencing mercury uptake by leaves of stone pine (*Pinus pinea* L.) in Almadén (Central Spain). *Environ. Sci. Pollut. Res.*, **26**, 3129–3137. DOI: 10.1007/s11356-017-0446-8.
- Proyecto AUREOLE - <https://aureole.brgm.fr/>