Sanitas
Revista arbitrada de ciencias de la salud
Vol. 4(especial7), 272-278, 2026
DOI: https://doi.org/10.62574/t2wzwav2

Efectos en la salud de la exposición laboral al cromo en la industria: revisión sistemática

Health effects of occupational exposure to chromium in industry: a systematic review

Jhoselyn Danmara Rosero-Manzo
jhoselynrm58@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-7076-5058

Edmundo Daniel Navarrete-Arboleda
pg.docenteena@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-8424-7996

Julio Rodrigo Morillo-Cano
ut.juliomorillo@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-6910-4041

RESUMEN

Objetivo: analizar la evidencia sobre los efectos en la salud de la exposición laboral al cromo en la industria. **Método:** revisión sistemática según PRISMA 2020, con búsqueda en PubMed y SciELO de estudios observacionales en trabajadores expuestos al cromo; las revisiones con metaanálisis se usaron como marco para los efectos carcinógenos. **Resultados:** se incluyeron seis estudios primarios de Europa y Asia y tres metaanálisis. El cromo hexavalente aumentó la mortalidad por cáncer de pulmón, con un exceso de riesgo intolerable por encima de 1 µg/m³, y produjo daño genético y estrés oxidativo. El cromo trivalente se asoció con síntomas respiratorios sin deterioro funcional. La dermatitis por cromato disminuyó tras la regulación del cemento. **Conclusión:** se requieren biomonitorización y control de la exposición.
Descriptores: cromo; exposición profesional; enfermedades profesionales. (Fuente, DeCS).

ABSTRACT

Objective: to analyse the evidence on health effects of occupational chromium exposure in industry. **Method:** systematic review following PRISMA 2020, searching PubMed and SciELO for observational studies of chromium-exposed workers; meta-analyses framed carcinogenic effects. **Results:** six primary studies from Europe and Asia and three meta-analyses were included. Hexavalent chromium increased lung cancer mortality, with intolerable excess risk above 1 µg/m³, and caused genetic damage and oxidative stress. Trivalent chromium was associated with respiratory symptoms without functional decline. Chromate dermatitis decreased after cement regulation. **Conclusion:** biomonitoring and exposure control are needed.
Descriptors: chromium; occupational exposure; occupational diseases. (Source, DeCS).

Recibido: 04/08/2026. Revisado: 12/08/2026. Aprobado: 15/09/2026. Publicado: 01/10/2026.
Original breve

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades relacionadas con el trabajo causan cada año en el mundo alrededor de 2 millones de muertes, y las lesiones laborales unas 0,3 millones más, con un costo que equivale, en promedio, al 4 % del producto interno bruto de los países (1). El cromo es uno de los agentes con mayor relevancia en salud ocupacional. Se emplea en la producción de cromatos y pigmentos, el cromado electrolítico, la soldadura y la producción de acero inoxidable, el curtido de pieles y la fabricación de cemento. Su forma hexavalente es la de mayor toxicidad, mientras que el cromo trivalente y la cromita tienen un perfil distinto.

La exposición a cromo hexavalente se asocia con cáncer de pulmón y de otros órganos, efectos respiratorios no malignos, dermatitis de contacto irritativa y alérgica, ulceraciones de la piel y la mucosa nasal, y daño genético. Un metaanálisis de 47 estudios de cohortes estimó un aumento modesto, pero significativo, de la mortalidad por cáncer en los trabajadores expuestos, con una razón estandarizada de mortalidad de 1,07, y de 1,31 para el cáncer de pulmón (2).

En Ecuador, las curtiembres, los talleres de cromado y la construcción emplean a numerosos trabajadores, pero las condiciones de trabajo y sus efectos sobre la salud están poco documentados (3). Por ello, el objetivo de esta revisión fue analizar la evidencia sobre los efectos en la salud de la exposición laboral al cromo en la industria, como base para la vigilancia de los trabajadores expuestos.

MÉTODO

Se realizó una revisión sistemática siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020 (4). La búsqueda se efectuó en PubMed y SciELO con los descriptores chromium, hexavalent chromium, chromium compounds, occupational exposure, occupational diseases, tannery y electroplating, en inglés y español, y se completó con la revisión de las referencias de los artículos seleccionados.

Se incluyeron estudios observacionales en trabajadores expuestos al cromo en la industria que analizaran efectos sobre la salud o biomarcadores de exposición o de efecto, publicados en revistas con revisión por pares. Se excluyeron los estudios en animales, in vitro o de exposición ambiental no laboral, las tesis, los documentos institucionales y la literatura gris. Las revisiones sistemáticas y los metaanálisis se utilizaron como marco para valorar los efectos carcinógenos. La calidad de los estudios observacionales se valoró con los criterios de la declaración STROBE (5). De cada estudio se extrajeron el país, la industria, el diseño, la población, la especie de cromo, el efecto en la salud y los resultados principales. Por la diversidad de diseños, exposiciones y resultados, no se realizó un metaanálisis y se presenta una síntesis narrativa organizada por tipo de efecto: carcinógeno, genético, respiratorio y cutáneo.

RESULTADOS

Se incluyeron seis estudios primarios publicados entre 2002 y 2026, realizados en Finlandia, Francia, varios países europeos, Bangladés y el Reino Unido, y tres revisiones sistemáticas con metaanálisis sobre el cáncer (Tabla 1). Los estudios abarcaron la producción de acero inoxidable, el cromado electrolítico, la pintura con cromatos, las curtiembres y los trabajos con cemento.

Tabla 1. *Estudios primarios incluidos en la revisión*

Estudio	País e industria	Diseño y población	Hallazgos principales
Huvinen et al., 2002 (6)	Finlandia; acero inoxidable	Seguimiento de 203 expuestos y 81 referentes	Sin efectos respiratorios con cromo hexavalente; más síntomas con cromo trivalente
Remy et al., 2021 (7)	Francia; cromado	Biomonitorización de 93 trabajadores	Cromo urinario dependiente solo del cromo hexavalente en aire
Tavares et al., 2022 (8)	Europa; cromado y pintura	Biomarcadores frente a controles	Más micronúcleos, daño en el ADN y estrés oxidativo
Rahman et al., 2026 (9)	Bangladés; curtiembres	Transversal, 400 trabajadores	29,8 % con problemas de salud por el trabajo; uso irregular de protección
Iskandar et al., 2024 (10)	Reino Unido; varias	Vigilancia 1996-2019	Dermatitis por cromo con descenso del 7,7 % anual
Stocks et al., 2012 (11)	Reino Unido; cemento	Vigilancia antes y después de la norma	Menos dermatitis alérgica por cromato

Fuente: elaboración propia (2026).

Efectos carcinógenos

Una revisión sistemática basada en las cohortes de trabajadores de producción de cromatos estimó que la exposición a 0,1 µg/m³ de cromo hexavalente corresponde a un exceso de riesgo de cáncer respiratorio aceptable, menor de 4 por 10 000, mientras que por encima de 1 µg/m³ el exceso de riesgo es intolerable, mayor de 4 por 1000 (12). El metaanálisis de cohortes encontró además un aumento de la mortalidad por cáncer de laringe, vejiga y riñón, y un riesgo mayor en los productores de cromatos y en los cromadores, que aumentaba con la concentración y la duración de la exposición (2). Para el cáncer nasosinusal, el riesgo combinado de los compuestos de níquel y cromo fue muy elevado, con un riesgo relativo de 18,0, aunque no pudo atribuirse al cromo por separado (13).

Efectos genéticos, respiratorios y cutáneos

En el estudio europeo de biomonitorización, los trabajadores expuestos a cromo hexavalente presentaron más micronúcleos en linfocitos y reticulocitos, más daño en el ADN según el ensayo cometa y más marcadores urinarios de estrés oxidativo que los controles externos, con los valores más altos en los pintores con cromatos y en los cromadores (8). En el cromado electrolítico, el cromo urinario dependió solo de la concentración ambiental de

cromo hexavalente, lo que permitió proponer un valor límite biológico de 1,9 a 2,6 µg/g de creatinina al final de la semana laboral, coherente con el valor límite ambiental francés de 1 µg/m³ (7). Este hallazgo es relevante porque en los baños de cromado puede existir coexposición a compuestos de cromo trivalente, y un indicador biológico específico permite vigilar a cada trabajador sin depender solo de las mediciones ambientales. En la producción de acero inoxidable, tras unos 23 años de exposición, no se observaron efectos respiratorios en el grupo expuesto a cromo hexavalente, mientras que los expuestos a cromo trivalente refirieron más expectoración y disnea, sin deterioro de la función pulmonar (6).

En la piel, la dermatitis de contacto atribuida al cromo descendió un 7,7 % anual en el Reino Unido entre 1996 y 2019, con predominio en los hombres, en quienes la tasa fue de 0,99 casos por 100 000 trabajadores al año frente a 0,24 en las mujeres (10), y la incidencia de dermatitis alérgica por cromato en los trabajadores del cemento se redujo de forma marcada tras la limitación del cromato en el cemento en la Unión Europea (11). En las curtiembres de Bangladés, el 29,8 % de 400 trabajadores refirió problemas de salud relacionados con el trabajo, y el uso irregular de los equipos de protección y el lavado infrecuente de la piel se asociaron con una menor percepción del riesgo (9).

DISCUSIÓN

La evidencia revisada confirma que el cromo hexavalente es un carcinógeno pulmonar con un gradiente de riesgo según la concentración y la duración de la exposición (2,12), y que produce daño genético y estrés oxidativo detectables en los trabajadores expuestos (8). Los efectos dependen de la especie química: el cromo hexavalente concentra el riesgo carcinógeno, mientras que el cromo trivalente y la cromita se asocian con síntomas respiratorios sin progresión funcional en el seguimiento (6).

La dermatitis de contacto es el efecto más frecuente en la práctica. Las dermatosis ocupacionales representan alrededor del 60 % de las enfermedades profesionales en los países industrializados, y la mayoría son dermatitis de contacto (14). El descenso de la dermatitis por cromato tras la regulación del cemento (10,11) demuestra que las medidas en la fuente son eficaces, mientras que las medidas individuales, como las cremas hidratantes y de barrera, tienen una evidencia de baja calidad (15).

Para Ecuador, estos resultados indican tres prioridades. La primera es identificar a los trabajadores expuestos en curtiembres, cromado y construcción y medir la exposición ambiental. La segunda es implantar la biomonitorización del cromo urinario, cuya especificidad para el cromo hexavalente está demostrada (7), junto con la vigilancia respiratoria y dermatológica. La tercera es aplicar la jerarquía de control, con sustitución, ventilación localizada y equipos de protección, y formar a los trabajadores, ya que el uso irregular de la protección es frecuente (9).

Los hallazgos de las curtiembres merecen atención especial en América Latina, donde el curtido al cromo puede realizarse en pequeñas empresas con recursos preventivos limitados. En Bangladés, la mayor experiencia laboral, el conocimiento de los productos químicos peligrosos y el conocimiento correcto del uso de los equipos de protección se asociaron con una mayor preocupación por el riesgo, mientras que quienes casi nunca usaban protección o casi nunca lavaban la piel expuesta mostraron una preocupación mucho menor (9). Estos resultados indican que la formación sobre los riesgos y la disponibilidad de medios de higiene son elementos básicos de cualquier programa preventivo. Además, la información obtenida en la vigilancia debe servir para el reconocimiento de las enfermedades profesionales, ya que los cánceres y las dermatitis de origen laboral suelen atribuirse a causas comunes cuando no se investiga la exposición.

Entre las limitaciones, el número de estudios primarios fue reducido, los diseños y los resultados fueron heterogéneos, la mayoría procede de países de ingresos altos y no se encontraron estudios ecuatorianos en revistas indexadas que evaluaran efectos en la salud con mediciones de exposición. Tampoco fue posible realizar un metaanálisis. Por otra parte, varios estudios midieron biomarcadores de efecto temprano, cuya relación con la enfermedad clínica individual no está establecida, por lo que deben interpretarse como indicadores de exposición biológicamente activa y no como diagnóstico.

CONCLUSIÓN

La exposición laboral al cromo hexavalente aumenta el riesgo de cáncer de pulmón y produce daño genético, y la exposición a distintos compuestos de cromo causa dermatitis de contacto y síntomas respiratorios. La regulación en la fuente ha reducido la dermatitis por cromato. Se requiere vigilancia de la exposición y de la salud de los trabajadores ecuatorianos expuestos, con biomonitorización y medidas de control.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A UNIANDES.

REFERENCIAS

1. Takala J, Hämäläinen P, Saarela KL, Loke YY, Manickam K, Tan WJ, et al. Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012. J Occup Environ Hyg. 2014;11(5):326-37.

2. Deng Y, Wang M, Tian T, Lin S, Xu P, Zhou L, et al. The effect of hexavalent chromium on the incidence and mortality of human cancers: a meta-analysis based on published epidemiological cohort studies. Front Oncol. 2019;9:24. doi:10.3389/fonc.2019.00024
3. Silva-Peñaherrera M, Merino-Salazar P, Benavides FG, López-Ruiz M, Gómez-García AR. La salud ocupacional en Ecuador: una comparación con las encuestas sobre condiciones de trabajo en América Latina. Rev Bras Saúde Ocup. 2020;45:e20.
4. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71
5. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. Lancet. 2007;370(9596):1453-7. doi:10.1016/S0140-6736(07)61602-X
6. Huvinen M, Uitti J, Oksa P, Palmroos P, Laippala P. Respiratory health effects of long-term exposure to different chromium species in stainless steel production. Occup Med (Lond). 2002;52(4):203-12. doi:10.1093/occmed/52.4.203
7. Remy AM, Robert A, Jacoby N, Wild P. Is urinary chromium specific to hexavalent chromium exposure in the presence of co-exposure to other chromium compounds? A biomonitoring study in the electroplating industry. Ann Work Expo Health. 2021;65(3):332-45. doi:10.1093/annweh/wxaa107
8. Tavares A, Aimonen K, Ndaw S, Fučić A, Catalán J, Duca RC, et al. HBM4EU chromates study: genotoxicity and oxidative stress biomarkers in workers exposed to hexavalent chromium. Toxics. 2022;10(8):483. doi:10.3390/toxics10080483
9. Rahman MM, Heme MA, Rity MA, Jhumur TS, Jannatun R, Alam E, et al. Exploring factors associated with occupational health risk among tannery workers in Bangladesh. Sci Rep. 2026;16:2336. doi:10.1038/s41598-025-32148-x
10. Iskandar IYK, Gawkrodger DJ, Gittins M, Byrne L, Carder M, van Tongeren M, et al. Trends in occupational and work-related contact dermatitis attributed to nickel, chromium and cobalt in the UK: findings from The Health and Occupation Research network 1996-2019. Br J Dermatol. 2024;190(5):751-7. doi:10.1093/bjd/ljad488
11. Stocks SJ, McNamee R, Turner S, Carder M, Agius RM. Has European Union legislation to reduce exposure to chromate in cement been effective in reducing the incidence of allergic contact dermatitis attributed to chromate in the UK? Occup Environ Med. 2012;69(2):150-2. doi:10.1136/oemed-2011-100220
12. Seidler A, Jähnichen S, Hegewald J, Fishta A, Krug O, Rüter L, et al. Systematic review and quantification of respiratory cancer risk for occupational exposure to hexavalent chromium. Int Arch Occup Environ Health. 2013;86(8):943-55. doi:10.1007/s00420-012-0822-0

13. Binazzi A, Ferrante P, Marinaccio A. Occupational exposure and sinonasal cancer: a systematic review and meta-analysis. BMC Cancer. 2015;15:49. doi:10.1186/s12885-015-1042-2
14. Alchorne AOA, Alchorne MMA, Silva MM. Dermatoses ocupacionais. An Bras Dermatol. 2010;85(2):137-47.
15. Bauer A, Rönsch H, Elsner P, Dittmar D, Bennett C, Schuttelaar MLA, et al. Interventions for preventing occupational irritant hand dermatitis. Cochrane Database Syst Rev. 2018;4(4):CD004414. doi:10.1002/14651858.CD004414.pub3

Derechos de autor: 2026 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/