

Analysis of copper and zinc content in the drinking water of Maracaibo city. A technical note

F. Ysambertt, J. Paredes y N. Márquez

*Departamento de Química, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia
Apdo. 526. Maracaibo, Venezuela*

Abstract

The content of Cu and Zn in the drinking water of Maracaibo city was evaluated using the High Performance Liquid Chromatography technique, Ultra Violet-Visible detection and Dithizone as chelating agent. This study showed that concentrations of Cu and Zn in the drinking water do not exceed the allowable limits. However, the average of Zn concentration was eight-fold higher with respect to the treated water at the plant effluent. Additionally the content of these metals was higher in the northern area of the city.

Key words: Copper and Zinc, drinking water, HPLC.

Análisis del contenido de cobre y zinc en el agua potable de la ciudad de Maracaibo. Nota técnica

Resumen

Se procedió a evaluar el contenido de Cu y Zn en el agua potable de la ciudad de Maracaibo, utilizando la técnica de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), detección Ultra Violeta-Visible y Dítizona como acomplejante. Este estudio indicó que las concentraciones de Cu y Zn en el agua potable no exceden los valores permitidos; sin embargo, en promedio, la concentración de Zn resultó 8 veces mayor con respecto al agua potable a la salida de la planta de tratamiento. El contenido mayor de ambos metales se observó en la zona norte de la ciudad.

Palabras claves: Cobre y zinc, agua potable, HPLC.

Introducción

Las nuevas regulaciones[1] en la industria del agua potable en U.S.A. contiene una lista de 53 componentes donde se especifican límites esforzables (MCLs) y límites no esforzables (MCLGs). En estas regulaciones aparecen el Zn y el Cu como elementos con prioridad para su control en cuanto a niveles permisibles. Las nuevas regulaciones se deben al hecho observado en cuanto al deterioro de la calidad del agua por la corrosión de tuberías y uniones metálicas. Varios estudios[2-7] han demostrado que la disolución o corrosión de ajustes y grifos de bronce pueden ser una fuente de metales nocivos, y que

esta contaminación puede ser una causa significativa de la concentración de metales en aguas potables que exceda los (MCLs) recomendados.

En los últimos 10 años se han publicado un gran número de trabajos relacionados con la determinación por HPLC de iones de metales pesados como complejos órgano-metálicos[8-12]; sin embargo, muy pocos de estos estudios están relacionados con aplicaciones prácticas.

A pesar de que los ensayos derivados para su funcionamiento se han realizado en solución acuosa, la aplicación en este campo ha sido poco atractiva por el uso, en la mayoría de los casos, de detectores altamente tecnificados, laboriosos

de operar y delicados en funcionamiento. Por tales razones, se procedió a evaluar el contenido de los metales Cobre y Zinc, mediante un procedimiento de análisis obtenido en un estudio previo[10]. Esto con el fin de determinar los niveles de estos elementos en el agua cruda y tratada de la planta de tratamiento de la ciudad. Los resultados así obtenidos podrían ser indicativos de un posible aporte de estos metales por efecto de la corrosión de las tuberías.

Métodos Experimentales

Los análisis cromatográficos se realizaron con un sistema WATERS compuesto por: inyector U6K, bomba modelo 510, detector UV-Vis modelo 484 (λ de análisis 533 nm) y estación de datos modelo 745B. La columna utilizada fue Lichrosorb Si-60 (10 μ) de 300x4.6 mm (Merck). Los solventes usados fueron todos grado HPLC.

La información obtenida por la empresa que administra el acueducto en Maracaibo (HIDROLAGO), indicó que hay poca exactitud en los datos referentes a la red de distribución de agua potable de la ciudad. Por ello, se realizó un muestreo aleatorio, dividiendo la ciudad en siete grandes zonas: nor-este, centro-norte, nor-oeste, centro, sur-este, centro-sur y sur-este. En cada zona se escogieron tres sectores y se tomaron 4 muestras en cada sector; tanto para casas como para edificios. Las muestras colectadas se concentraban inmediatamente en el laboratorio, tomando 500 ml y evaporando hasta sequedad, se calculaba luego el porcentaje de sólidos totales y posteriormente se calcinaban a $600 \pm 50^\circ\text{C}$ durante 3 horas. Los residuos de la calcinación se disolvían luego en ácido nítrico diluido (0.01N), se filtraban y aforaban a 50 ml. Para la calibración y análisis se utilizaron las siguientes condiciones al desarrollar los complejos: 5 ml de muestra, 1ml de buffer pH 5,0.1 ml de ditionona 3.9×10^{-3} M y 0.5 ml de NaOH 1M. Los quelatos se extraían con 2 porciones de 1 ml de CCl_4 y se inyectaba posteriormente 20 μl de la fase orgánica. El procedimiento completo de calibración y análisis se describe en un trabajo previo[10].

Resultados y Discusión

La separación entre los complejos de Cu y Zn aportó un factor $R=0.6$, lo cual aunque no

indicativo de una separación total, es suficiente para su cuantificación realizada por altura de pico. Excepción a esta aseveración lo constituyen aquellas muestras con más de 10 veces de diferencia en la concentración entre estos metales. Esto debido al solapamiento del pico del quelato de baja concentración. Para estos casos, la cuantificación se realizó por adición estándar. Estos resultados se observan en la Tabla 1 donde se nota que las concentraciones de Cu y Zn en el agua potable no exceden los valores máximos permitidos. En la mayoría de los casos se obtuvo una mayor concentración de ambos metales en edificios que en casas. Esto probablemente se deba al hecho de que por el almacenamiento se puedan depositar compuestos de estos metales. Se ha encontrado[11] que el 12% de los compuestos formados en el agua que se han hallado en los depósitos producidos por esta, son compuestos de Cu, mientras que el 9% son compuestos de Zn.

Comparando además los contenidos de Cu y Zn del agua tratada con respecto al promedio general encontrado, se observa que hay un aporte de un 27% de Cu y un aporte del 369% del Zn en el agua que llega a las viviendas y se nota una mayor variabilidad de resultados para los contenidos de Zn en los diferentes sectores. Se encontró además que el contenido de estos metales fue mayor en la zona norte de la ciudad. Estos resultados parecen estar más asociados a la tubería (o frecuencia de limpieza de los tanques en los edificios) en los sitios de muestreo pues se observaron valores altos para el Zn solo en 4 edificios de la zona norte. También puede pensarse que el mayor aporte del Zn sea debido a su menor potencial de reducción ($E^\circ = -0.763$) con respecto al del Cu ($E^\circ = 0.86$) y a la mayor solubilidad de las sales de Zn (K_{ps} mayor) que las de Cu. El promedio general del aporte de Zn fue 5 veces más, mientras que el Cu sólo 1.2 veces más.

Es importante destacar también de los resultados de la Tabla 1 que no hay diferencia apreciable entre los valores de Cu y Zn a la entrada y a la salida para agua cruda y agua potable.

Tabla 1
Contenido de cobre y zinc en el agua potable de Maracaibo

Zona	Muestra	% sólidos totales	Conc. de Cu (ppm)	Conc. de Zn (ppm)
Nor-Este	Casa	0.010 ± 0.005	0.028 ± 0.013	0.036 ± 0.019
	Edificio	0.011 ± 0.006	0.036 ± 0.012	0.043 ± 0.033
	Total	0.010 ± 0.005	0.032 ± 0.012	0.039 ± 0.026
Centro - Norte	Casa	0.012 ± 0.000	0.018 ± 0.010	0.064 ± 0.069
	Edificio	0.012 ± 0.001	0.026 ± 0.013	0.140 ± 0.148
	Total	0.012 ± 0.001	0.023 ± 0.012	0.108 ± 0.122
Nor-Oeste	Casa	0.012 ± 0.000	0.019 ± 0.011	0.027 ± 0.004
	Edificio	0.018 ± 0.001	0.024 ± 0.016	0.154 ± 0.101
	Total	0.015 ± 0.003	0.021 ± 0.013	0.091 ± 0.091
Centro	Casa	0.014 ± 0.003	0.033 ± 0.013	0.044 ± 0.014
	Edificio	0.017 ± 0.002	0.025 ± 0.012	0.031 ± 0.013
	Total	0.015 ± 0.003	0.030 ± 0.013	0.038 ± 0.014
Sur-Oeste	Casa	0.013 ± 0.001	0.012 ± 0.002	0.025 ± 0.006
Centro-Sur	Casa	0.013 ± 0.001	0.013 ± 0.003	0.043 ± 0.029
	Edificio	0.013 ± 0.001	0.016 ± 0.005	0.088 ± 0.112
	Total	0.013 ± 0.001	0.014 ± 0.004	0.068 ± 0.086
Sur-Este	Casa	0.013 ± 0.001	0.014 ± 0.003	0.035 ± 0.013
	Edificio	0.012 ± 0.001	0.010 ± 0.001	0.069 ± 0.039
	Total	0.012 ± 0.001	0.012 ± 0.003	0.047 ± 0.026
Agua cruda	Entrada a la planta	0.007 ± 0.00	0.013 ± 0.000	0.016 ± 0.001
Agua Potable	Salida de la planta	0.008 ± 0.000	0.015 ± 0.001	0.013 ± 0.000

Promedio General: (para n = 56, donde se incluyen casa + edificio de todas las zonas). Concentración de Cu (ppm): 0.023 ± 0.013 (La dispersión está expresada como desviación estándar). Concentración de Zinc (ppm): 0.061 ± 0.072.

Conclusiones

Las concentraciones de Cu y Zn en el agua potable de la ciudad de Maracaibo, no exceden los valores permitidos pero hay una contribución apreciable de estos metales al agua suministrada después del tratamiento, que de aumentar, ameritaría una revisión de las líneas de suministro.

La técnica HPLC utilizando el acomplejamiento con ditiizona, es perfectamente viable y

prometedora para el análisis simultáneo de metales en agua por el gran coeficiente de absorptividad molar que muestran los complejos.

Agradecimiento

Expresamos nuestro agradecimiento al CONDES-LUZ por todo el apoyo brindado en la realización de este trabajo.

Referencias Bibliográficas

1. Pontius F.: "Complying with new drinking water quality regulations". Jour. AWWA, 11, 32-52. Feb. 1990.
2. Birden H.H. Jr., Calabrese, E. J. & Stoddard A.: "Lead dissolution from soldered joints. Jour. AWWA, 77:11:66. Nov. 1985.
3. Neff C.H.: "Impact of Copper, galvanized pipe and fittings on water quality". Plumbing materials and drinking water quality: Proceedings of a Seminar. EPA/600/9-85/007, 1985.
4. Neff C. H. and Schock M. R.: "Relationship between Water quality and corrosion plumbing materials in buildings". EPA/600/S2-87/036, 1988.
5. Samuel E.R. and Meranger J. C.: "Preliminary studies on the leaching of some trace metals from kitchen faucets". Water Res., 18:1:75, 1984.
6. Shock M. R. and Neff Ch.: "Trace Metal contamination from brass fittings". Jour. AWWA, 8:47-56, Nov. 1988.
7. Irth, H.; Fret, R.W.; De Jong, G.D.; and Brinkman U.A.Th.: "Trace enrichment and separation of metal ions as dithiocarbamate complexes by liquid chromatography". Anal. Chem. 59, (1), 98 - 101, 1987.
8. Nickless, G.: "Trace metal determination by chromatography". J. Chromatogr. 313, 129 - 159, 1985.
9. Willeford, B.R.; and Veening, H.: "High-performance liquid chromatography: applications to organometallic and metal coordination compounds". J. Chromatogr. (251), 61 - 88, 1982.
10. Ysambertt F.: "Utilización de la Técnica HPLC para el análisis de los metales pesados Cobre y Zinc en el agua potable de la ciudad de Maracaibo". Trabajo Especial de Grado MSc. Ciencias Ambientales. División de Post-grado, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Maracaibo, 1993.
11. American Society for testing Materials. Manual de Aguas para Usos Industriales. Ediciones Ciencia y Técnica S.A. México, 412-414. 1988.

Recibido el 18 de Octubre de 1994

En forma revisada el 16 de Marzo de 1995