

Nota técnica

ANÁLISIS DE RESIDUOS DE PLOMO EN REPOLLO EN COSTA RICA^{1/}

Luis Mora ***
Elizabeth Carazo **
Gilbert Fuentes *
Manuel Constenla ***
Leonor Rodríguez ****

ABSTRACT

Lead residues analysis in cabbage. Cabbage and soil samples from the main cabbage growing areas of Costa Rica were analyzed for lead residues. Lead residues result from the use of lead arseniate as an insecticide and fungicide; some farmers believe that it is also a compacting agent of the cabbage head and they apply it in spite of its use being prohibited.

Residues in the range of 6.85 ppm to 0.06 ppm were found. Only one sample showed no lead residues. Concentrations levels in the crop soils ranged from 8.5 to 1.1 ppm.

INTRODUCCION

El arseniato de plomo es una sustancia química que tiene propiedades insecticidas, aunque desde hace muchos años no se le recomienda para el combate de insectos por el evidente problema de dejar residuos tóxicos de plomo y arsénico. Posee también propiedades fungicidas y en nuestro país se le emplea básicamente en el combate del hongo causante de la enfermedad del cafeto conocida como "ojo de gallo" (*Mycena citricolor*). Al respecto, Pereira y Echandi (15) encontraron residuos de arsénico en hojas y granos de café, por efecto de la aplicación de arseniato de plomo.

El arseniato de plomo frecuentemente se ha aplicado junto con cobre, azufre o sulfuro de calcio, los que hacen que aquel se reduzca y se transforme en arsenito.

El arsenito y el trióxido de arsénico han sido señalados como agentes causantes de cáncer en ambientes industriales (18). Estudios epidemiológicos recientes de Ott *et al.* y Baetjer *et al.*, citados por Woollson (18), sugieren que un incremento en la incidencia de cáncer fue el resultado de la exposición al arseniato de plomo o de calcio. Otro estudio encontró una incidencia de cáncer mayor de lo normal en fruticultores que asperjaron grandes cantidades de arseniato de plomo, en el período de 1920-40 (13).

La carcinogenicidad del arsénico trivalente fue investigada por Ishinishi *et al.* (10). Kroes *et al.* (11) estudiaron la carcinogenicidad del arseniato de plomo y el arseniato de sodio y los posibles efectos sinérgicos entre el plomo y el arsénico o compuestos de nitrosamina; muy poco pudieron concluir en definitiva en relación ya sea sobre la carcinogenicidad, o sobre los efectos sinérgicos de estos compuestos.

Desde hace mucho tiempo se conoce que tanto el plomo como el arsénico son tóxicos para

1/ Recibido para su publicación el 25 de enero de 1984.

* Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.

** Escuela de Fitotecnia y Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental, U.C.R.

*** Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental, U.C.R.

**** Laboratorio Químico de CODESA.

los humanos. El envenenamiento con plomo se manifiesta por un severo cólico abdominal, dolor de cabeza, anemia, pérdida de apetito, fatiga, constipación, parálisis del nervio motor y encefalopatía. La exposición crónica excesiva se caracteriza por síntomas agudos, acompañados de insuficiencia renal progresiva e incompetencia cerebral. Las altas exposiciones a plomo también pueden ser dañinas para la reproducción y pueden agravar enfermedades preexistentes, como la cirrosis hepática (7, 14).

Tanto el arsénico como el plomo son prácticamente inmóviles en los suelos. Las gradientes de concentración vertical son estables durante muchas decenas de años en la superficie de los primeros 10 cm de suelo. Jacobs *et al.*, citados por Aten *et al.* (1), extrajeron 2 y 15 % del arsénico añadido, respectivamente, a suelos francos y arenosos.

En suelos cafetaleros de Costa Rica, Fassbender (4) encontró entre 10,6 a 49 ppm de arsénico en los primeros 5 cm de suelo y un aumento en el perfil (80 cm) de 113 a 145 kg/ha de arsénico.

El hecho de que el arsénico o el plomo entren en nuestra cadena alimentaria es motivo de preocupación; puede ser directamente por medio de los alimentos vegetales o por vía indirecta a través de los forrajes y la carne (2).

La distribución del plomo en diferentes partes de la planta, su tolerancia a ese elemento, fisiología y bioquímica, han sido revisados por Holl y Hamp (8).

Nos indujo a realizar esta investigación las comunicaciones personales de miembros de la Comisión Nacional Asesora para el Uso de Plaguicidas, acerca del empleo que de este producto realizaban algunos agricultores de la zona de Alfaro Ruiz, Alajuela, como insecticida, como fungicida o por la creencia generalizada de que este producto compacta la cabeza de repollo. Este problema trascendió a la prensa nacional en enero de 1982.

MATERIALES Y METODOS

En una primera etapa se entrevistó a técnicos agrícolas y agricultores del repollo de las principales zonas productoras de esta hortaliza en Alfaro Ruiz, Cartago y Heredia. De estas entrevistas se obtuvo datos sobre el uso que se le estaba dando al arseniato de plomo, lo que sirvió de base para la etapa de muestreo. En ésta se realizaron muestreos periódicos de suelos y se obtuvieron muestras compuestas de repollo, durante los meses de abril a octubre de 1982 (Cuadro 1).

En la mayoría de los casos se tomaron las muestras en fincas de agricultores que se sospechaba empleaban arseniato de plomo en sus plantaciones de repollo.

Se tomaron muestras de suelo hasta 20 cm de profundidad, al azar, que posteriormente se homogenizaron, en las diferentes zonas estudiadas, en las cuales se tenía la certeza que nunca se había aplicado arseniato de plomo. Estas muestras, en adelante denominadas "blanco", sirven como base de comparación entre los suelos de las diferentes regiones en las que se ha cultivado repollo. También se hicieron muestras "blanco" de repollo, utilizando material cultivado en cada zona, en fincas de agricultores que se sabía con certeza que no utilizaban arseniato de plomo.

Tanto las muestras de repollo como de suelo, se almacenaron en bolsas plásticas y se mantuvieron en refrigeración a -10°C , hasta que se analizaron.

El método utilizado para la determinación de plomo en las muestras de repollo y de suelos fue el del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos de México (9); de acuerdo con éste, las muestras de repollo fueron tratadas con ácido nítrico concentrado, se calentaron a ebullición hasta la desaparición del color rojizo del óxido nítrico, se dejaron enfriar, se agregó ácido perclórico y se calentaron de nuevo hasta la aparición de vapores blancos; en el caso de las muestras de suelos estos fueron tratados con agua regia.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los análisis de residuos de plomo en muestras de repollo se presentan en el Cuadro 2, y se pueden asociar confiablemente con el uso de arseniato de plomo. Del mismo se debe destacar que los residuos de plomo en repollo, solamente fueron altos en dos de las muestras del agricultor 1 (La Torre de Alfaro Ruiz), las cuales contenían 0,69 y 6,85 ppm, respectivamente. También la muestra del agricultor 2 (Pacayas) contenía 1,19 ppm de plomo. El repollo de los agricultores 7 (Santa Elena de Cartago) y 11 (Paso Ancho de Cot de Cartago) mostraron residuos de ese elemento químico en cantidades de 0,77 y 0,59 ppm respectivamente. Solamente la muestra de repollo tomada en la finca del agricultor 17 (Concepción de Heredia), no mostró residuo alguno de plomo, pero todas las demás contenían residuos, aunque bajos. Es conveniente resaltar el hecho de que las muestras de repollo denominadas "blanco",

mostraron trazas insignificantes de plomo, por lo que se las consideró sin residuos.

De acuerdo con De Treville (17), el plomo se acumula preferentemente en las hojas de repollo, más que en el tallo o raíces; él encontró residuos en este cultivo entre 0,5 y 3 ppm, mientras que Fletcher (5) determinó residuos de plomo en repollo una vez lavado, en base a peso seco, de 1,9 ppm. Bethea y Bethea (2) sugieren que el plomo se concentra más en las hojas de las plantas que en los frutos, tallos y raíces.

La tolerancia de residuos máximos de arsénico o de plomo, en productos hortícolas, en muchos países es de 1 ppm (3,6). En la U.R.S.S. el

arseniato de plomo está prohibido para uso agrícola, por la alta toxicidad crónica de plomo (12). En Portugal está restringido el uso del arseniato de plomo en algunos cultivos y prohibido su empleo en hortalizas y forrajes (16). Las muestras de los agricultores 1 y 2 sobrepasan las tolerancias establecidas y por lo tanto hay una exposición crónica de nuestra población que podría causar los problemas mencionados anteriormente. Las muestras de los agricultores 7 y 11 tienen concentraciones cercanas a la tolerancia. Es importante establecer un monitoreo regular de plomo en esta hortaliza por los peligros a la salud que este elemento ocasiona en este tipo de exposición.

Cuadro 1. Procedencia de las muestras de repollo y suelos.

Agricultor No.	Procedencia de la muestra	Fecha de muestreo
1 a	La Torre de Alfaro Ruiz	14-IV-82
1 b	La Torre de Alfaro Ruiz	14-IV-82
1 c	La Torre de Alfaro Ruiz	14-IV-82
1 d	La Torre de Alfaro Ruiz	29-IX-82
2	Pacayas de Cartago	12-V-82
3	Agua Caliente de Cartago	27-VII-82
4	Llano Bonito de Alfaro Ruiz	7-VII-82
5	San Luis de Santo Domingo de Heredia	9-VI-82
6	Lourdes de Cartago	22-VII-82
7	Santa Elena de Cartago	28-IV-82
8	Pacayas de Cartago	12-V-82
9	San Luis de Santo Domingo de Heredia	28-IV-82
10	Pacayas de Cartago	12-V-82
11	Paso Ancho de Cot de Cartago	23-VI-82
12	Capellades de Cartago	23-VI-82
13 a	Pueblo Nuevo de Alfaro Ruiz	17-VII-82
13 b	Pueblo Nuevo de Alfaro Ruiz	13-X-82
14	Alto Villegas de San Ramón	18-VIII-82
15	Llano Bonito de Alfaro Ruiz	18-VIII-82
16	Tapezco de Alfaro Ruiz	18-VIII-82
17	Concepción de Heredia	8-IX-82
18	Concepción de Heredia	8-IX-82
19	Las Brisas de Alfaro Ruiz	13-X-82
20	Las Brisas de Alfaro Ruiz	13-X-82
21	Llano Bonito de Alfaro Ruiz	29-IX-82

Cuadro 2. Residuos de plomo en las muestras de repollo y suelos (Datos provenientes de análisis por duplicado)

No. de la muestra	ppm de Pb en repollo	ppm de Pb en suelos
1 a	0,69	5,4
1 b	0,20	5,4
1 c	6,85	5,4
1 d	0,14	5,7
2	1,19	8,5
3	...*	4,8
4	0,15	3,0
5	0,12	2,2
6	0,41	4,4
7	0,77	3,0
8	0,27	3,4
9	0,12	...*
10	0,20	7,8
11	0,59	2,9
12	0,38	2,0
13 a	0,06	4,1
13 b	0,31	2,9
14	0,20	...*
15	0,22	1,9
16	0,21	3,7
17	0,00	5,6
18	0,27	4,5
19	0,26	1,1
20	0,19	1,8
21	0,39	2,4

* Muestras no analizadas.

En el caso de los suelos, se encontró niveles de plomo en todos ellos, superiores a 1 ppm, siendo los valores más altos en la finca del agricultor 2 (8,5 ppm) y el 10 (7,9 ppm) ambos de Pacayas.

Todas las muestras "blanco" de suelos, de las diferentes zonas estudiadas, mostraron niveles promedio de plomo de 1 ppm.

RESUMEN

Se realizaron análisis de residuos de plomo en muestras de repollo y suelos de las zonas de mayor producción de esta hortaliza en Costa Rica, en las que se aplica el arseniato de plomo como insecticida, fungicida y por la creencia generalizada de que este producto compacta la cabeza del repollo, a pesar de que su uso ha sido prohibido. Se encontraron concentraciones en un rango de 6,85 ppm a 0,06 ppm, y solamente en una de las muestras no se encontraron residuos de plomo. En los suelos los niveles variaron entre 8,5 ppm a 1,1 ppm.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos el apoyo financiero y administrativo de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, que permitió la realización de este proyecto; al Laboratorio Químico de CODESA, así como el magnífico servicio que nos brindó la Oficina de Transportes de la Universidad de Costa Rica y al Dr. Neil Chernoff de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos por la información brindada.

LITERATURA CITADA

1. ATEN, C.F., BOURKE, J.B., MARTINI, J.H. y WALTON, J.C. Arsenic and lead in an orchard environment. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 24: 108-115. 1980.
2. BETHEA, R.B. y BETHEA, N.J. Consequences of lead in the environment: An analysis. *Residue Reviews* 54: 55-77. 1975.
3. BEVENUE, A. y KAMANO, Y. Pesticide, pesticide residues, tolerance, and the law (U.S.A.). *Residue Reviews* 35: 103-149. 1971.
4. FASSBENDER, H. Contenido y formas de arsénico en algunos suelos tropicales. *Turrialba* 25: 11-17. 1975.
5. FLETCHER, K. Direct determination of lead in plant materials by atomic absorption spectrophotometry. *Journal of Science and Food Agriculture* 22: 260. 1971.
6. FUKUNAGA, K. y TSUKANO, Y. Pesticide regulations and problems in Japan. *Residue Reviews* 26: 1-16. 1969.
7. GRANDJEAN, P. y NIELSEN, T. Organolead compounds: Environmental health aspects. *Residue Reviews* 72: 97-148. 1979.

8. HOLL, W. y HAMPP, R. Lead and plants. *Residue Reviews* 54: 79-107. 1975.
9. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES SOBRE RECURSOS BIOTICOS, Xalapa, Veracruz, México. Determinación de metales de muestras ambientales. Métodos analíticos de toxicología ambiental. 1981. 217 p.
10. ISHINISHI, N., KODAMA, Y., NOBUTOMO, K. y HIRANAGA, A. Preliminary experimental study on carcinogenicity of arsenic trioxide in rat lung. *Journal of Environmental Health Perspectives* 19: 191-196. 1977.
11. KROES, R., VAN LOGTEN, M.J., BERKVEN, J.M., DE VRIES, T. y VAN ESCH, G.J. Study on the carcinogenicity of lead arsenate and sodium arsenate and on the possible synergistic effect of diethylnitrosamine. *Food and Cosmetics Toxicology* 72: 671-679. 1974.
12. MALNIKOV, N.N. Chemistry of pesticides. XXVII. Arsenic compounds. *Residue Reviews* 36: 387-395, 1971.
13. NEAL, P.A., DREESSEN, W.C., EDWARDS, T.I., REINHART, W.H., WEBSTER, S.H., CASTBERG, H.T. y FAIRHALL, L.T. A study of the effect of lead arsenate exposure on orchardists and consumers of sprayed fruit. *Public Health Bulletin No. 267*, Federal Security Agency, U.S.A. 1941. 181 p.
14. NELSON, W.C., LYKINS, M.H., MACKEY, J., NEWILL, V.A., FINKLEA, J.F. y HAMMER, D.I. Mortality among orchard workers exposed to lead arsenate spray: A cohort study. *Journal of Chronic Diseases* 26: 105-118. 1973.
15. PEREIRA, J.F. y ECHANDI, E. Residuo de arsénico en hojas y granos de plantas de café asperjadas con arseniato de plomo. *Turrialba* 14: 85-90. 1964.
16. SILVA FERNANDEZ, A.M.S. Pesticide legislation and residue problems in Portugal. *Residue Reviews* 35: 29-47. 1971.
17. DE TREVILLE, R.T.P. Natural occurrence of lead. *Archives of Environmental Health* 8: 212. 1964.
18. WOOLSON, E.A. Formation of arsenite in lead arsenate or calcium arsenate mixtures. *Journal of Environmental Science and Health* B16 (2): 131-140. 1981.