

# BÚSQUEDA DE RECURSOS NATURALES PARA LA FITORRECUPERACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON METALES PESADOS EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA



Manuel Melendo Luque. Dpto. Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Campus Las Lagunillas s/n. Universidad de Jaén. mmelendo@ujaen.es.

Fac. de Ciencias Experimentales  
UNIVERSIDAD DE JAÉN

## Resumen

Se ha analizado la acumulación de Pb, Zn y Cu en raíces y vástagos de especies que crecen en suelos y sedimentos de zonas contaminadas, con clima mediterráneo, que presentan un amplio rango en la concentración de metales (1211-16898 mg kg<sup>-1</sup> Pb, 394-5598 mg kg<sup>-1</sup> Zn and 36-203 mg kg<sup>-1</sup> Cu). La mayoría de las especies acumulan más Pb y Zn en las raíces que en los vástagos. *Piptatherum miliaceum* es la especie con mayor factor de transferencia en raíz (relación entre la concentración de metal en la raíz y concentración de metal en el suelo), hasta 0.70 para el Pb y 0.85 para el Zn. No obstante, el factor de translocación (proporción entre las concentraciones de metal en vástago y raíz) para esta especie es muy bajo. De todas las especies analizadas, *Dittrichia viscosa* es la que presenta mayor relación vástago/raíz en la concentración de metales, hasta 1.47 para el Pb y 2.43 para el Zn; por ello es la especie que acumula las mayores concentraciones de Pb y Zn en los vástagos. Esta capacidad de *Dittrichia viscosa* para acumular metales pesados en su parte aérea, junto a su elevada producción de biomasa, amplio espectro ecológico y extensa área de distribución en la cuenca mediterránea, hacen que esta especie sea muy prometedora para ser utilizada en la fitoextracción de metales pesados y la recuperación de zonas contaminadas de la región Mediterránea.

## Introducción

La existencia de numerosos enclaves con suelos contaminados por metales pesados constituye un grave problema medioambiental al que se enfrentan la mayoría de los países desarrollados o en vías de desarrollo. La descontaminación y recuperación de estos suelos ha sido durante el pasado uno de los aspectos más olvidados en la gestión medioambiental por los elevados costes económicos que requiere, entre otros motivos. Una alternativa para superar este inconveniente se basa en la utilización de plantas capaces de acumular concentraciones altas de metales en sus tejidos. Sin embargo, los recursos naturales idóneos para estas técnicas de fitorrecuperación permanecen en gran parte desconocidos, de ahí que a veces se utilicen especies exóticas poco adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de la zona afectada. La justificación de encontrar nuevas especies capaces de acumular metales pesados es doble; por una parte, cada especie solo puede desarrollarse en un rango determinado de características ambientales; por otra parte, están los riesgos asociados a la introducción de especies alóctonas.

## Objetivo

El objetivo de este trabajo ha sido buscar especies autóctonas, bien adaptadas al clima mediterráneo y con una amplia distribución, capaces de ser utilizadas para la fitoextracción de metales pesados en los suelos contaminados de la región mediterránea.

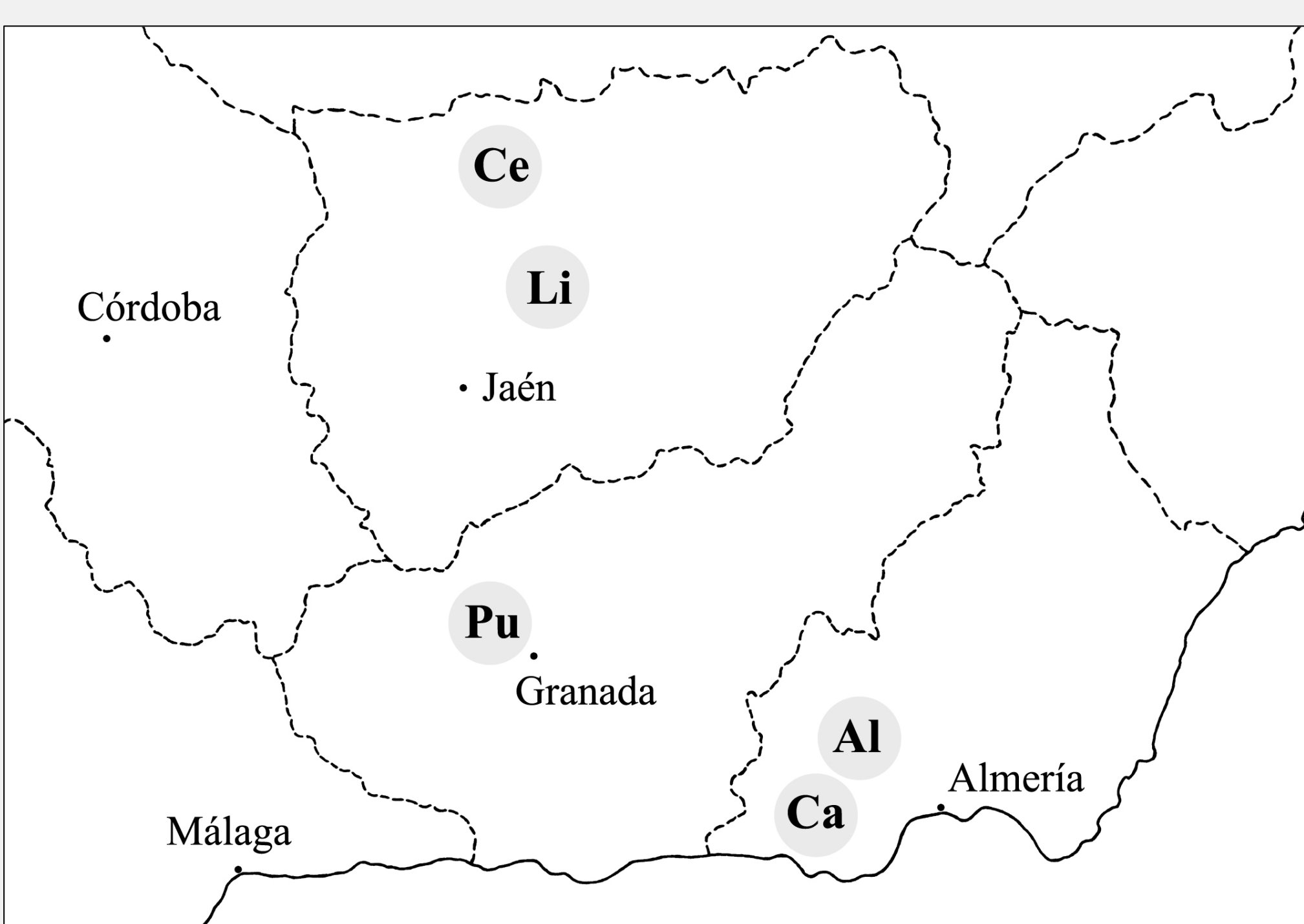


Figura 1. Localización de las zonas de muestreo. Ca: Castala, Al: Almagrera, Pu: Pulianas, Li: Linares, Ce: Centenillo.

## Material y Métodos

Se han elegido cinco zonas contaminadas con metales pesados del sureste peninsular (Figuras 1, 2, 3 y 4). Se ha analizado la concentración de Pb, Zn y Cu en los suelos y sedimentos de estas zonas, así como la acumulación de estos metales en las raíces y vástagos de las especies mediterráneas con mayor biomasa que crecen sobre ellos. La preparación y análisis químico de las muestras de suelos, sedimentos y plantas se ha realizado siguiendo los protocolos de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Las concentraciones de metales en las muestras se han medido respecto al peso seco. Se ha calculado para las especies seleccionadas el factor de transferencia en raíz (TR) y vástago (TS) de Pb, Zn y Cu como las proporciones entre las concentraciones medias de cada metal en raíz y vástago, respectivamente, respecto a la concentración media de metal en los suelos y sedimentos sobre los que crecen las plantas. Para cada una de las especies se ha calculado también el factor de translocación (S/R) como la relación entre la concentración media de metal en vástago y raíz.

## Resultados y Discusión

Como se aprecia en la Tabla 1, los suelos y sedimentos de las zonas de muestreo presentan un amplio rango en las concentraciones de metales: 1211-16898 mg kg<sup>-1</sup> Pb, 394-5598 mg kg<sup>-1</sup> Zn y 36-203 mg kg<sup>-1</sup> Cu. En las zonas estudiadas se han recolectado 28 especies de plantas, pertenecientes a 27 géneros y 12 familias botánicas (6 asteráceas, 4 quenoquiáceas, 4 brasicáceas, 3 poáceas y 11 de otras 8 familias). De estas 28 especies, 7 son anuales y 21 perennes (15 leñosas y 6 herbáceas). El número de especies por localidad es muy bajo comparado con las áreas próximas no contaminadas, oscilando entre 6 especies en Castala o Almagrera y 11 en Linares. Del total de especies se han seleccionado las 11 con mayor producción de biomasa y espectro ecológico para analizar su concentración en Pb, Zn y Cu, y posteriormente los valores de TR, TS y S/R (Tabla 2). Las dos especies dominantes en todas las localidades fueron *Dittrichia viscosa* y *Piptatherum miliaceum*, salvo en las minas de Almagrera, donde estaban ausentes debido a las condiciones de aridez y eran predominantes *Salsola genistoides* y *Hammada articulata*.



Figura 2. Fundición de plomo en Pulianas, cerrada en 1992 por la contaminación que ocasionó en el entorno.

Tabla 1. Altitud y media (intervalo) de las concentraciones de metales de los suelos y sedimentos muestreados en las localidades de estudio.

Localidad	Altitud (m s.n.m.)	Concentración de metal (mg kg <sup>-1</sup> )		
		Pb	Zn	Cu
Almagrera	1340	5594 (4820-6182)	2287 (1875-2583)	43 (39-50)
Castala	620	2725 (2504-2986)	5222 (4865-5598)	93 (81-117)
Pulianas	740	14302 (11944-16898)	489 (394-571)	132 (102-156)
Linares	440	3128 (2679-3832)	1216 (862-1547)	182 (164-203)
Centenillo	680	1846 (1211-2406)	2312 (1698-2779)	58 (36-72)

Tabla 2. Valores medios de Factor de transferencia en raíz (TR) y vástago (TS), y Factor de translocación (S/R) para las especies seleccionadas en las cinco localidades estudiadas. Al: Almagrera, Ca: Castala, Pu: Pulianas, Li: Linares, Ce: Centenillo.

Especie	Metal	Pb					Zn					Cu					
		Localidad	Al	Ca	Pu	Li	Ce	Al	Ca	Pu	Li	Ce	Al	Ca	Pu	Li	Ce
<i>Salsola genistoides</i>	TS						0.07					0.28					
	TR						0.14					0.42					
	S/R						0.50					0.67					
<i>Hammada articulata</i>	TS						0.19					0.33					
	TR						0.27					0.51					
	S/R						0.70					0.65					
<i>Dittrichia viscosa</i>	TS		0.11	0.22	0.14	0.19		0.24	0.31	0.34	0.36		0.26	0.20	0.21	0.36	
	TR		0.10	0.15	0.12	0.17		0.15	0.17	0.14	0.22		0.20	0.15	0.16	0.28	
	S/R		1.10	1.47	1.17	1.12		1.60	1.82	2.43	1.64		1.30	1.33	1.31	1.29	
<i>Piptatherum miliaceum</i>	TS		0.05	0.07	0.05	0.08		0.06	0.17	0.06	0.06		0.14	0.21	0.19	0.17	
	TR		0.41	0.70	0.42	0.64		0.85	0.82	0.81	0.84		0.68	0.59	0.45	0.60	
	S/R		0.12	0.10	0.12	0.13		0.07	0.21	0.07	0.07		0.21	0.36	0.42	0.28	
<i>Salsola oppositifolia</i>	TS			0.02				0.15					0.19				
	TR			0.05				0.32					0.44				
	S/R			0.40				0.47					0.43				
<i>Artemisia barrelieri</i>	TS			0.06				0.15					0.32				
	TR			0.07				0.16					0.38				
	S/R			0.86				0.94					0.84				
<i>Beta vulgaris</i>	TS			0.01				0.14					0.08				
	TR			0.26				0.16					0.28				
	S/R			0.04				0.88					0.29				
<i>Zygophyllum fabago</i>	TS			0.00				0.13					0.32				
	TR			0.16				0.14					0.48				
	S/R			0.00				0.93					0.67				
<i>Medicago sativa</i>	TS			0.00				0.09					0.17				
	TR			0.01				0.26					0.32				
	S/R			0.00				0.35					0.53				
<i>Lavandula stoechas</i>	TS			0.06	0.08				0.11	0.11				0.13	0.14		
	TR			0.07	0.11				0.14	0.15				0.26	0.29		
	S/R			0.86	0.73				0.79	0.73				0.50	0.48		
<i>Thymus mastichina</i>	TS			0.04					0.06					0.16			
	TR			0.05					0.08					0.23			
	S/R			0.80					0.75					0.70			



Figura 3. Minas de Almagrera, en la Sierra de Gádor (Almería). Actualmente están cerradas pero fueron explotadas desde los tiempos de los romanos hasta hace pocas décadas para la extracción de plomo. No obstante, hoy día se emplean las grandes cantidades de escombros como áridos. A: Panorámica. B: Escombreras. C: Lavaderos.



Figura 4. Balsas de sedimentación de Castala, ligadas a varias minas de la Sierra de Gádor, entre ellas la de Almagrera, y actualmente cubiertas en parte por invernaderos. A: Vista panorámica. B: Detalle de taludes.

## Conclusiones

De todas las especies analizadas, *Dittrichia viscosa* (Figura 5) es la que presenta mayor potencial para ser utilizada en la fitoextracción de Pb, Zn o Cu. Su capacidad poco común de translocar eficientemente metales desde las raíces hasta la parte aérea, unida a su amplia valencia ecológica y extensa distribución en clima mediterráneo, además de su considerable producción de biomasa, hacen de ella una especie muy prometedora en fitorrecuperación de suelos contaminados de la región Mediterránea. Esta especie arbustiva de hasta 1,5 m de altura puede ser cultivada y cosechada en los enclaves contaminados, siendo capaz de rebrotar de las cepas después de ser segada. No obstante, son necesarios nuevos estudios para optimizar la captación de metales, su producción de biomasa y las prácticas agronómicas antes de ser utilizada.



Figura 5. *Dittrichia viscosa*, especie arbustiva que desarrolla numerosos tallos ramificados y hojas.