



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PERSONAS EXPUESTAS EN EL
SECTOR MINERO

QUEZADA MARIN ANGELO ESNEYDER
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PERSONAS EXPUESTAS
EN EL SECTOR MINERO

QUEZADA MARIN ANGELO ESNEYDER
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

EXAMEN COMPLEXIVO

DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PERSONAS EXPUESTAS EN EL SECTOR
MINERO

QUEZADA MARIN ANGELO ESNAyder
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

LEON CUEVA RICARDO VALENTIN

MACHALA, 28 DE FEBRERO DE 2023

MACHALA
28 de febrero de 2023

Determinación de mercurio en personas expuestas en el sector minero

por Angelo Esnayder Quezada Marin

Fecha de entrega: 24-feb-2023 11:34p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2022572698

Nombre del archivo: QUEZADA_MARIN_ANGELO_ESNAYDER_0705974145_-2-2.pdf (140.4K)

Total de palabras: 2590

Total de caracteres: 13463

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, QUEZADA MARIN ANGELO ESNAYDER, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Determinación de mercurio en personas expuestas en el sector minero, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 28 de febrero de 2023



QUEZADA MARIN ANGELO ESNAYDER
0705974145

RESUMEN

El mercurio es un elemento químico que resulta ser muy tóxico que al ser liberado a la atmósfera se convierte en metilmercurio y afecta la salud de las personas que están expuestas a este, al convertirse en un contaminante ambiental puede llegar al consumo humano por diversos productos que se encuentren contaminados. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo identificar métodos que se utilizan para determinar la concentración de mercurio para determinar intoxicaciones en personas expuestas del sector minero. Con base a la investigación realizada se identificó que los métodos más utilizados para determinar concentración de mercurio son espectroscopia de absorción atómica con vapor frío y espectrometría de fluorescencia atómica los cuales realizan con muestras de sangre y orina para conocer si el paciente presenta intoxicación por mercurio, también, se identificaron cuales son las manifestaciones clínicas de una intoxicación por mercurio las cuales empiezan con dificultad para respirar, salivación excesiva, bronquitis, fatiga irritabilidad, dolor de pecho, cambios de personalidad.

Palabras clave: mercurio, intoxicación, contaminación, oro, amalgama.

ABSTRACT

Mercury is a chemical element that turns out to be very toxic that when released into the atmosphere becomes methylmercury and affects the health of people who are exposed to it, becoming an environmental pollutant can reach human consumption by various products that are contaminated. The present research work aims to identify methods that are used to determine the concentration of mercury to determine poisonings in exposed people in the mining sector. Based on the research carried out, it was identified that the most used methods to determine mercury concentration are atomic absorption spectroscopy with cold vapor and atomic fluorescence spectrometry, which are carried out with blood and urine samples to determine if the patient has mercury poisoning. Also, the clinical manifestations of mercury poisoning were identified, which begin with difficulty breathing, excessive salivation, bronchitis, fatigue, irritability, chest pain, and personality changes.

Keyword: mercury, poisoning, pollution, gold, amalgam.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos	5
3. DESARROLLO	6
3.1. Mercurio	6
3.2. Contaminación producida por mercurio	6
3.3. Vías de ingreso y mecanismo de acción del mercurio	6
3.4. Efectos tóxicos del mercurio	7
3.5. Manifestaciones clínicas en intoxicación por mercurio	7
3.6. Métodos de determinación del mercurio	8
4. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1. Metodología	9
4.2. Métodos analíticos para la determinación de mercurio	9
5. RESULTADOS	10
5.1. Caso práctico	12
5.2. Preguntas a resolver	12
6. CONCLUSIÓN	13
7. BIBLIOGRAFÍA	14

1. INTRODUCCIÓN

El mercurio es un elemento químico del grupo de metales de transición, que se caracteriza por su volatilidad y esto hace que sea muy contaminante al ser expuesto a la atmósfera se transforma en metilmercurio lo que lo hace tóxico para los seres vivos afectando así a humanos y animales que lo inhalan y contaminando los ríos, peces y algas.¹ El mercurio se considera está entre los diez químicos más contaminantes para la salud pública según la OMS.² Dentro de un estudio realizado en la provincia de El Oro-Ecuador, se registró que la actividad minera de las zonas como Zaruma y Portovelo son la fuente de contaminación de los ríos que pasan cerca lo cual se refleja en exámenes realizados a los pobladores en donde se encuentra mercurio en pequeñas cantidades.³

En el estudio de Jiménez, Guevara y Ramírez en 2019, donde se investigó el impacto del mercurio y cianuro en el estado de bienestar de los mineros de Quincha de Colombia, donde los análisis del laboratorio realizados con muestras de sangre arrojaron como resultado que el 33% de una muestra de 24 trabajadores que se exponen a estos elementos presentan mercurio en la sangre en una concentración de 4 4,9 µg/L, los demás trabajadores se considera que se encuentra dentro del rango aceptable pero existe la correlación del nivel de mercurio encontrado y su toxicidad que puede ser variable. Esta investigación deja como resultado que los niveles de mercurio encontrados en los mineros de este lugar demuestran que la exposición para los trabajadores es crónica donde se debe considerar los años de exposición que los trabajadores tienen.¹⁴

En el año 2022 en la zona de Puno-Perú también se realizó un estudio de efectos en el medio ambiente por presencia de metales pesados en la minería, donde se obtuvo como resultado que el mercurio tiene más presencia en las muestras de agua analizadas alcanzando los niveles de riesgo alarmantes.¹²

El mercurio se considera el agente responsable de intoxicaciones que presentan las personas que se exponen a este metal por trabajo o por vivir en las zonas cercanas donde se da la contaminación, llegando hasta el organismo de las personas y afectando su salud.⁵

Las personas que trabajan en las minas son las más afectadas debido a su exposición diaria pero poco se hace para tratar de solucionar este problema de salud donde los trabajadores se siguen exponiendo al mercurio y a futuro desarrollan enfermedades como cáncer y problemas neurológicos en consecuencia de todos los años que se exponen a esta sustancia sin tomar ninguna precaución.⁶

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Identificar los métodos utilizados para determinación de mercurio mediante revisión bibliográfica en artículos científicos para determinar intoxicaciones en personas expuestas del sector minero.

2.2. Objetivos específicos

- Describir los métodos analíticos que se emplean para determinar la concentración de mercurio
- Identificar las manifestaciones clínicas de una intoxicación producida por mercurio

3. DESARROLLO

3.1. Mercurio

El mercurio es un químico que forma parte del grupo de metales pesados de transición su símbolo en la tabla periódica es Hg, tiene 200.61 de peso atómico, 38.9°C de fusión, 356.9°C de ebullición y se encuentra en estado líquido en la naturaleza. Este elemento es considerado tóxico por ser bioacumulable lo que lo hace altamente contaminante en el ambiente y por consiguiente para los seres vivos.^{1,2}

3.2. Contaminación producida por mercurio

Existe mucha contaminación ambiental por causa del mercurio está considerado un problema de salud pública mundial, por esta razón muchas instituciones recomiendan controles que se realizan a las personas con exposición frecuente a este metal para evitar de manera prematura que se generan intoxicaciones agudas o graves.⁶

La contaminación producida por este metal se genera por la liberación que tiene hacia el medio ambiente llegando así a contaminar productos que son de consumo humano, luego de la liberación del mercurio se contaminan diversas fuentes de agua y alimentos, lo que hace que sea un problema para las personas que viven cerca del sector y también para las personas que consumen productos como frutas que se producen también en el lugar. Cuando el mercurio contamina fuentes de agua también abarca todos los productos que se obtienen de aquí, así como el caso de pescados que al ser comercializados y que luego llegan al consumo humano y son causantes de intoxicaciones.^{1,7}

3.3. Vías de ingreso y mecanismo de acción del mercurio

Este metal puede ingresar al organismo humano por distintas vías, la principal vía de ingreso es mediante la inhalación cuando los vapores de mercurio ingresan al sistema respiratorio siendo la de mayor riesgo ocupacional, otra vía de ingreso es por medio del contacto directo que tenga con la piel de la persona al poseer potencial para ser adsorbido e ingresar al sistema por medio del tejido, puede ingresar por los ojos al tener contacto con este metal, también, ingresa mediante ingesta de alimentos los cuales se encuentren contaminados y llega al tracto digestivo.^{8,9}

El mercurio causa toxicidad en las células utilizando mecanismos como causar alteraciones en la membrana celular, estrés oxidativo y disfunción mitocondrial, lo cual genera diversas fallas en el correcto funcionamiento del organismo. El estrés oxidativo es el mecanismo principal que utiliza el mercurio para causar intoxicación el cual produce cambios epigenéticos, dentro de estos se produce una alteración donde se asocia la hipometilación al desarrollo de cáncer por motivos de inestabilidad cromosómica y alteraciones en transcripciones de genes adyacentes silenciosos.^{1,10}

3.4. Efectos tóxicos del mercurio

El mercurio es considerado como un dañino para la salud de las personas y representa un problema que produce enfermedades, entre los efectos tóxicos que puede causar este metal tenemos el riesgo de producir infertilidad, reducción de respuestas inmunológicas, alteraciones del sistema neurológico, hormonal, dermatológico, cardiológico, renal y hasta afecta a nivel psiquiátrico.⁶

El mercurio elemental tiene efectos tóxicos por inhalación el cual puede afectar al sistema nervioso central y periférico, pulmones y riñones. Las sales inorgánicas de mercurio tienen efecto corrosivo en la piel, tracto intestinal y ojos.⁶

Los efectos tóxicos del mercurio dependen de la forma química en la que se encuentren al momento de llegar al organismo, siendo la forma más tóxica el metilmercurio al presentar mucha efectividad al ingresar al tracto gastrointestinal para luego pasar al cerebro de la persona lo que puede causar traspaso de la barrera placentaria si se tratara de una mujer en estado de gestación, esto causa daños irreversibles en el sistema nervioso central.^{11,12}

3.5. Manifestaciones clínicas en intoxicación por mercurio

Cuando una persona se expone y tiene contacto con este metal las principales manifestaciones clínicas que se presentan son: dificultad para respirar, salivación excesiva, bronquitis, fatiga irritabilidad, dolor de pecho, cambios de personalidad debido a los daños cerebrales que también causa.^{4,13}

Las personas que inhalan o ingieren sustancias contaminadas con mercurio generalmente presentan las manifestaciones como insomnio, problemas neuromusculares, disfunciones motoras, secreciones de fluidos en pulmones conocido como edema pulmonar.⁶

El mercurio puede causar daño cerebral en una persona expuesta constantemente la cual puede presentar síntomas como temblores, insomnio, cefalea, problemas para la visión o audición y problemas de memoria.¹⁴

3.6. Métodos de determinación del mercurio

La identificación de mercurio en una muestra de orina se hace utilizando el equipo generador de hidruros que se adapta a un espectrofotómetro. Cuando se requiere la determinación en muestras de sangre se aplica la espectroscopia de fluorescencia atómica.¹⁵

El método más usado para la determinación de mercurio es la espectroscopia de absorción atómica con vapor frío, con este método se obtiene una determinación directa con una condición la cual es que el mercurio que se encuentra en las muestras en una forma iónica se reduzca a estado metálico.¹¹

La espectrometría de absorción atómica con horno de grafito también permite determinar mercurio por medio de muestreo sólido con atomizador electrotérmico y con la ayuda de aplicaciones con programas de secado y pirólisis.¹¹

La determinación de mercurio también se la realiza por medio de espectrometría de fluorescencia atómica, este método gracias a su sensibilidad inherente ofrece niveles de detección con un rango dinámico lineal muy amplio.¹¹

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Metodología

En este trabajo de investigación se realizó un estudio de acuerdo a la información del tema con respecto al caso planteado para ello se recolectó y se hizo una revisión de material bibliográfico de artículos científicos, para lograr obtener la información deseada para esta resolución de caso el cual implica la investigación de los métodos para la identificación de mercurio en personas con exposición que puedan presentar una intoxicación. Dentro de esta investigación se revisó información sobre cómo el mercurio puede ser el causante de la contaminación ambiental que implica sustancias como el agua y alimentos que luego llegan al consumo humano y causan enfermedades.

4.2. Métodos analíticos para la determinación de mercurio

Espectroscopia de absorción atómica con vapor frío con muestras de orina:

El mercurio iónico Hg^{2+} es reducido a estado metálico Hg^0 , luego de esto el vapor producido se desliza por un gas inerte hasta llegar a una celda de cuarzo en donde se dará el proceso de absorción atómica. Todos los tipos de muestra se tienen que transformar en a Hg^{2+} porque este es el único que puede producir el vapor de mercurio atómico.^{11,16}

En el estudio de diagnóstico de mercurio realizado en caracas este método se realizó con un equipo donde se generan hidruros MHS-10 que se adaptó a un espectrofotómetro donde se utilizó alícuotas con 5 ml de muestra que en este caso es orina acidificada que se colocaron en los envases donde se da la reacción, continuamos adicionando 5 ml de una mezcla ácida de 1,5% HNO_3 – 1,5% H_2SO_4 y cinco a siete gotas de $KMnO_4$, luego se colocan en el generador de hidruros para poder permitir el correcto paso del agente reductor $NaBH_4$ en $NaOH$, y se determinó en contenido de mercurio en las muestras por espectroscopia de absorcion atomica con el vapor frío por medio de interpolación de la curva de calibración entre 0,02 mg y 0,1 mg de Hg .^{3,15}

Espectrometría de fluorescencia atómica con muestras de sangre:

Esta es una herramienta analítica muy ventajosa al necesitar una instrumentación más simple que la que se utiliza en los demás métodos.

El procedimiento de este método se da preparando las muestras agregándole 1 ml de sangre en los tubos donde se adiciona 3 ml de ácido nítrico concentrado y 1 ml de agua oxigenada, el método de digestión fue el de microondas multimodo, el mercurio que se encuantra en las

alícuotas se determinó por Espectroscopia de fluorescencia atómica por interpolación en curva de calibración entre 0,25 y 1,0 ppb de Hg.¹⁵

5. RESULTADOS

Se analizó 10 casos clínicos como referencia a las intoxicaciones por mercurio en personas donde se identificó los métodos de determinación utilizados y la sintomatología más frecuente que se presenta en estos casos.

Tabla 1. Determinación de mercurio en casos clínicos		
Métodos utilizados	Muestra	Frecuencia de utilidad (%)
Espectrofotometría de absorción atómica	orina	60
Espectrometría de fluorescencia atómica	sangre	10
no especifican el método		30
Total de casos: 10		

Fuente:^{14,15,20-27}

Tabla 2. Sintomatologías en casos clínicos de intoxicación por mercurio	
Sintomatología	% con el que se presenta
Visión borrosa	4

Pérdida de la memoria	4
Temblores	5
Fatiga general	5
neuroológico	6
hepática	2
renal	3
dermatológico	4
digestivos	4

Fuente:^{14,15,20-27}

Tabla 3. Valores iniciales de mercurio en casos clínicos		
Caso clínico	Valor de mercurio en orina ug/L	Valor de referencia ug/L
caso 1 ²⁷	287	50
caso 2 ²⁴	465	50
caso 3 ²⁸	471	50 y 100

Fuente: ^{27,24,28}

5.1. Caso práctico

El mercurio se usa para poder separar y extraer el oro de las rocas o piedras en las que se encuentre, este se adhiere al oro formando una amalgama que facilita la separación del oro con la roca, arena u otro material. Después de esto se calienta la amalgama para que el mercurio se evapore y solo quede el oro. En la actualidad la minería ilegal provoca mucha contaminación ambiental y al utilizar inadecuadamente este metal puede provocar fuertes intoxicaciones o en algunos casos la muerte.

5.2. Preguntas a resolver

¿Qué métodos analíticos puede emplear para determinar la concentración de mercurio?

Un método muy útil para la determinación de mercurio es donde se utiliza la espectrometría de absorción atómica este método ha sido utilizado dentro de varios estudios como el de Guillermin y roldán en 2017 donde determinaron mercurio en muestras de orina y cabello de los pacientes.² Este método también se aplicó en la investigación de Ruiz en 2016 donde se recomienda esta técnica analítica de espectrometría de absorción atómica con arrastre por vapor frío, esta técnica logra que la forma iónica del mercurio se transforme en estado metálico que es la que puede producir el vapor.¹¹

Otro método utilizado es el de espectrometría de fluorescencia atómica ofrece una sensibilidad y niveles de detección muy baja y un rango dinámico amplio lo que la hace más ventajosa que las técnicas de absorción atómica, también sus equipos y materiales son más simple que las utilizadas en otros métodos.¹¹

Como se observa en la tabla 1 se comparó diez artículos de casos donde determinan el mercurio en personas donde resultó ser el más utilizado el método de espectrometría de absorción atómica con arrastre de vapor.

¿Cómo puede determinar la intoxicación por mercurio en personas que laboran en las mineras?

La intoxicación en las personas que trabajan en el sector minero se pueden determinar de realizando los debidos controles con análisis donde se apliquen los métodos expuestos anteriormente para la identificación de mercurio en las muestras biológicas de los trabajadores,

también, se puede determinar una intoxicación si la persona presenta los síntomas como dificultad para respirar, salivación excesiva, bronquitis, fatiga irritabilidad, dolor de pecho, cambios de personalidad, entre otros.¹⁷ Los síntomas son las principales manifestaciones que se presentan en una intoxicación por mercurio, así se puede identificar antes de que se presenten los síntomas de gravedad que se dan cuando la intoxicación está causando daños cerebrales y problemas en la memoria del trabajador, la intoxicación siempre se debe comprobar realizando los análisis de laboratorio correspondientes.^{18,19}

En la tabla 2 los porcentajes muestran que en 6% de los casos se presentaron síntomas neurológicos siendo los más frecuentes, seguido de los temblores y la fatiga general que se presentaron en el 5%, la visión borrosa, pérdida de memoria y síntomas digestivos se presentaron en el 4% de los casos analizados.

6. CONCLUSIÓN

Se identificó que los métodos más utilizados para la determinación del mercurio es Espectroscopia de absorción atómica con vapor frío y Espectrometría de fluorescencia atómica, que se realiza con muestra biológicas a los trabajadores que tienen exposición al mercurio, luego de realizar los respectivos análisis se puede identificar la existencia de intoxicación en los trabajadores de la mina.

Dentro de lo expuesto se describió cómo se realizan los métodos para determinar la concentración de mercurio en una muestra y cuáles son los pasos desde la preparación y toma de muestra ya sea de orina o de sangre.

Según lo investigado en este trabajo se conocieron las principales manifestaciones clínicas que se producen en una intoxicación por mercurio y cómo pueden dañar el organismo de las personas intoxicadas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Muñoz, N. C.; Arango-Ruiz, Á. Mercury as a Pollutant and Risk Factor for Human Health. *Rev Lasallista Investig* 2020, 17 (2), 280–296. <https://doi.org/10.22507/rli.v17n2a21>.
- (2) Guillermin Vazquez, C.; Roldan Anzures, M. E. Intoxicacion Por Amalgamas de Aleación de Metales-Mercurio Y de Comportamiento En Los Niños. *Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud* 2017.
- (3) Oviedo-Anchundia, R.; Moina-Quimí, E.; Naranjo-Morán, J.; Barcos-Arias, M. Contamination by Heavy Metals in the South of Ecuador Associated to the Mining Activity. *Bionatura* 2017, 2 (4), 437–441. <https://doi.org/10.21931/RB/2017.02.04.5>.
- (4) Peñafiel Moncayo, I.; Salazar Huaraca, S.; Espinoza Sandoval, J.; mendoza trujillo, benito. Chronological Evolution of Gold Exploitation Process In Ecuador and In The World and Its Effects On The Environment. *Número* 2018, 20.
- (5) Ayala-Camacho, G. K.; Manuel García-Samaniego, J. PERCEPCIÓN DE LA MINERÍA ARTESANAL: LA PAZ, AMAZONÍA DE ECUADOR. 2016, 18, 32–48.
- (6) Aguirre Zender, V. P.; Davila Revoredo, D. R. Contaminación Ambiental Por Mercurio y La Salud Fisiológica y Psicológica Del Poblador de Huepetuhe -Madre de Dios-2019. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 2021, 5 (6), 11435–11456. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1178.
- (7) Echenique Zamora, G.; Carrasco Hinojosa, O.; Porrez Gomez, K. P. Recuperación de Oro Aluvial, Sin El Uso de Mercurio. *Revista de Medio Ambiente y Minería* 2021.
- (8) Fernández Villalobos, N. Exposición a Mercurio de Las Personas Que Trabajan En La Minería Artesanal de Oro, Costa Rica, 2015-2016. *Poblac Salud Mesoam* 2019. <https://doi.org/10.15517/psm.v17i1.37789>.
- (9) Hernandez Sibello, R. Y.; Arruebarren Guillen, A.; Orama Aloma, R. M.; Torres Castellanos, L. Niveles de Referencia de Metales Pesados En Suelos Del Confinatorio de Desechos Peligrosos Juraguá, Cuba. *Revista Cubana De Quimica* 2021, 33.
- (10) Marrugo-Negrete, J.; Pinedo-Hernández, J.; Paternina–Uribe, R.; Quiroz-Aguas, L.; Pacheco-Florez, S. Spatial Distribution and Evaluation of Environmental Pollution by Mercury

in the Mojana Region, Colombia. *Rev MVZ Cordoba* 2018, 23, 7062–7075.
<https://doi.org/10.21897/RMVZ.1481>.

(11) Chaves, I. R. Metodologías Analíticas Utilizadas Actualmente Para La Determinación de Mercurio En Analytical Methodologies Currently Used for the Determination of Mercury in Fish Muscle. *Revista Pensamiento Actual* 2016, 16.

(12) Novoa Villa, H. H.; Arizaca Ávalos, A.; Huisa Mamani, F. Efectos En Los Ecosistemas Por Presencia de Metales Pesados En La Actividad Minera de Pequeña Escala En Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research* 2022, 24 (3), 182–189.
<https://doi.org/10.18271/ria.2022.361>.

(13) Castro Toledo, N. A.; Alvarez Alvarez, D. P.; Lima Illescas, M. V. CARACTERIZACIÓN DE PATOLOGÍAS PULPARES DE PACIENTES ATENDIDOS EN EL ÁREA DE ENDODONCIA DE UNA CLÍNICA DOCENTE DE CUENCA-ECUADOR. 2020.

(14) López-Jiménez, C. L.; Uribe-Guevara, J.; Cuesta-Ramírez, J. J. Perceived Impact on the Artisanal Miner's Health from Quinchía's Municipality (Colombia) by the Use of Cyanide and Mercury in the Amalgamation Process of Gold. *Revista de Salud Pública* 2019, 21 (3), 1–8.
<https://doi.org/10.15446/RSAP.V21N3.81048>.

(15) Fuentes Morales, I.; Gil Reyes, R.; Alvarado, J.; Domingues, J.; Mijares, R. Diagnóstico de La Contaminación Por Mercurio En El Personal de Una Unidad Odontológica de Caracas, Venezuela. 2007.

(16) Científico, A.; Lalangui-López, K. I.; Lema-Chóez, E. A.; García-Larreta, F. S.; Mariscal-Santi, W. E.; Mariscal-García V Guayaquil, R. S. Ciencias Químicas Determination of Mercury in Canned Tuna by Atomic Absorption Spectrophotometry Determinação de Mercúrio Em Atum Enlatado Por Espectrofotometria de Absorção. *Revista Científica Dominio de la Ciencia* 2017, 3, 148–164. <https://doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.4.jul>.

(17) Minaya Brousett, M. A.; Marroquín Chirinos, M.; Rojas Biamont, I. Impacto de La Minería En Aguas Superficiales de La Región Puno-Perú Impact of Mining on Surface Waters of the Region Puno-Perú. 2021, 187.

- (18) Díaz, S. M.; Téllez, E. M.; Palma, R. M.; Zapata, E.; Briceño, L.; Varona, M.; Guarín, N.; Trillos, C. Carga de La Enfermedad y Costos En Salud Por La Exposición a Mercurio: Revisión de Alcance. *Salud UIS* 2022, 54 (1). <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22021>.
- (19) Rocha-Román, L.; Olivero-Verbel, J.; Caballero-Gallardo, K. R. Impacto de La Minería Del Oro Asociado Con La Contaminación Por Mercurio En Suelo Superficial de San Martín de Loba, Sur de Bolívar (Colombia). *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental* 2018, 34 (1), 93–102. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.08>.
- (20) Pedro, N.; Castillo Martín, D.; Ibarra Fernández De La Vega, E. J.; Travieso, A. A.; León, D.; Mejía, S.; Pedro Del Castillo Martín, N. *UN PROBLEMA DE SALUD OCUPACIONAL AÚN NO RESUELTO, EN PARTICULAR EN EL TERCER MUNDO: EL MERCURIO COMO CONTAMINANTE DEL AMBIENTE LABORAL*; 2015.
- (21) Toledo, E.; Mejía, B.; Vélez, Q. Toxicidad Asociada a Vapores de Mercurio En Una Lactante: A Propósito de Un Caso; 2018; Vol. 35.
- (22) Magally De La E, T. S. Tatuaje Extenso Por Amalgama En La Mucosa Bucal. Reporte de Casos Clínicos Extensive Amalgam Tattoo on the Bucal Mucosa. Report of Clinics Cases; 2012; Vol. 13.
- (23) Lopez Bravo, M.; Santos Luna, J.; Quezada Abad, C.; Segura Osorio, M.; Perez Rodriguez, J. ACTIVIDAD MINERA Y SU IMPACTO EN LA SALUD HUMANA. *Revista Ciencia UNEMI* 2016, 9.
- (24) Contreras, C.; Vasquez, N.; Diaz, L. Intoxicacion Accidental Con Mercurio Elemental; 2013.
- (25) Asmat Inostrosa, M. del P.; Valdes Valdazo; de La Torre Robles. Intoxicación Ocupacional Por Mercurio y La Neurotoxicidad; 2017.
- (26) Díaz Padrón, H. MICROALBUMINURIA COMO BIO-MARCADOR DE DAÑO RENAL PRE-COZ POR LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A MERCURIO MICROALBUMINURIA AS A BI-OMARKER OF EARLY KIDNEY DAMAGE DUE TO OCCUPATIONAL EXPOSURE TO MERCURY; 2022; Vol. 23. <https://orcid.org/0000-0001-9243-0048>.

(27) Valderas, J. J.; Emilia Mejías, M. P.; Riquelme, J. R.; Aedo, K. S.; Aros, S. A.; Barrera, F. Q. CASO CLÍNICO CLINICAL CASE Intoxicación Familiar Por Mercurio Elemental. Caso Clínico Family Poisoned by Elemental Mercury: A Case Report; 2013.

(28) Voitzuk, A.; Greco, V.; Caputo, D.; Alvarez, E. *NEFROPATÍA MEMBRANOSA SECUNDARIA A EXPOSICIÓN LABORAL CON MERCURIO METÁLICO*; 2014; Vol. 74. www.medicinabuenosaires.com.