



Luis Martí
Juan Nicolás Burba
Martín Cavagnaro

METALES PESADOS EN FERTILIZANTES FOSFATADOS, NITROGENADOS Y MIXTOS

HEAVY METALS IN FERTILIZERS
WITH PHOSPHATE, NITROGEN AND MIXED

Originales

Recepción: 28/08/2001

Aceptación: 14/03/2002

RESUMEN

Para cuantificar los niveles de metales contaminantes: plomo y cadmio, en fertilizantes de uso común en Mendoza (Argentina) se analizaron 44 muestras de los principales productos comercializados por empresas agroquímicas; 61 % de ellos correspondieron a fertilizantes fosfatados; 32 %, a nitrogenados y el resto abarcó potásicos, magnésicos simples y orgánicos. Las muestras, molidas a polvo impalpable, se extrajeron con CIH p.a. 1:5 para obtener extractos finales límpidos de dilución 1:50. Mediante espectrofotometría de absorción atómica y de llama aire-acetileno se cuantificó los tenores metálicos contrastándolos con patrones de alta confiabilidad.

Valores detectados (mg/kg)

- Pb:
máximo: 21,5 en un fertilizante completo.
mínimo: 0 en productos de fertiliriego y una urea.
- Cd:
máximo: 30,30 en un superfosfato triple.
mínimo: 0,25 en un producto de fertiliriego.

Valores medios para el total de las muestras: 9,55 mg Pb/kg y 8,20 mg Cd/kg.

Finalmente se plantearon intervalos de confianza del 95 y 99 % para ambas determinaciones.

SUMMARY

To quantify the levels of the present metals: lead and cadmium in fertilizers of common use in Mendoza (Argentina) we studied a total of 44 samples of the main fertilizers marketed through private companies; 61 % of the obtained samples belonged to phosphate fertilizers, 32 % to nitrogen fertilizers and the remaining were potassic, simple magnesium and organic products. The samples were milled to powder and summarized with CIH p.a. in relationship 1:5 to obtain final limpid extracts of dilution 1:50. By means of atomic absorption spectrophotometry and air-acetylene flame it was quantified the metallic tenors of the samples contrasting them with patterns of high dependability.

Detected values (mg/kg)

- Pb
maximum: 21,5 in a complete fertilizer.
lowest: 0 in fertiliriego products and urea.
- Cd
maximum: 30,30 in a triple superphosphate.
minimum: 0,25 in a fertiliriego product.

Values means for the total of the samples: 9,55 mg Pb/kg and 8,20 mg Cd/kg.

Finally, we thought about intervals of trust of 95 and 99 % for both determinations.

Palabras clave

metales contaminantes • plomo • cadmio • fertilizantes • Mendoza

Key words

polluting metals • lead • cadmium • fertilizers • Mendoza

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados, debido a su toxicidad y su tendencia a acumularse en los sistemas biológicos, representan un riesgo para la salud humana y los ecosistemas, aun en bajas concentraciones. Ambos elementos provienen de diferentes fuentes: combustibles, aerosoles urbano-industriales, desechos líquidos y sólidos de origen animal y humano, industrias minera, química y textil, etc. (1). En el sector agropecuario son fuentes contaminantes los cohetes antigranizo, aguas residuales utilizadas para riego, guanos, composts, plaguicidas y fertilizantes (4).

En Mendoza (Argentina) no se dispone de información sistemática y ordenada sobre la contaminación de suelos con metales pesados provenientes de fertilizantes químicos, a pesar de su creciente utilización en los oasis irrigados. Estadísticas recientes revelan un incremento promedio del 80 % en el uso de fertilizantes y agroquímicos durante sólo 5 períodos agrícolas: 94/95 a 98/99 (2). En este último se aplicaron en la superficie cultivada de Mendoza (2-3 % de la superficie provincial) aprox. 60.000 t de fertilizantes conteniendo Pb y Cd. Por consiguiente, cabe suponer que el aporte de contaminantes de dicho origen habrá aumentado en igual proporción. Ambos metales, en gran parte incorporados en los suelos, son absorbidos por las plantas en su alícuota biodisponible. Una fracción menor penetra directamente por vía foliar. En el 70 % de muestras de tomate fresco, tomadas en 3 departamentos de Mendoza durante distintos períodos agrícolas, se detectaron concentraciones variables de Pb y Cd (3). Igualmente se han encontrado tenores importantes en productos industriales elaborados con tomate (6). La ingesta de alimentos con alto contenido de metales pesados es nociva pudiendo originar envenenamientos: agudo y crónico, así como cáncer. Por tal motivo, la FAO y la OMS han establecido niveles máximos para su ingesta diaria: 0,05 mg/kg Pb y 1 µg/kg Cd (8). La FDA (Administración de alimentos y fármacos de los EE. UU.) ha reglamentado el contenido de Cd en fertilizantes agrícolas, principalmente los fosfatados, pero no ha fijado limitaciones para Pb.

Objetivo

Detectar y cuantificar niveles de presencia de Pb y Cd en fertilizantes fosfatados, nitrogenados y mixtos habitualmente usados en Mendoza (Argentina).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron 44 muestras de fertilizantes fosfatados, nitrogenados y mixtos de distintas empresas que los comercializan en Mendoza, siendo tanto de aplicación tradicional en suelo como en fertirrigación y usos alternativos, con oligoelementos.

Tipos de fertilizantes analizados

- 61 %: fosfatados simples, binarios o completos. Los antecedentes bibliográficos les atribuyen mayor potencialidad contaminante, especialmente si contienen Cd
- 32 %: nitrogenados o binarios sin fósforo
- 7 %: potásicos, magnésicos y orgánicos

Las muestras fueron molidas en mortero hasta polvo impalpable. Dos gramos de cada polvo se trataron con CIH p.a. 1:5, logrando total disolución mediante digestión caliente. Los extractos concentrados fueron llevados a volumen final de 100 ml siendo posteriormente filtrados sobre papel de poro mediano. Las soluciones se ajustaron finalmente a 1:50. En todos los casos resultaron líquidos límpidos, algunos de débil coloración amarilla o ámbar. Con espectrofotómetro de absorción atómica Perkins Elmer se cuantificaron los niveles de Pb y Cd contrastándolos con patrones específicos de alta confiabilidad. Teniendo en cuenta las diluciones efectuadas se calcularon los tenores metálicos expresando los resultados en las condiciones de humedad en que se utilizan los respectivos fertilizantes. La tabla de la página 46 detalla la formulación, el origen y los contenidos de Pb y Cd de las muestras ensayadas.

RESULTADOS

Se detectó importante presencia de los metales, sobre todo en fertilizantes fosfatados y, dentro del mismo grupo, alto tenor de Cd cuando el P₂O₅ era el compuesto dominante en su formulación (fosfatos de amonio y superfosfatos triples) (ver tabla pág. 46). En cuanto al análisis estadístico de los resultados se plantearon dos intervalos de confianza: 95 y 99 %, para ambas determinaciones.

Fertilizante	ppm Pb	ppm Cd
Intervalo de confianza: 95 %		
Fosfatado	10,974 ± 1,335	10,439 ± 3,242
Nitrogenado	4,656 ± 2,218	2,037 ± 0,499
Fertirriego	no contienen	0,483 ± 0,067
General	9,551 ± 1,505	8,208 ± 2,910
Intervalo de confianza: 99 %		
Fosfatado	10,974 ± 1,932	10,439 ± 4,692
Nitrogenado	4,656 ± 3,458	2,037 ± 0,778
Fertirriego	no contienen	0,483 ± 0,097
General	9,551 ± 1,267	8,208 ± 2,449

- En el intervalo de confianza del 95 % el contenido de Pb en los fertilizantes fosfatados es significativamente mayor que en los nitrogenados y de fertirriego. Los nitrogenados, a su vez, superan a los de fertirriego. En estos últimos no se encontraron residuos de plomo en el análisis químico. En el intervalo de confianza del 99 % ocurre algo similar pero el grado de significancia es menor.

- En cuanto al Cd, los contenidos en los fertilizantes fosfatados son significativamente mayores que los de las otras formulaciones en los dos intervalos de confianza. Cabe destacar una pequeñísima dispersión en los datos para los fertilizantes nitrogenados demostrando que, en ellos, los contenidos son muy semejantes.

Formulación, origen y contenidos de Pb y Cd de los fertilizantes

M	N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	Origen	ppm Pb	ppm Cd
1	18 – 46 – 00	Noruega	10,110	3,835
2	12 – 15 – 14	Letonia	9,657	3,634
3	15 – 15 – 15	Desconocido	8,084	3,643
4	18 – 46 – 00		10,334	3,595
5	15 – 15 – 15		10,984	5,691
6	15 – 15 – 15	Argentina	10,629	4,092
7	18 – 46 – 00	Rusia	8,100	3,950
8	19 – 19 – 19	Argentina	5,300	3,100
9	12 – 15 – 15		8,296	3,448
10	00 – 46 – 00	Túnez	13,230	27,808
11	15 – 06 – 15	Desconocido	9,391	4,246
12	11 – 52 – 00	Rusia	10,657	4,034
13	18 – 46 – 00	Desconocido	6,440	26,810
14	18 – 46 – 00		7,489	3,744
15	00 – 46 – 00		15,346	29,646
16	12 – 12 – 19		21,589	7,046
17	12 – 52 – 00		10,070	19,093
18	13 – 13 – 13		18,934	8,271
19	00 – 20 – 18		13,054	4,136
20	18 – 46 – 00		8,317	6,325
21	00 – 47 – 00		14,329	30,305
22	18 – 46 – 00		5,450	4,000
23	18 – 46 – 00		Estados Unidos	10,070
24	18 – 46 – 00	Desconocido	10,015	4,036
25	12 – 12 – 17	Alemania	9,422	5,135
26	00 – 46 – 00	Desconocido	14,336	27,772
27	15 – 15 – 15	Argentina	7,243	14,985
28	21 – 00 – 00	Desconocido	4,500	2,300
29	45 – 00 – 00		0,000	1,248
30	13 – 00 – 44	Chile	3,397	2,597
31	21 – 00 – 00	Estados Unidos	8,026	1,795
32	15 – 00 – 14	Chile	6,035	2,693
33	45 – 00 – 00	Argentina	1,049	0,900
34	45 – 00 – 00	Desconocido	1,097	1,147
35	35 – 00 – 00	Holanda	7,446	2,399
36	26 – 00 – 00	Desconocido	10,350	3,250
37	04 – 04 – 04	Argentina	20,389	3,091
38	NO ₃ NH ₄ (fertilizante)	Desconocido	0,000	0,650
39	NO ₃ NH ₄ (fertilizante)		0,000	0,549
40	NO ₃ K (fertilizante)	Israel	0,000	0,250
41	NO ₃ K (fertilizante)		10,702	2,091
42	SO ₄ Mg (fertilizante)	Desconocido	8,800	2,350
43	00 – 00 – 50	Israel	15,092	2,999
44	SO ₄ Mg (fertilizante)	Desconocido	8,217	6,474

Figura 1. Contenidos metálicos en los distintos grupos de fertilizante y en general, para un intervalo de confianza del 95 %.

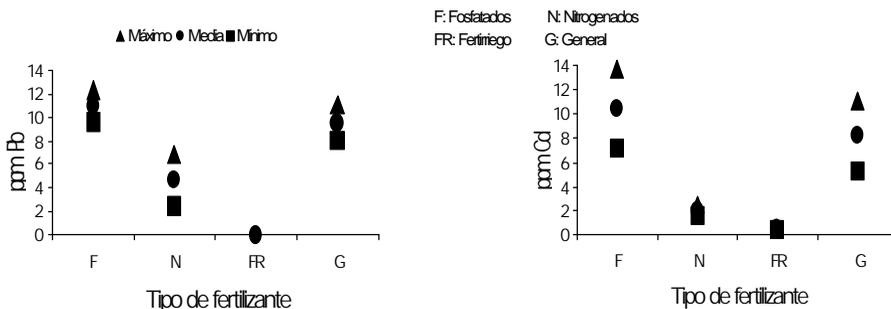


Figura 2. Contenidos metálicos en los distintos grupos de fertilizante y en general, para un intervalo de confianza del 99 %.

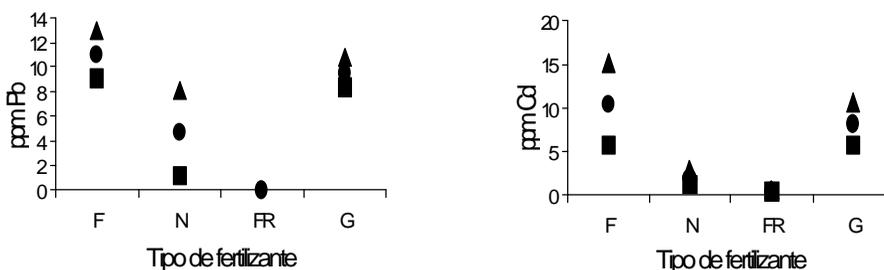


Figura 3. Control de la totalidad de las muestras para los contenidos metálicos con un intervalo de confianza del 95 %.

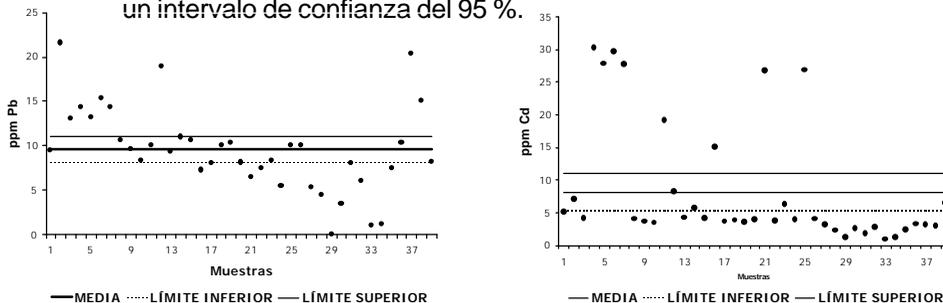
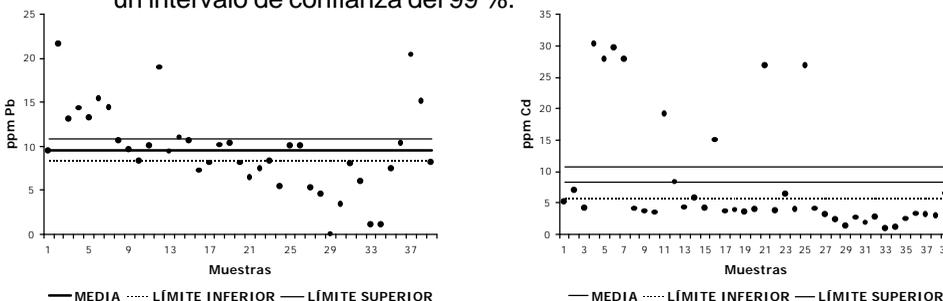


Figura 4. Control de la totalidad de las muestras para los contenidos metálicos con un intervalo de confianza del 99 %.



CONCLUSIONES

- Todos los fertilizantes tradicionales ensayados contienen Pb y Cd.
- En los fertilizantes para fertirriego no se detecta Pb. Se estima que obedece a la elevada pureza de dichos productos.
- Los fertilizantes fosfatados presentan los mayores contenidos de ambos metales contaminantes, destacándose los de alta proporción de P (fosfatos amónicos y superfosfatos triples).
- En algunos casos puntuales del grupo de fertilizantes fosfatados de alto grado se observan altísimos contenidos de Cd.
- Las concentraciones en fertilizantes nitrogenados son muy similares entre sí y considerablemente inferiores a las de los fosfatados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Harte, J. 1995. Guía de las sustancias contaminantes. Grijalbo. México.
2. ISCAMEN. 1999. Estadísticas. Mercado provincial de agroquímicos. Mendoza. Argentina.
3. Martí, L. et al. 1999. Contenido de elementos metálicos en tomate para industria cultivado en distintos suelos y períodos agrícolas. Congreso Argentino Ambiental 99. PRODEA 246 -250.
4. _____. 1999. Metales pesados contaminantes en suelos de los oasis irrigados de Mendoza: contenidos totales de Pb, Cd, Zn y Cu. Congreso Argentino Ambiental 99. PRODEA 236-245.
5. _____. 1999. Contaminación zonal de suelos con metales pesados provenientes de fertilizantes y otros orígenes. XVII Jornadas de Investigación. UNCuyo. Res.3. pp. 82-209.
6. _____. 2001. Metales en productos elaborados con tomate. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXIII. N° 1. pp. 9-14.
7. Métodos normalizados para análisis. 1992. APHA. AWWA. WPCF. Díaz de Santos. Madrid. España.
8. OMS. 1979. Plomo: criterios de salud ambiental. N° 18. Washington. USA.
9. Pessarossa, B. et al. 1993. Effect of repeated phosphate fertilization on the heavy metal accumulation in soil and plant under protected cultivation. Common Soil Sci. Plant Anal. 24. 17 & 18. pp. 2307-2319.

Agradecimiento

A Carlos Salcedo por su colaboración en los cálculos estadísticos.