

Metales pesados en varias especies de lombrices de tierra de suelos desarrollados sobre serpentinitas

F. MARIÑO*, A. LIGERO** & D.J. DÍAZ COSÍN***

* *Departamento de Biología Animal. Facultad de Biología. Universidad de Santiago
15706 Santiago de Compostela*

** *Consellería de Agricultura. Xunta de Galicia
15704 Santiago de Compostela*

*** *Departamento de Biología Animal I. Facultad de Biología. Universidad Complutense
28040 Madrid*

Resumen

MARIÑO, F., LIGERO, A. & DÍAZ COSÍN, D.J. (1995). Metales pesados en varias especies de lombrices de tierra de suelos desarrollados sobre serpentinitas. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 5: 245-250

La concentración de Cd, Pb, Cu, Ni y Zn fue medida en varias especies de lombrices de tierra recogidas en suelos desarrollados en serpentinitas. En estos suelos, con una elevada concentración de níquel, se observa que las lombrices presentan mayor concentración de este metal que en otros tipos de suelos. La relación entre la concentración de Ni en las lombrices y en el suelo es, sin embargo, muy baja y la menor de los 5 metales aquí estudiados.

Palabras clave: Metales pesados, lombrices de tierra, serpentinitas.

Abstract

MARIÑO, F., LIGERO, A. & DÍAZ COSÍN, D.J. (1995). Heavy metals in several earthworm species living in serpentine soils. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 5: 245-250

The Cd, Pb, Cu, Ni and Zn concentrations in several earthworm species living in serpentine soils were measured. In these soils with a high nickel concentration, it can be observed that earthworms show greater absolute concentrations of Ni than earthworms living in other soils. The ratio Ni in worms : Ni in soils is, however, very low, being the lowest one of the metals studied.

Key words: Heavy metals, earthworms, serpentine soils.

INTRODUCCION

La concentración de metales pesados en suelos varía grandemente dependiendo de su naturaleza y de la acción directa o indirecta del hombre que hace que se incremente considerablemente, entre otras causas, por la explotación de minas, desarrollo industrial, vertidos de residuos, etc; sin embargo, existen algunos suelos

que por sus propias características presentan, de forma natural, altas concentraciones de metales.

Los suelos desarrollados sobre serpentinitas presentan de forma natural altas concentraciones de algunos metales, entre ellos Ni. ADRIANO (1986) indica que la media mundial para este metal en suelos es de 40 mg Kg⁻¹; SWAINE (1955) indica que en suelos no desarrollados en serpentinitas la concentración de Ni varía entre

5-500 mg Kg⁻¹, mientras que estos suelos tendrían una concentración mucho mayor.

Son numerosos los trabajos realizados sobre este tipo de suelos, si bien no hemos encontrado ninguna referencia sobre la concentración de metales pesados en lombrices de tierra en ellos, ya que tratan sobre la ecología de estos suelos (PROCTOR & WOODSELL, 1975), o sobre la ecología de poblaciones de plantas que se desarrollan en ellos (BABALONAS *et al.*, 1984; BABALONAS & REEVES, 1988; JOHNSTON & PROCTOR, 1977; KARATAGLIS *et al.*, 1982), entre otros. Por ello, el objetivo de este trabajo es el estudio de la concentración de Ni, Cd, Pb, Cu y Zn en varias especies de lombrices de tierra recogidas en este tipo de suelos.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras de lombrices de tierra y suelos fueron recogidas en 5 puntos de Galicia, abarcando suelos desarrollados sobre serpentinitas, Capelada (C1 y C2) y Furelos (FU) y suelos próximos dentro del área de influencia de este tipo de suelos, Río Seco (RSa y RSc). El suelo fue recogido a dos niveles de profundidad, 0-5 cm y 5-15 cm y llevado al laboratorio en bolsas de plástico; fue secado al aire y tamizado en un tamiz con luz de malla de 2 mm, usándose la fracción menor de 2 mm para realizar los análisis.

Las lombrices fueron capturadas mediante excavación-separación manual y llevadas en cajas con su correspondiente suelo al laboratorio donde se llevó a cabo su identificación en vivo y se separaron los estadios maduros e inmaduros para cada especie. Una vez identificadas, fueron lavadas con agua destilada y situadas por especies y estadios en placas de Petri con papel de filtro humedecido, durante varios días, en oscuridad y a temperatura entre 12 y 15°C, para el vaciado del tubo digestivo. El papel de filtro fue renovado diariamente para evitar coprofagia. Posteriormente, las lombrices fueron disecadas para asegurar la total limpieza del tubo digestivo. A continuación fueron secadas en una estufa a 80°C durante 48 horas hasta peso constante.

El tejido seco de las lombrices, una vez pesado, fue solubilizado sobre una placa caliente

en un volumen apropiado de HNO₃:HClO₄ (4:1) en vasos de precipitado tapados con vidrios de reloj para asegurar un ataque lento. Las muestras fueron llevadas hasta casi sequedad, vigilando que la oxidación fuese completa. Una vez enfriadas, fueron redisueltas con HCl 0.1M y se filtraron con filtros Whatman nº 42 en matraces de 10 mL enrasando con HCl 0.1M. Varios blancos fueron preparados simultáneamente. Las muestras fueron hechas por duplicado y se repitieron además un 20% de ellas.

Para la mineralización del suelo se usó la misma mezcla ácida que para lombrices ya que, según LOON (1985), ésta es la mezcla más utilizada para atacar suelos con fines biológicos y ambientales. Para el análisis se pesaron 0.5 g de suelo y primero fueron atacados en frío durante toda la noche para luego seguir atacando sobre una placa caliente siguiendo el mismo protocolo que para las lombrices pero enrasando finalmente en matraces de 25 mL. Al igual que para las lombrices, se hicieron dos repeticiones de cada muestra y se repitió el 20% de ellas. También se hicieron varios blancos.

En todas las muestras se midió la concentración de Cd, Pb, Cu, Ni y Zn (expresado en mg Kg⁻¹, peso seco) mediante espectrofotometría de absorción atómica, tanto en llama como en horno de grafito (en función del metal medido y del tamaño de la muestra). Se utilizó un espectrofotómetro Perkin-Elmer 1100-B, y horno de grafito modelo HGA 700, con automuestreador A-570.

En los suelos se midió además el pH en agua (1:2.5), el % de materia orgánica (MO), la capacidad de cambio de cationes (CEC), Ca y Mg (cmol_c Kg⁻¹), siguiendo el Método Internacional de Ciencia del Suelo descrito en GUITIÁN & CARBALLAS (1976) y MÉTODOS OFICIALES DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS (1982).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I se indican los resultados de Ca, Mg, CEC (cmol_c Kg⁻¹), materia orgánica (%), pH y relación Ca/Mg de los suelos estudiados, en los dos niveles de profundidad. De los 5 puntos estudiados, los pertenecientes a las localidades

TABLA I. Características de los suelos muestreados

LOCALIDAD	BIOTOPO	U.T.M.	Ca (cmol _c Kg ⁻¹)		Mg (cmol _c Kg ⁻¹)		pH		MO (%)		CEC (cmol _c Kg ⁻¹)		Ca/Mg	
			0-5cm	5-15	0-5cm	5-15	0-5cm	5-15	0-5cm	5-15	0-5cm	5-15	0-5cm	5-15
C1	Prado		10.13	4.18	10.68	10.58	5.5	5.8	13.97	11.85	49.25	26.63	0.94	0.39
		29TNJ84												
C2	Prado		8.75	4.50	20.40	18.29	5.5	5.8	19.11	10.54	35.63	30.25	0.42	0.24
FU	Prado	29TNH85	5.07	2.57	6.46	6.11	6.6	6.2	8.10	5.38	22.50	15.87	0.78	0.42
RSa	Acequia		6.93	5.32	4.40	3.56	6.2	6.9	5.68	3.22	12.12	7.50	1.57	1.60
		29TNH85												
RSc	Cultivo		6.92	5.73	4.36	3.39	6.4	6.0	8.10	6.80	18.37	14.62	1.58	1.69

C1,C2 = Capelada. FU = Furelos. RSa = Río Seco (acequia). RSc = Río Seco (cultivo).

de Capelada y Furelos (suelos desarrollados sobre serpentinitas) presentan una elevada concentración de Ni (Tabla II), poco Ca y una concentración alta de Mg (Tabla I). Los otros dos puntos muestreados, próximos a Furelos pero en el límite de la zona de serpentinitas, presentan una menor concentración de Ni y una relación Ca/Mg > 1 (Tablas I y II). En lo que se refiere a la concentración del resto de los metales medidos, Cd, Pb, Cu y Zn, no es excesivamente elevada, excepto para el Cu en la localidad de Capelada.

No existen diferencias entre los dos niveles de profundidad estudiados, siendo la concentración de los metales similar excepto en algún caso aislado.

Las lombrices de tierra capturadas pertenecen a 10 especies: *Allolobophora caliginosa* (Savigny, 1826), *A. georgii* Michaelsen, 1890, *Dendrobaena madeirensis* Michaelsen, 1891, *D. octaedra* (Savigny, 1826), *Eisenia eiseni* (Levinsen, 1884), *E. fetida* (Savigny, 1826), *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826), *Lumbricus friendi* Cognetti, 1904, *Octolasion cyaneum* (Savigny, 1826), y *O. lacteum* (Oerley, 1881); excepto para *D. octaedra*, *E. eiseni*, *E. tetraedra* y *O. cyaneum* se capturaron individuos maduros e inmaduros.

La concentración de los cinco metales pesados Cd, Pb, Cu, Ni y Zn, así como la de Ca (en lombrices) (expresadas en mg Kg⁻¹, peso seco) se indican en la Tabla II. En las distintas especies de lombrices capturadas se observa que la concentración de Cd y Zn sobrepasa a la medida en el suelo correspondiente, mientras que la de Pb, Cu y Ni es menor en lombrices que en el suelo, lo que está de acuerdo con lo encontrado por otros autores en diferentes zonas para estos metales (BEYER & CROMARTIE, 1987; MORGAN & MORGAN, 1988b; PAOLETTI *et al.*, 1988).

De los 5 metales medidos en este tipo de suelos cabe reseñar el comportamiento frente al Ni de las diferentes especies de lombrices de tierra capturadas en la zona. Si bien la concentración de Ni en las lombrices en estos suelos es mayor que en otras zonas (MARIÑO, 1992), la relación concentración de Ni en las lombrices/ concentración de Ni en los suelos es muy baja y la menor de los 5 metales aquí considerados. Si se tiene en cuenta la relación concentración de metal en las lombrices/ concentración de metal en el suelo para los 5 metales estudiados el orden sería Cd > Zn > Cu > Pb > Ni, lo que concuerda con otros autores en estudios realizados en otras zonas (BEYER *et al.*, 1982; CÉLARDIN & LANDRY, 1988).

TABLA II. Concentraciones de los metales en suelos y lombrices (mg Kg⁻¹, peso seco)

Muestras	Localidad	Cd	Pb	Cu	Ni	Zn	Ca
Suelos	C1						
	0-5cm	0.43	15.50	207.30	1695.10	67.00	
	5-15cm	0.21	20.50	80.50	1018.50	107.00	
Lombrices							
<i>A.caliginosa</i>	(M)	1.01	2.32	48.67	17.69	274.33	2920.30
	(I)	1.40	0.38	12.32	8.87	217.87	2021.03
<i>A.georgii</i>	(M)	3.02	0.14	24.27	19.41	126.21	1262.15
	(I)	4.62	10.98	nd	20.00	140.00	600.00
<i>L.friendi</i>	(M)	1.93	9.66	10.37	10.07	317.72	2649.60
	(I)	0.55	1.56	9.76	12.42	253.84	12384.60
Suelos	C2						
	0-5cm	1.13	18.00	184.45	1364.10	53.50	
	5-15cm	0.27	11.50	147.30	1138.60	60.00	
Lombrices							
<i>A.caliginosa</i>	(M)	2.40	2.69	12.78	9.41	256.50	2130.00
	(I)	2.12	4.85	7.71	7.94	233.34	1839.40
<i>A.georgii</i>	(M)	1.14	0.80	20.16	25.03	253.12	2267.03
	(I)	1.43	nd	25.86	68.96	34.85	862.06
<i>D.octaedra</i>	(M)	1.50	6.74	10.12	16.19	134.95	5627.50
<i>E.eiseni</i>	(M)	2.38	1.15	18.46	25.26	184.65	3153.40
<i>L.friendi</i>	(M)	2.97	9.30	13.51	15.07	292.59	5288.12
	(I)	1.20	7.83	7.09	14.19	254.03	5496.80
Suelos	FU						
	0-5cm	0.47	6.50	21.85	938.50	40.50	
	5-15cm	0.33	4.91	24.65	1434.60	52.50	
Lombrices							
<i>A.caliginosa</i>	(M)	1.26	0.19	1.82	14.56	226.06	1470.68
<i>D.madeirensis</i>	(M)	4.15	0.32	7.06	19.24	202.79	1920.22
	(I)	6.15	0.23	10.32	15.38	111.53	1435.89
<i>E.tetraedra</i>	(M)	3.24	3.39	18.57	65.04	134.14	2059.62
Suelos	RSa						
	0-5cm	0.26	6.50	43.80	154.22	38.00	
	5-15cm	0.31	6.00	36.15	163.87	48.00	
Lombrices							
<i>A.caliginosa</i>	(M)	0.90	0.92	5.70	11.73	232.88	2538.00
	(I)	0.63	0.97	1.26	5.05	155.30	1874.29
<i>D.madeirensis</i>	(I)	3.07	1.48	5.24	15.87	55.49	3703.70
<i>O.lacteum</i>	(M)	1.10	1.35	10.30	6.50	102.49	1807.66
	(I)	3.04	3.18	45.85	17.75	13.31	788.55
Suelos	RSc						
	0-5cm	0.25	7.50	20.95	155.35	27.00	
	5-15cm	2.03	5.80	29.00	204.02	41.50	
Lombrices							
<i>A.caliginosa</i>	(I)	1.01	0.38	4.87	5.12	197.17	2372.63
<i>E.fetida</i>	(M)	0.89	1.48	1.18	6.32	66.85	1951.40
	(I)	2.13	1.19	nd	12.19	93.68	2032.50
<i>O.cyaneum</i>	(M)	1.50	0.44	6.68	18.81	320.04	3240.91

M = Individuos maduros. I = Individuos inmaduros. nd = no detectado. 0-5cm: nivel del suelo de 0 a 5 cm; 5-15cm: nivel del suelo de 5 a 15 cm. Localidades (ver Tabla I).

Las elevadas concentraciones de Ni y Mg y la baja concentración de Ca es característica de suelos desarrollados sobre serpentinitas (PROCTOR & WOODSELL, 1975). En lo que respecta a la concentración de los otros metales medidos en estos suelos, Cd, Pb, Cu y Zn no son excesivamente elevadas, lo que está de acuerdo con lo encontrado por otros autores en este tipo de suelos (BABALONAS *et al.*, 1984).

El Ni es un metal ampliamente estudiado en plantas, pero en lo que se refiere a animales, y concretamente a lombrices de tierra, existen pocos trabajos (PIETZ *et al.*, 1984; GISH & CHRISTENSEN, 1973; CÉLARDIN & LANDRY, 1988) que señalan que la concentración de este metal es menor en lombrices que en el suelo, excepto en el caso de GISH & CHRISTENSEN (1973) que indican que la concentración de níquel en lombrices es similar o mayor que en el suelo. No obstante, cabe señalar que estos autores no indican que se haya limpiado el tubo digestivo de las lombrices, por lo que los resultados pueden reflejar de una forma indirecta la concentración del metal en el suelo y no en las lombrices.

No se ha encontrado ningún trabajo sobre el papel de este metal en las lombrices de tierra, ni sobre como se acumula en su cuerpo. HOPKIN (1989) indica que los gránulos de Cu del Isópodo *Oniscus asellus* pueden contener Co y Ni. WATERHOUSE (1952) estudia en una larva del lepidóptero *Tineola biselliella* varios metales, entre ellos el Ni, y señala que forma sulfuros que pasan a través del tubo digestivo y son eliminados con las heces. MARIÑO (1992) observa que el contenido en heces de lombrices de este metal es similar al del suelo y muy superior a la concentración de este metal en las lombrices. IRELAND (1983) señala que las lombrices que toleran altas concentraciones de metales pesados, o bien no absorben el metal, o bien lo acumulan en forma no tóxica o lo excretan.

MARIÑO (1992) observa en varias zonas diferentes que a muy bajas concentraciones de este metal en el suelo, alguna de las especies de lombrices de tierra estudiadas presenta la relación concentración Ni en la lombriz/ concentración Ni en el suelo mayor de 1, por lo que puede señalarse como hipótesis que este metal es de alguna forma regulado por las lombrices de tierra.

KARATAGLIS *et al.* (1982) señalan que la capacidad que tienen algunas plantas para acumular grandes cantidades de Ca puede constituir un mecanismo que compensa la acción tóxica de los metales pesados existentes en estos suelos. En lombrices de tierra también se ha visto que el Ca tiene un papel importante en la acumulación de Pb (MORGAN & MORGAN, 1988a, c), y es posible que tenga también algún papel en la acumulación de Ni.

CONCLUSIONES

Las lombrices de tierra que viven en suelos desarrollados sobre serpentinitas presentan mayor concentración absoluta de Ni que las que viven en otros suelos, pero la relación concentración de Ni en las lombrices/ concentración de Ni en suelos es muy baja y menor que para los otros metales estudiados. Esto sugiere la existencia de mecanismos de regulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADRIANO, D.C. (1986). *Trace elements in the terrestrial environment*. Springer-Verlag. New York.
- BABALONAS, D., KARATAGLIS, S. & KABASAKALIS, V. (1984). The ecology of plant populations growing on serpentine soils. III. Some plant species from North Greece in relation to the serpentine problem. *Phyton*, **24**: 225-238.
- BABALONAS, D. & REEVES, R. (1988). Kationen-Akkumulation durch Silene-Arten auf Serpentinböden Griechenlands. *Phyton*, **28**: 229-236.
- BEYER, W.N., CHANEY, R.L. & MULHERN, M. (1982). Heavy metal concentration in earthworms from soil amended with sewage sludge. *J. Environ. Qual.*, **11**: 381-385.
- BEYER, W.N. & CROMARTIE, E.J. (1987). A survey of Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, As & Se in earthworms and soil from diverse sites. *Environ. Monit. Assess.*, **8**: 27-36.
- CÉLARDIN, F. & LANDRY, J.Cl. (1988). Bio-indicateurs de pollution: vers de terre et métaux lourds dans les sols. *Archs. Sci. Genève*, **41**: 225-228.
- GISH, Ch.D. & CHRISTENSEN, R.E. (1973). Cadmiun, nickel, lead and zinc in earthworms from roadside soil. *Environ. Sci. Technol.*, **7**: 1060-1062.

- GUTIÁN, F. & CARBALLAS, T. (1976). *Técnicas de análisis de suelos*. PICO SACRO. Santiago de Compostela.
- HOPKIN, S.P. (1989). *Ecophysiology of metals in terrestrial invertebrates*. Elsevier. London.
- IRELAND, M.P. (1983). Heavy metal uptake and tissue distribution in earthworms. In: Satchell, J.E. (Ed.), *Earthworm Ecology*: 247-265. Chapman and Hall. London.
- JOHSTON, W.R. & PROCTOR, J. (1977). Metal concentrations in plants and soils from two British serpentine sites. *Plant and Soil*, **46**: 275-278.
- KARATAGLIS, S., BABALONAS, D. & KABASAKALIS, B. (1982). The ecology of plant populations growing on serpentine soils. II. Ca/Mg ratio and the Cr, Fe, Ni, Co concentrations as development factors of *Buxus sempervirens* L. *Phyton*, **22**: 317-327.
- LOON, J.C., VAN (1985). *Selected methods of trace metal analysis*. Biological and environmental samples. Elving, P.J. & Winefordner, J.D. (eds.). Chemical analysis, 80. John Wiley & Sons. New York.
- MARIÑO, F. (1992). *Lombrices de tierra y metales pesados*. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Santiago. Santiago de Compostela.
- MÉTODOS OFICIALES DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS (1982). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MORGAN, J.E. & MORGAN, A.J. (1988a). Calcium-lead interactions involving earthworms. Part 1: the effect of exogenous calcium on lead accumulation by earthworms under field and laboratory conditions. *Environ. Pollut.*, **54**: 41-53.
- MORGAN, J.E. & MORGAN, A.J. (1988b). Earthworms as biological monitors of cadmium, copper, lead and zinc in metalliferous soils. *Environ. Pollut.*, **54**: 123-138.
- MORGAN, J.E. & MORGAN, A.J. (1988c). Calcium-lead interactions involving earthworms. Part 2: the effect of accumulated lead on endogenous calcium in *Lumbricus rubellus*. *Environ. Pollut.*, **55**: 41-54.
- PAOLETTI, M.G., IOVANE, E. & CORTESE, M. (1988). Pedofauna bioindicators and heavy metals in five agroecosystems in north-east Italy. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **25**: 33-58.
- PIETZ, R.I., PETERSON, J.R., PRATER, J.E. & ZENZ, D.R. (1984). Metal concentrations in earthworms from sewage sludge amended soils at a strip mine reclamation site. *J. Environ. Qual.*, **13**: 651-654.
- PROCTOR, J. & WOODDELL, S.R.J. (1975). The ecology of serpentine soils. *Adv. Ecol. Res.*, **9**: 255-367.
- SWAINE, D.J. (1955). The trace-element content of soils. *Tech. Commun. Commonw. Bur. Soils*. Nº 48.
- WATERHOUSE, D.F. (1952). Studies on the digestion of wool by insects. IV. Absorption and elimination of metal by lepidopterous larvae with special reference to the clothes moth, *Tineola biselliella* (Humm.). *Aust. J. Sci. Res.*, **5B**: 143-168.