

Lavandula stoechas L. como especie fitorremediadora

Lavandula stoechas L. as phytoremediation species

I. Gago*, M. González-Morales, J. Urbano, L. Fernández-Pozo & M.A. Rodríguez

Grupo de investigación Análisis de Recursos Ambientales. Universidad de Extremadura. Avda. Elvas, s.n. 06071 Badajoz, España
(*E-mail: igagom14@gmail.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.28762>

RESUMEN

Una de las problemáticas medioambientales actuales es el incremento de la concentración de contaminantes en el medio ambiente. Las actividades mineras pueden generar contaminantes que se acumulan en el suelo. Este problema desemboca en un deterioro de los ecosistemas en los que aparece una gran acumulación de metaloides, afectando gravemente tanto a los seres vivos como al biotopo. Algunas especies de plantas han conseguido desarrollar tolerancia a estos contaminantes, absorbiéndolos o estabilizándolos, siendo capaces de mejorar la calidad del ecosistema. Algunas especies vegetales pueden ser utilizadas como método efectivo y seguro para recuperar zonas vulnerables o susceptibles de acumulación de elementos potencialmente tóxicos. El presente estudio aborda la posible utilización de *Lavandula stoechas* L. como planta fitoextractora para reducir la contaminación de elementos potencialmente tóxicos. Se ha evaluado la capacidad de fitoextracción para dos elementos (Pb y Zn) en una zona minera abandonada en el SW de la Península Ibérica, llamada mina La Sierra, donde se ha visto que la lavándula es capaz de desarrollarse en suelos donde la concentración de Zn y Pb es 506,05 y 461,41 mg/kg respectivamente. Se propone la utilización de esta especie para la minimización de metal(oid)es.

Palabras clave: *Lavandula stoechas* L., Fitorremediación, Fitoextracción, Minería, Metal(oid)es.

ABSTRACT

One of the current environmental problems is the increase in the concentration of pollutants in the environment. Mining activities can generate pollutants that accumulate in the soil. This problem leads to a deterioration of the ecosystems in which a large accumulation of metalloids appears, seriously affecting both living beings and the biotope. Some plant species have managed to develop tolerance to these pollutants, absorbing or stabilizing them, being able to improve the quality of the ecosystem. Some plant species can be used as an effective and safe method to recover vulnerable areas or those susceptible to the accumulation of potentially toxic elements. The present study deals with the possible use of *Lavandula stoechas* L. as a phytoextracting plant to reduce the contamination of potentially toxic elements. The phytoextraction capacity for two elements (Pb and Zn) has been evaluated in an abandoned mining area in the SW of the Iberian Peninsula, called La Sierra mine, where it has been seen that lavender can develop in soils where the concentration of Zn and Pb is 506.05 and 461.41 mg/kg respectively. The use of this species is proposed for the minimization of metal(oid)s.

Keywords: *Lavandula stoechas* L., Phytoremediation, Phytoextraction, Mining, Metal(oid)es.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de suelos por metales pesados se considera un problema global (dos Santos *et al.*, 2016), generado principalmente por actividades humanas. Tanto la minería como el procesamiento de minerales suponen las principales fuentes de contaminación de suelos (Pérez Sirvent *et al.*, 2017). Además, esta contaminación tiende a generar serios problemas a la salud humana y al balance local de los ecosistemas (Doležalová *et al.*, 2019), ya que se trata de elementos bioacumulables, pudiéndose infiltrar en la cadena trófica.

Pequeñas concentraciones de algunos metales (Zn) son importantes para funciones metabólicas en los humanos (Barraza *et al.*, 2018). Otros sin embargo (Pb), son considerados como posiblemente cancerígeno (Kim *et al.*, 2015).

Una excesiva exposición a metales pesados puede tener efectos crónicos (no cancerígenos) en la salud humana (Xiao *et al.*, 2017).

Algunas plantas se han adaptado a vivir en estos ambientes contaminados por elementos potencialmente tóxicos, por lo que pueden ser utilizadas como plantas fitorremediadoras.

La fitorremediación es un conjunto de tecnologías "in situ" o "ex situ" que comprende el uso de plantas para degradar, asimilar, metabolizar o detoxificar elementos potencialmente tóxicos y compuestos orgánicos en el suelo (Sarma, 2011).

En este estudio se utiliza la especie autóctona *Lavandula stoechas* L. como posible planta fitorremediadora para suelos contaminados por elementos potencialmente tóxicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado 20 ha alrededor de la mina La Sierra situada al SW de la Península Ibérica. Las actividades mineras se abandonaron en el siglo pasado. Esta mina es uno de los múltiples yacimientos de Pb-Zn del entorno. Su mineralización consiste en esfalerita (ZnS) y galena (PbS), así como gangas de cuarzo y calcita (Santos *et al.*, 2007).

Por la zona discurren dos arroyos estacionales que desembocan en el embalse de Azuaga (Badajoz).

La comarca presenta un clima mediterráneo con influencia atlántica, escasas precipitaciones (514 mm año⁻¹), y fuerte oscilación térmica entre invierno y verano (8 y 26 °C, respectivamente). Los inviernos son cortos, pero con intensas heladas. Los suelos dominantes son Regosoles eútricos a los que acompañan Cambisoles calcáricos y Luvisoles crómicos, de escaso contenido en materia orgánica y textura ligera.

Se recogieron 19 muestras de suelo a 30 cm de profundidad con ayuda de una barrena y 10 muestras de vegetación extrayendo las raíces con ayuda de una pala. El muestreo fue semidirigido, entre junio de 2020 y julio de 2021.

Una vez en el laboratorio, las muestras de suelo se dejaron secar durante 48 horas a temperatura ambiente, para su posterior tamizado a 2 mm.

Se realizó el análisis físico-químico del suelo determinando el potencial redox (Eh) y pH en agua 1:1 (Soil Survey Staff, 2014).

El nivel de contaminación del suelo se determinó mediante el índice de geoacumulación I_{geo} propuesto por Müller (1969), según la ecuación que se muestra más abajo, mediante la cual se establece una comparación entre la concentración de metales encontrados en lugares contaminados con concentraciones de referencia de lugares no contaminados.

Donde C_n es la concentración del metal en el área de estudio; y B_n los valores de concentración de referencia encontrados en la corteza terrestre.

$I_{geo} \leq 0$ no contaminado; $0 < I_{geo} \leq 1$ no contaminado a moderadamente contaminado; $1 < I_{geo} \leq 2$ moderadamente contaminado; $2 < I_{geo} \leq 3$ de moderado a muy contaminado; $3 < I_{geo} \leq 4$ muy contaminado; $4 < I_{geo} \leq 5$ de muy a extremadamente contaminado; $I_{geo} > 5$ extremadamente contaminado.

La vegetación recolectada se lavó con agua destilada y se dejó secar en estufa, durante una semana, a 60°C. Posteriormente, se molturaron y tamizaron a 0,25 mm. El contenido total de Pb y Zn de las

diferentes partes de la planta (parte aérea y radicular) se determinó mediante ICP-MS tras una digestión ácida utilizando una relación suelo/extractante de 1/10 (m/v).

El factor de translocación (FT), indicativo de la capacidad de la planta para transportar los metal(oid)es desde las raíces a la parte aérea, se determinó calculando el cociente entre la concentración de Pb y Zn en la parte aérea y radicular (Olivares & Peña, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diagrama pH-Eh (Figura 1) sugiere que las condiciones edáficas favorecen la presencia de formas solubles del Zn y Pb (Pourbaix, 1966).

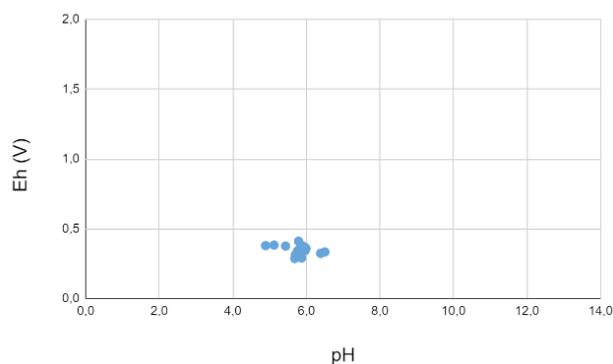


Figura 1 - Representación Eh frente a pH.

En la Figura 2 se muestran los valores I_{geo} para los suelos estudiados, resaltando mediante colores el grado de contaminación por Pb y Zn. Se observa que el nivel de contaminación por Pb es más alto

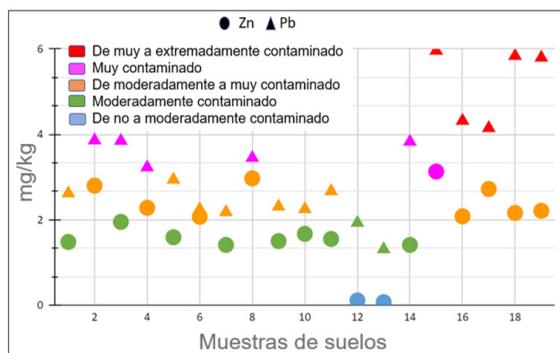


Figura 2 - Valores I_{geo} para Pb y Zn en suelos.

que el de Zn, alcanzándose valores que oscilan desde suelos muy a extremadamente contaminados.

El contenido total de Zn y Pb tanto en suelo como en vegetación (parte aérea, radicular y total) se presentan en la Figura 3. La concentración de Zn y Pb es mayor en suelos que en la vegetación.

Esta última, alcanza mayores niveles de contaminación por Zn, acumulándose preferentemente en la parte aérea. Por el contrario, la acumulación Pb es menor, acumulándose mayoritariamente en la parte radicular.

Podría ser debido a la nula solubilidad del Pb en agua, dificultando la captación de este elemento por las plantas.

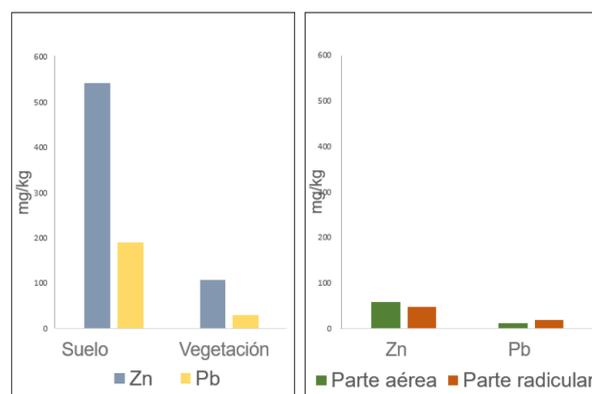


Figura 3 - Concentraciones de Zn y Pb en suelo y vegetación.

Los datos obtenidos referentes al factor de translocación (FT) se representan en la Tabla 1. Cuando estos son superiores a 1 la planta presenta gran capacidad para dicho transporte, siendo considerada como hiperacumuladora.

Esta capacidad puede ser debida a eficientes sistemas de transporte de metales (Zhao, 2002) o por secuestro de metales en las vacuolas de las hojas y en el apoplasto (Lasat, 2000).

Según los resultados mostrados en la Tabla 1, el factor de traslocación para el Zn es mayor a uno. Por ello, se podría afirmar que *Lavandula stoechas* L. puede ser considerada como planta hiperacumuladora para el Zn, transportándolo desde las raíces a la parte aérea.

Tabla 1 - Factor de traslocación (FT)

Lavándula	Parámetros	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)
1	P.Aérea	44,63	11,531
	P.Radicular	31,6	8,62
	FT	1,41	0,621
2	P.Aérea	73,43	11,37
	P.Radicular	63,8	31,93
	FT	1,151	0,36
Promedio FT		1,28	0,49

CONCLUSIONES

Según el índice de geoacumulación las muestras de suelo presentan niveles de contaminación que oscilan entre moderadamente a extremadamente contaminados por Zn y Pb.

De acuerdo con los resultados obtenidos, *L. stoechas* extrae y acumula en su parte aérea Zn por lo que podría ser utilizada como planta fitoextractora en áreas contaminadas por este elemento.

Sería necesario estudiar la fisiología de *L. stoechas* para determinar los mecanismos que se desencadenan frente al estrés provocado por elevadas concentraciones de metal(oid)es en el medio.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha contado con el apoyo de la Junta de Extremadura/FEDER, a través del proyecto IB18074.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barraza, F.; Maurice, L.; Uzu, G.; Becerra, S.; López, F.; Ochoa-Herrera, V.; Ruales, V. & Schreck, E. (2018) - Distribution, contents and health risk assessment of metal(loid)s in small-scale farms in the Ecuadorian Amazon: An insight into impacts of oil activities. *Science of the Total Environment*, vol. 622-623, p. 106-120. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.246>
- Doležalová, H.; Mihočová, S.; Chovanec, P. & Pavlovský, J. (2019) - Potential Ecological Risk and Human Health Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Industrial Affected Soils by Coal Mining and Metallurgy in Ostrava, Czech Republic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 16, n. 22, art. 4495. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224495>
- Dos Santos, V.; Varón-López, J.; Fonsêca, C.; Lopes, P.; Siqueira, J. & de Souza, F. (2016) - Biological attributes of rehabilitated soils contaminated with heavy metals. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 23, p. 6735-6748. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5904-6>
- Kim, H.; Kim, Y. & Seo, Y. (2015) - An Overview of Carcinogenic Heavy Metal: Molecular Toxicity Mechanism and Prevention. *Journal of Cancer Prevention*, vol. 20, n. 4, p. 232-240. <https://doi.org/10.15430/jcp.2015.20.4.232>
- Lasat, M.M.; Pence, N.S.; Garvin, D.F.; Ebbs, S.D. & Kochian, L.V. (2000) - Molecular Physiology of zinc transport in the zinc hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*. *Journal of Experimental Botany*, vol. 51, n. 342, p. 71-79. <https://doi.org/10.1093/jexbot/51.342.71>
- Muller, G. (1969) - Index of Geoaccumulation in Sediments of the Rhine River. *GeoJournal*, vol. 2, p. 109-118.
- Olivares, E. & Peña, E. (2009) - Bioconcentración de elementos minerales en *Amaranthus dubius* (bledo, pira), creciendo silvestre en cultivos del estado Miranda, Venezuela, y utilizado en alimentación. *Interciencia*, vol. 34, n. 9, p. 604-611.
- Pérez-Sirvent, C.; Hernández-Pérez, C.; Martínez-Sánchez, M.; García-Lorenzo, M. & Bech, J. (2017) - Metal uptake by wetland plants: implications for phytoremediation and restoration. *Journal of Soils and Sediments*, vol. 17, p. 1384-1393. <https://doi.org/10.1007/s11368-016-1520-4>
- Pourbaix, M. (1966) - *Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solutions*. National Association of Corrosion Engineers.
- Santos, J.F.; Guinea, A.; Ábalos, B. & Gil, J.I. (2007) - Composición isotópica del Pb en galenas de la región de la Falla de Azuaga. Aportaciones al modelo plumbotectónico de la Zona de Ossa-Morena. *Geogaceta*, vol. 43, p. 7-10.
- Sarma, H. (2011) - Metal hyperaccumulation in plants: A review focusing on phytoremediation technology. *Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 4, n. 2, p. 118-138. <https://doi.org/10.3923/jest.2011.118.138>
- Soil Survey Staff (2014) - *Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report No. 51, Version 2.0. R. Burt and Soil Survey Staff (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Xiao, R.; Wang, S.; Li, R. & Wang, J. (2017) - Soil heavy metal contamination and health risks associated with artisanal gold mining in Tongguan, Shaanxi, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 141, p. 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.03.002>
- Zhao, F.J.; Hamon, R.E.; Lombi, E.; McLaughlin, M.J. & McGrath, S.P. (2002) - Characteristics of cadmium uptake in two contrasting ecotypes of the hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*. *Journal of Experimental Botany*, vol. 53, n. 368, p. 535-543. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.368.535>