

## El cromo: un tóxico para la salud humana

Nancy Lorena Garzón-Raygoza<sup>1</sup> , Carolina Bojórquez-Sánchez<sup>2</sup> ,  
Carmen Cristina Osuna-Martínez<sup>3</sup> , Carolina G. Delgado-Alvarez<sup>2</sup> ,  
Ofelia Escobar-Sánchez<sup>3</sup> , Marisela Aguilar-Juárez<sup>3</sup> ,  
& Martín Gabriel Frías-Espicqueta<sup>3</sup> 

### Resumen

Los elementos potencialmente tóxicos (EPT) son un grupo de compuestos químicos que están presentes en pequeñas cantidades como parte de la corteza terrestre. Algunos de estos EPT, como el cromo (Cr), son requeridos para el funcionamiento del metabolismo humano. Sin embargo, este elemento en concentraciones relativamente altas, puede llegar a afectar la salud humana. Desafortunadamente, a la fecha, el incremento de las actividades antropogénicas de tipo industrial han ocasionado que las concentraciones de Cr aumenten de manera significativa, lo que ha ocasionado un incremento en problemas de salud de las comunidades presentes en el área de influencia de estas industrias. Por tanto, en el presente trabajo se proporciona información sobre el cromo y el riesgo potencial que puede ocasionar sobre la salud humana.

**Palabras clave:** salud humana, metales, toxicidad, riesgo.

### Abstract

Potentially toxic elements (PTEs) are a group of chemical compounds that are present in nature as part of the earth's crust in small quantities. Among these PTEs we find the chromium (Cr); which is required for human metabolism. However, this element could affect human health at relative high concentrations. Unfortunately, chromium levels have increased significantly due to the industrial human activities increase; which causes a human health increases in that populations around industrial zones. In this context, the present manuscript is a review regarding the potential human risk by chromium.

**Key words:** human health, metals, toxicity, risk.

**Recibido:** 15 de enero de 2024.

**Aceptado:** 16 de noviembre de 2024.

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias del Mar (FACIMAR). Av. Universidad, Av. Leonismo Internacional y Tellería, Mazatlán C.P. 82000, Sinaloa, México.

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Sinaloa. Unidad Académica de Ingeniería en Tecnología Ambiental. Carretera Municipal Libre Mazatlán Higuera Km 3, Mazatlán C.P. 82199, Sinaloa, México.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias del Mar Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen s/n, colonia Centro, Mazatlán C.P. 82000, Sinaloa, México.

\* **Autor de correspondencia:** nancy\_facimar@uas.edu.mx (NLGR)

## Introducción

La liberación al ambiente de elementos potencialmente tóxicos (EPT) se ha incrementado de manera significativa como resultado de las actividades industriales, como son la producción de compuestos químicos tales como solventes orgánicos, combustibles y sus aditivos, pesticidas, pigmentos, pinturas, plásticos y materias primas de origen químico; cuyos procesos y residuos han causado el deterioro de la calidad ambiental (Garbisu *et al.* 2003; Marrero-Coto *et al.* 2010). Entre los EPT se encuentra el cromo (Cr), que es considerado un elemento requerido para los humanos y animales, esto se debe a que tiene una importante función en el metabolismo de la insulina y enfermedades cardiovasculares. No obstante, cuando este elemento es ingerido en altas cantidades, puede volverse peligroso para la salud humana (Ahmad *et al.* 1987; Bukhari *et al.* 1987; Alvarado-Gámez *et al.* 2002).

El cromo puede ser encontrado en diferentes estados de oxidación, siendo los más importantes el cromo trivalente ( $\text{Cr}^{3+}$ ), considerado indispensable en procesos bioquímicos y fisiológicos de los seres vivos; y el cromo hexavalente ( $\text{Cr}^{6+}$ ), catalogado como agente cancerígeno. Además, este último es conocido por ser un importante contaminante para el ambiente y un elemento relevante por su toxicidad en los seres humanos (Hernández 2014).

Por estas dos formas químicas que presenta el Cr en el ambiente, a continuación, se presentan algunas de sus particularidades y los posibles efectos que puede causar en la salud humana.

### ¿De dónde viene el cromo?

El Cr es un elemento químico que se encuentra en abundancia en la corteza

terrestre, forma parte de una gran cantidad de minerales y mediante los procesos de erosión, se introduce en el ambiente en forma de  $\text{Cr}^{3+}$  y  $\text{Cr}^{6+}$  (Hernández 2014).

El incremento de Cr en el ambiente, se da principalmente por las diversas actividades industriales que consideran el uso de energías no renovables (Marrero-Coto *et al.* 2010). Por ejemplo, en la atmósfera el Cr llega en forma de material particulado y su concentración puede aumentar como resultado de la combustión de carbón y petróleo, así como la producción de acero inoxidable y la manufacturación de productos químicos (Hossini *et al.* 2022). En el caso de la contaminación de los sistemas acuáticos, el incremento del Cr, se da principalmente por la descarga de los desechos derivados de la manufactura de colorantes y pigmentos para el curtido de cueros (ATSDR 2006, Molina-Montoya *et al.* 2010). No obstante, cabe mencionar que el suelo, es el destino final del Cr, por lo tanto, en los sedimentos es donde se han reportado las más altas concentraciones de este elemento (ATSDR 2006, Molina-Montoya *et al.* 2010).

Evidentemente, este EPT que es liberado al ambiente, alcanza la zona costera por medio del transporte atmosférico y/o por escorrentías, donde puede estar disponible para la biota, la cual acumula dicho elemento en sus tejidos. Entre los organismos que los acumulan se encuentran aquellos de importancia comercial como moluscos, crustáceos y peces, los cuales son considerados una fuente de Cr al humano cuando consume estos productos de la pesca. Al respecto, Sepúlveda (2018) reportó que la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*), uno de los mariscos más consumidos en el noroeste de México, tenía niveles de Cr de  $0.08 \pm 0.01 \mu\text{g/g}$  en el tejido blando (comestible)

de este organismo en la Bahía Altata del Municipio de Navolato, Sinaloa. y cuyo valor se encuentra por debajo del límite permisible (1.2 µg/g) para su consumo (FDA 1993).

### Monitoreo y determinación del cromo

Para conocer los niveles de Cr y de otros EPT se realizan programas de monitoreo ambiental, en donde se muestrean organismos de importancia comercial directamente del medio silvestre y la duración de los programas debe ser de al menos un año para evaluar variaciones estacionales.

Si bien existen varias técnicas para la determinación de Cr, las dos técnicas más conocidas son el plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) y el espectrofotómetro de absorción atómica, donde se usan reactivos de alta pureza durante su análisis y material de referencia certificado para la exactitud y precisión de las técnicas analíticas.

### Beneficios del cromo

El Cr<sup>3+</sup> contribuye al buen funcionamiento de la insulina y es necesario para la asimilación de carbohidratos y lípidos, así como para la estabilidad de las proteínas. Además, este elemento participa en el metabolismo del colesterol, ayudando a mantener sus niveles normales en la sangre. Por tanto, el Cr ingerido en pequeñas cantidades mediante los alimentos (frutas y verduras, carne, marisco, huevos y cereales integrales) es considerado un nutriente relevante para el mantenimiento de la salud humana (Becerra-Torres *et al.* 2014, López-Muñoz *et al.* 2016, Tumolo *et al.* 2020).

Además, este elemento presenta una baja toxicidad cuando es ingerido por

vía oral, debido a que su capacidad de absorción y penetración celular es mínima. No obstante, el Cr<sup>3+</sup> ingerido puede ser eliminado en un 60% vía renal y en menor grado vía heces (vía biliar), cabello, uñas y sudor (ATSDR 2006, Cuberos *et al.* 2009). Por lo anterior, la Autoridad Europea en Seguridad de Alimentos recomienda la dosis de ingesta diaria de Cr, la cual es presentada en la tabla I.

**Tabla I.** Ingesta diaria recomendada en alimentos entre los diferentes grupos de población. Modificada de la Autoridad Europea en Seguridad de Alimentos.

Grupos de población	Ingesta (µg/kg/día)
Lactantes y niños pequeños (0 a 3 años)	1.5-3.6
Niños mayores (3 a 10 años)	1.6-4.9
Adolescentes (10 a 18 años)	0.9-2.5
Adultos (19 a 65 años)	0.8-1.6
Personas mayores (>65 años)	0.6-1.4

### Aspectos negativos del Cr en la salud humana

Cuando se aborda la parte negativa del Cr, se habla evidentemente de la toxicidad de este elemento en un estado de oxidación VI, el cual es considerado la especie química más tóxica (Hernández 2014). El Cr<sup>6+</sup>, producto de las actividades industriales, puede llegar a acumularse en los cultivos de verduras y en los organismos (terrestres y acuáticos), los cuales, al ser ingeridos, pueden afectar la salud humana (EFSA 2014).

De esta manera, el Cr<sup>6+</sup> puede llegar a producir:

- Toxicidad aguda por ingesta en grandes cantidades; lo cual produce síntomas como malestar estomacal, vómito y anemia.
- Toxicidad crónica a medio o largo plazo (dosis altas), lo que provoca efectos neurológicos, daño en el hígado, problemas renales, cardiovasculares y

respiratorios. Así mismo puede provocar cáncer de pulmón si la ingesta sobrepasa a los 8 µg/día durante un periodo prolongado (Tumolo *et al.* 2020).

En el caso de las mujeres embarazadas, las cuales suelen ser las más vulnerables a los efectos tóxicos del Cr<sup>6+</sup>, este elemento produce alteraciones en el desarrollo del esqueleto y del sistema reproductivo del feto, así como bajo peso al nacer (EFSA 2014).

### Casos de estudios por exposición laboral

Entre los diferentes estudios relacionados por exposición en el área laboral, en la provincia de Hunan, China se han registrado altos niveles de Cr en vegetales cultivados (lechuga, apio o col) alrededor de una zona industrial, por lo que los autores relacionan esta cercanía con un alto riesgo en la salud de aquellas personas que consumen estos vegetales (Wang *et al.* 2010).

Con respecto a los desechos de las industrias, Manoj *et al.* (2021) analizaron el contenido de Cr en aguas subterráneas provenientes de las zonas que reciben dichos desechos (en India), reportando potenciales problemas en la salud de aquellas personas que pudieron usar esos mantos acuíferos contaminados para consumo humano y de animales.

Por otra parte, se sabe que el Cr ha sido muy utilizado en las industrias metalúrgicas, químicas y refractaria, donde los vapores, el polvo y el humo generados durante los procesos industriales, pueden ser absorbidos por inhalación. El trabajo de Keegan *et al.* (2008) sugiere que la exposición a Cr<sup>6+</sup>, por parte de las personas que laboran en esas industrias provocó asma, reacciones alérgicas y cáncer de pulmón, principalmente.

Recientemente, Hossini *et al.* (2022) realizaron una revisión sobre los efectos en la salud humana por exposición al Cr y reportan que este provoca daños en el sistema respiratorio, gastro-intestinal, cardiaco, renal y hepático; además de afectar al sistema inmune y generar neurotoxicidad. Así mismo, los autores reportan daño al ADN generando diversos tipos de cáncer (pulmón, hígado, riñón y estómago).

En México, en Tultitlán, Estado de México, la empresa Cromatos, dedicada al proceso de curtir pieles mediante cromita, generaba una gran cantidad de residuos industriales (miles de toneladas) de Cr<sup>6+</sup>, los cuales fueron arrojados al ambiente durante 20 años que estuvo en operación. Esto ocasionó graves problemas de contaminación en la atmósfera, los mantos acuíferos y los terrenos aledaños, por lo que en 1978 fue cerrada (Castro-Díaz 2009).

Por lo anterior y dada la toxicidad de este elemento, se requieren más estudios que incluyan el monitoreo ambiental de este metal, así como de la evaluación al riesgo en las poblaciones que pudieran estar expuestas a dicho contaminante.

### Agradecimiento

Los autores agradecen el apoyo a los proyectos PROFAPI UAS 2022/PRO\_A1\_023 y PRO\_A7\_056.

### Referencias

- Agency for Toxic Substances and disease Registry (ATSDR). 2006. Chromium Toxicity. Case Studies in Environmental Medicine. Course: SS3048 U.S
- Ahmad Y. & Khalid Q. 1987. Chromium: its role in diabetes and heart disease. Elements in health and disease. Karachi, Pakistan, 261-266 pp.
- Alvarado-Gómez, A., R. Blanco-Saenz & E. Mora-Morales. 2002. El cromo como elemento esencial

- en los humanos. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 23(1-2): 55-68.
- Becerra-Torres, S.L., C. Soria-Fregoso, F. Jaramillo-Juárez & J.L. Moreno-Hernández-Duque. 2014.** Trastornos a la salud inducidos por cromo y el uso de antioxidantes en su prevención o tratamiento. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 2(2): 19-30.
- Bukhari A. Q., S. Ahmad & M. Mirza. 1987.** The role of trace elements in health and disease. En: Rahman MA, DeSilva LA, eds. *Elements in health and disease*. Karachi, Pakistán, 116-126 pp.
- Castro-Díaz, J. 2009.** A 30 años del cierre de Cromatos de México. 60 mil toneladas de residuos aún nos envenenan. *La jornada ecológica*.
- Cuberos, E., A. Rodríguez & E. Prieto. 2009.** Niveles de cromo y alteraciones de salud en una población expuesta a las actividades de curtiembres en Bogotá, Colombia. *Revista de salud pública* 11(2): 278-289.
- European Food Safety Authority (EFSA). 2014.** Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of chromium in food and drinking water. Parma, Italy.
- FDA (Administración de Medicamentos y Alimentos de E.U.A). 1993.** Guidance documents for trace elements in seafood. Guidance documents for arsenic, cadmium, chromium, nickel (January), lead (August). [www.cfsan.fda.gov/frf/guid-sf.html](http://www.cfsan.fda.gov/frf/guid-sf.html).
- Garbisu, C. & I. Alkorta. 2003.** Basic concepts on heavy metal soil bioremediation. *European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection* 3(1): 58-66 pp.
- Hernández, J. 2014.** Riesgo toxicológico en personas expuestas, a suelos y vegetales, con posibles concentraciones de metales pesados, en el sur del Atlántico Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Hossini, H., B. Shafie, A.D. Niri, M. Nazari, A.J. Esfahlan, M. Ahmadpour, Z. Nazmara, M. Ahmadimanesh, P. Makhdoumi, N. Mirzaei & E. Hoseinzadeh. 2022.** A comprehensive review on human health effects of chromium: insights on induced toxicity. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(47), 70686-70705.
- Keegan, G.M., I.D. Learmonth & C.P. Case. 2008.** A Systematic Comparison of the Actual, Potential, and Theoretical Health Effects of Cobalt and Chromium Exposures from Industry and Surgical Implants. 38: 645-674. Doi: 10.1080/10408440701845534.
- López-Muñoz, E., E. López-Colman, & L. López-Blanco. 2016.** El efecto del cromo en el síndrome metabólico. Facultad de Farmacia Universidad Complutense. Madrid, España, 20 pp.
- Manoj R., R. Ramya & L. Elango. 2021.** Long-term exposure to chromium contaminated Waters and the associated human health risk in a highly contaminated industrialised región. *Environmental Science and Pollution Research* 28:4276-4288. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10762-8>.
- Marrero, J., A. Díaz & O. Coto. 2010.** Mecanismos moleculares de resistencia a metales pesados en las bacterias y sus aplicaciones en la Biorremediación. *Revista CENIC* 41(1): 67-78.
- Molina-Montoya, N. P., P. Aguilar-Casas & C. Cordovez-Wandurraga. 2010.** Plomo, cromo III y cromo VI y sus efectos sobre la salud humana. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 8(1): 77-88.
- Sepúlveda, C. H. 2018.** Contenido de metales pesados (cobre, cromo, cadmio, níquel, plomo, arsénico, zinc y mercurio) en la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) de Bahía Altata, Sinaloa, y el riesgo potencial para la salud humana por su consumo. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional.
- Tumolo, M., V. Ancona, D. De Paola, D. Losacco, C. Campanale, C. Massarelli & V.F. Uricchio. 2020.** Chromium pollution in European water, sources, health risk and remediation strategies: An overview. In *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15): 1-25. Doi: 10.3390/ijerph17155438.
- Zhen-Xing W., C. Jian-Gun, C. Li-Yuan, Y. Zhi-Hui, H. Shun-Hong & Y. Zheng. 2010.** Environmental impact and site-specific human health risks of chromium in the vicinity of a ferro-alloy manufactory, China. 190: 980-985. Doi: 10.1016/j.jhazmat.2011.04.039.