

EXTRACTABILIDAD DE METALES PESADOS EN UN SUELO DE MONTE

SOBRE SERPENTINAS

M. T. TABOADA CASTRO, M. J. GÓMEZ SUÁREZ & A. PAZ GONZÁLEZ

FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA. A ZAPATEIRA, 15071 LA CORUÑA

RESUMEN

Se investigó la variabilidad espacial del contenido en metales pesados (Fe, Mn, Cr, Ni, Zn, Cu, Co, Pb, Cd) en el suelo de una parcela de 4 has, cuyo material de partida son serpentinas, dedicada a monte y pastoreo extensivo. Se analizaron 53 muestras observándose coeficientes de variación que oscilan entre 21,2 % para el Cd y 76,5 % para el Co, lo que pone en evidencia una considerable variabilidad espacial a la escala estudiada.

Los principales factores responsables de la variabilidad de los metales pesados son: contenido en materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y granulometría.

Los contenidos en Cr y Ni total y en Ni extraído con el agente quelante EDTA superan ampliamente los límites considerados como tóxicos.

P.C.: Metales pesados, Serpentinas, Extractabilidad, Biodisponibilidad.

SUMMARY

Spatial variation in the soil heavy metal content (Fe, Mn, Cr, Ni, Zn, Cu, Co, Pb, Cd) of a 4 ha forest plot, devoted to forest and extensive pasture, and which parent material is serpentine, was investigated.

A total of 53 samples were analyzed and the observed variation coefficients ranged between 21,1% for Cd and 76,5% for Co; thus at the studied scale a considerable spatial variability was found. The most important soil factors responsible for the variability of the heavy metals were: organic matter content, cation exchange capacity and texture.

Total Cr and Ni contents and Ni as extracted by EDTA were found to be much greater than the toxicity limits.

K.W.: Heavy metal, Serpentine, Extractability, Biodisponability.

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados que contiene el suelo son susceptibles de incorporarse a la biomasa, alterando el sistema enzimático. Algunos de estos elementos se comportan como oligoelementos, siendo indispensables en dosis bajas para las plantas y animales (Fe, Mn, Cu, Zn) o sólo para los animales (Co, Cr) y otros presentan siempre una acción tóxica (Ni, Pb, Cd). En todo caso, la concentración excesiva de estos elementos, tanto de aquellos que son esenciales como de los que no lo son, origina fitotoxicidad.

Los metales pesados, y en general los elementos traza del suelo, pueden presentar un origen diverso. Conviene distinguir entre elementos litogénicos, heredados directamente del material de partida y elementos antropogénicos, que llegan al suelo como consecuencia directa o indirecta de la actividad humana. Independientemente de su origen, la distribución de los elementos traza depende de los procesos edafogénicos, por lo que su comportamiento en el suelo presenta una estrecha relación con los mecanismos de especiación; se admite que las fracciones soluble, de cambio y complejada de los elementos traza del suelo son las más móviles (ALLOWAY, 1992; KABATA-PENDIAS y PENDIAS, 1992, KABATA-PENDIAS, 1994).

Las principales variables del suelo de los que depende la movilidad de los elementos traza son: el pH, la materia orgánica, el contenido en arcilla, la hidromorfía, los óxidos e hidróxidos, etc. Los procesos edafogénicos, el manejo del suelo y otros factores antropogénicos de diversa naturaleza controlan la especiación de los elementos traza y su disponibilidad para la planta. Existen grandes diferencias entre la importancia de cada uno de estos procesos a escala regional y a veces también a escala de explotación forestal o agrícola. Como consecuencia la biodisponibilidad de los metales pesados puede presentar una gran variabilidad, tanto a microescala como a macroescala.

En la Comunidad Autónoma de Galicia las peculiaridades de los suelos desarrollados sobre serpentinas (GUITIÁN y LÓPEZ , 1980; LÓPEZ *et al.*, 1985), así como el contenido en elementos traza de la vegetación (LÓPEZ y GUITIÁN, 1981) han sido estudiadas por diversos autores. A pesar de la importante infertilidad de estos suelos y el menor desarrollo de la vegetación en relación con las áreas adyacentes, con frecuencia, como ocurre en la sierra de La Capelada, tradicionalmente han sido objeto de uso agroforestal extensivo. En este trabajo se analiza la variabilidad espacial de diversos metales pesados (Fe, Mn, Co, Cr, Ni, Cu, Zn y Cd), en un suelo desarrollado sobre serpentinas y dedicado a aprovechamiento maderero y pastoreo ocasional.

MATERIAL Y METODOS

El muestreo se efectuó sobre una superficie de 4 has dedicada a monte y localizada en la sierra de La Capelada (carretera de Cedeira a San Andrés de Teixido). Se tomaron 53 muestras de 0 - 20 cm de profundidad siendo la distancia mínima entre muestras de 0,5 m y la distancia máxima de 282 m, de acuerdo con el esquema de la fig. 1. En la parcela estudiada la especie arbórea dominante era *Pinus pinaster* y en el sotobosque predominaba *Ulex sp.* apreciándose diversas gramíneas y ericáceas, así como plantas endémicas desarrolladas sobre serpentinas. La zona estudiada se dedicaba a pasto ocasional siendo frecuentada por caballos salvajes.

Las muestras se secaron al aire y tamizaron a 2 mm. Siguiendo los métodos oficiales de análisis de suelos (M.A.P.A., 1995) se determinaron las siguientes propiedades generales: N, capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), bases de cambio y fósforo soluble (según Olsen); para pH (en H₂O y KCl) y C orgánico se siguieron los métodos descritos en GUITIÁN y CARBALLAS, 1976).

Para la extracción de metales pesados se utilizó una solución 0,05 M del agente quelante EDTA a pH=7. La concentración de los metales extraídos se determinó mediante ICP-MS. En una muestra compuesta de la misma área serpentinitica se efectuaron análisis totales por fluorescencia de rayos X.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La relación entre la cantidad de diversos metales extraídos con EDTA y el contenido total de los mismos en las rocas de las zonas estudiadas se presentan en la fig. 2. Se puede apreciar que las diferencias de movilidad de los elementos traza estudiados son muy notables. Así, el agente quelante utilizado extrae el 19,9% del Mn total y solamente el 0,023 % del Cr total. Estas diferencias están relacionadas con los mecanismos de especiación de cada uno de los elementos traza estudiados.

En la tabla 1 se presentan los valores medios y extremos de las concentraciones de metales pesados extraídos con EDTA. En primer lugar destaca la amplia gama de oscilación entre los máximos y los mínimos; así los valores máximos del Fe extraído con EDTA son aproximadamente 33 veces mayores que los mínimos, los de Co 21 veces mayores y los de Cd, el elemento que presenta menos variabilidad lo son 2,5 veces. Los coeficientes de variación oscilan entre el 21,2 % para el Cd y el 76,5 % para el Co.

Esta variabilidad tan notable solo puede explicarse si se considera que los procesos de absorción y movilización de los metales dependen de diversos factores edáficos en particular de los componentes de la fracción coloidal (materia orgánica, sexquióxidos y arcillas).

Las 53 muestras estudiadas presentaban una amplia gama de contenido en materia orgánica (6,7 - 15 %), capacidad de intercambio catiónico (18 - 44,5 $\text{cmol}_c / \text{kg}$) y también es importante la oscilación del contenido de arcilla (20 - 38,1 %) (PAZ *et al.*, 1997).

Los umbrales de toxicidad han sido definidos tanto en relación al contenido total de elementos traza (normas holandesas, NMHPPE, 1991) como a la concentración extraída con EDTA (normas inglesas, ADAS, 1987). Los contenidos torales de Cr y Ni superan ampliamente los límites de tolerancia de estos elementos (NMHPPE, 1991). ADAS (1987) fija el umbral de toxicidad del Ni extraído con el reactivo EDTA por encima de los 20 mg kg^{-1} . En las muestras estudiadas el contenido de Ni, principal factor limitante del crecimiento de la vegetación en el área estudiada oscila entre 46,2 y 568,7 mg kg^{-1} . Se pone en evidencia que todas las muestras superan los umbrales considerados como tóxicos. Sin embargo, la amplia diversidad de las concentraciones de Ni extraíble sugiere la presencia de condiciones ecológicas muy variables en el interior de una pequeña parcela como la estudiada. Esta diversidad puede ser considerada como una estrategia que aminora los efectos negativos de la movilización del Ni inducida por los procesos edafogénicos, permitiendo una notable diversidad de la cubierta vegetal.

CONCLUSIONES

El contenido en metales pesados extraídos con EDTA 0,05 M del horizonte superficial de un suelo desarrollado sobre serpentinas presentó una gran variabilidad en una parcela de 4 hectáreas. Parte de la variabilidad de la fracción de metales pesados movilizable puede explicarse considerando las variaciones de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y textura en la parcela estudiada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Xunta de Galicia (XUGA 27101B91).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAS, (1987). *The use of sewage sludge on agricultural land*. Booklet 2409. MAFF publication. Alnwick. Inglaterra.

ALLOWAY, B. J. (ed), (1992). *Heavy metals in soils*. Blackie Academic, London. 368 pp.

GUITIAN OJEA, F. & CARBALLAS FERNANDEZ, T. (1976). *Técnicas de análisis de suelos*. Editorial Pico Sacro. Santiago de Compostela, 288 pp.

GUITIAN OJEA, F. & LOPEZ LOPEZ, M. I. (1980). Suelos de la zona húmeda. X. Suelos sobre serpentinas. 1. Morfología y características generales. *Anal. Edafol. Agrobiol.*, nº 3-4: 403-415.

KABATA-PENDIAS, A. (1994). Maintaining soil micronutrient status. In: D. J. GREENLAND & I. SZABOLCS (Eds.), *Soil resilience and sustainable land use*. Cab International. pp 199-214.

KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H., (1992). *Trace elements in soils and plants*. CRC Press, Boca Raton. 365 pp.

LOPEZ LOPEZ, M. I. & GUITIAN OJEA, F. (1981). Suelos de la zona húmeda. X. Suelos sobre serpentinas. 2. Oligoelementos y relación Ca/Mg en suelos y vegetación. *Anal. Edafol. Agrobiol.*, nº 1: 1-10.

LOPEZ LOPEZ, M. I.; MACIAS, F.; GARCIA PAZ, C. & GUITIAN OJEA, F. (1985). Suelos de la zona húmeda española. X. Suelos sobre serpentinas. 3. Mineralogía. *Anal. Edafol. Agrobiol.*, 1055-1075.

MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca, y Alimentación). (1995). *Métodos oficiales de análisis*. Tomo III. Métodos oficiales de análisis de suelos y aguas para riego. Madrid, págs. 205-285.

NMHPPE (Netherlands Ministry of Housing, Physical Planning and Environment). (1981). *Environmental Quality Standards for Soil and Water*. Netherlands Ministry of Housing, Physical Planning and Environment. Leidschendam, the Netherlands.

PAZ GONZALEZ, A.; TABOADA CASTRO, M. T. & GOMEZ SUAREZ, M. J. (1997) Propiedades generales de un suelo de monte sobre serpentinas: datos medios y variabilidad. *Actas del I Congreso Forestal Hispano Luso*. Pamplona.

	Fe	Mn	Cr	Ni	Zn	Cu	Co	Pb	Cd
Media	3161,9	696,9	1,48	236,0	10,1	2,79	8,07	3,16	0,11
Máximo	5847,8	1243,5	2,87	568,7	22,0	6,1	40,8	6,1	0,19
Mínimo	173,9	369,6	0,74	46,2	1,44	1,14	2,0	1,81	0,08
std	1364,6	201,2	0,55	118,3	4,9	1,16	6,17	0,86	0,02
cv (%)	43,2	29,0	37,0	50,1	48,5	41,4	76,5	27,3	21,2

Tabla 1.- Datos estadísticos de los elementos traza estudiados (expresados en mg kg⁻¹)

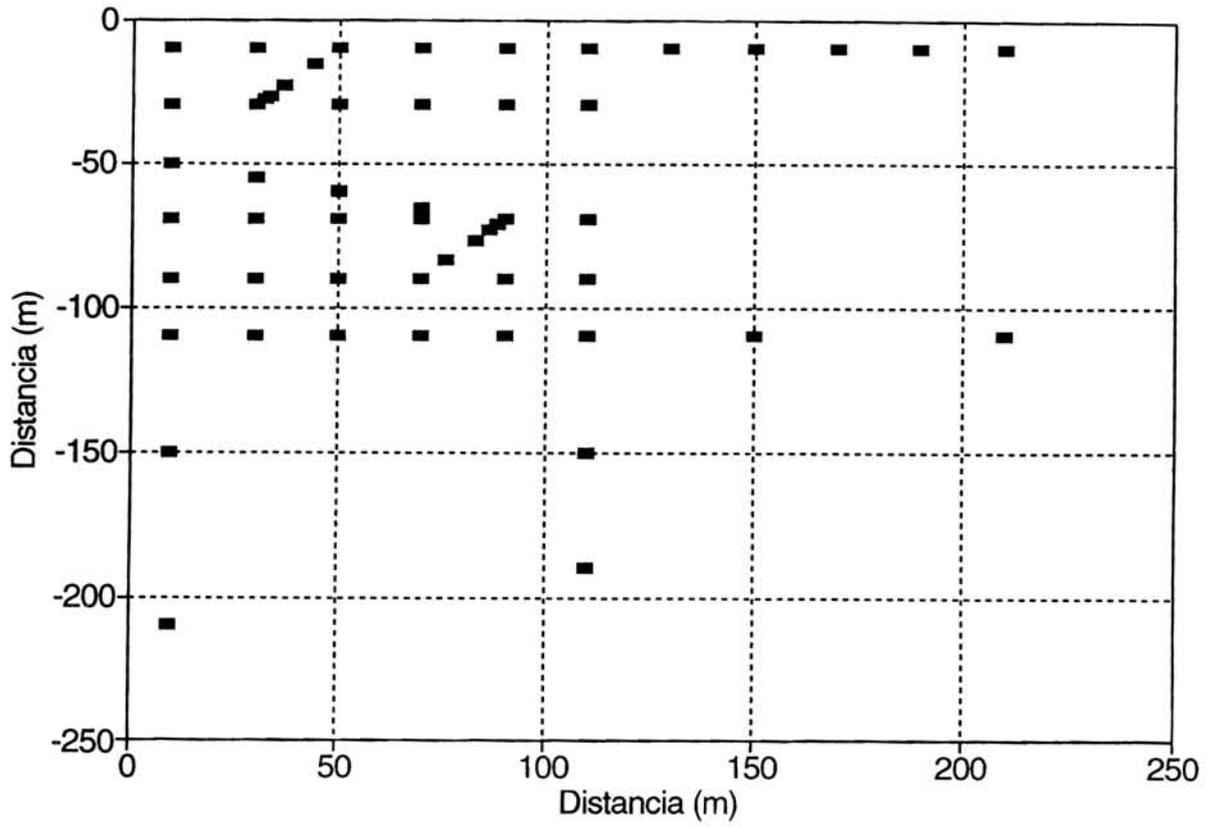


Figura 1. Localización de las muestras.

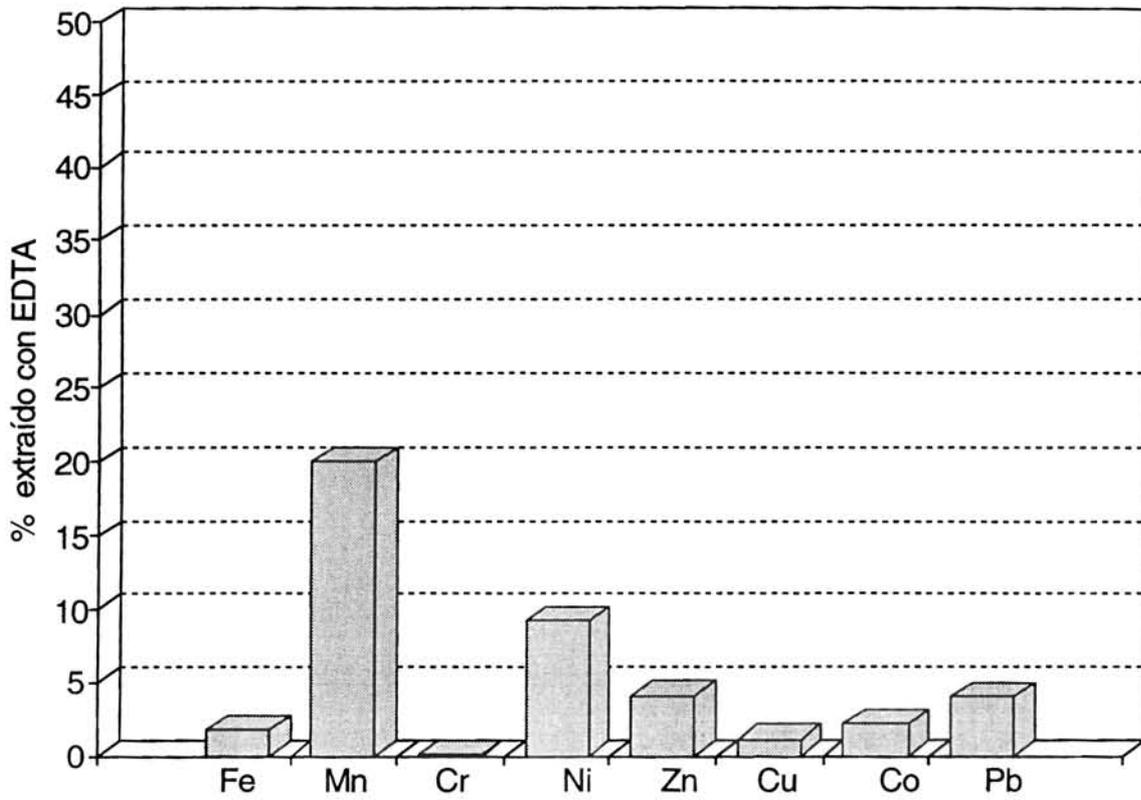


Figura 2. Relación entre concentración de metales pesados extraídos con EDTA y el contenido total.