

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN Managua**



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

**Facultad de Ciencias Médicas
Especialidad en Toxicología Clínica**

Informe de Tesis

**Factores de riesgo y manifestaciones clínicas de intoxicación por mercurio
en mineros artesanales del oro del municipio de Rosita durante el año
2022.**

Autor:

Erick Trinidad Larios Córdoba
Médico y cirujano
Especialista en Pediatría

Tutora:

Martha Azucena González Moncada
Médico y cirujano
Máster en epidemiología, Ph. D en medicina

Rosita, Las Minas
Enero de 2023

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación en primer lugar a **Dios** quien me dio discernimiento e inteligencia para llevar a cabo esta investigación hasta sus etapas finales.

A mí querida esposa **Norma Álvarez e Hijos: Misael Larios Álvarez y Santiago Larios Álvarez**, con amor, agradeciendo siempre por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A mis maestras **Dra. Luz Lozano y Dra. Jaqueline Berroterán Mejía** por sus horas de dedicación en brindarnos sus conocimientos durante dos años para finalizar la especialidad de Toxicología Clínica.

A mi tutora **Dra. Martha Azucena González Moncada** por su paciencia y dedicación en la orientación de las correcciones para la realización de la investigación.

OPINION DE LA TUTORA

En el campo laboral, el impacto en salud y social de la intoxicación causada por el mercurio, requiere especial consideración, ya que afecta a un grupo económicamente activo, cuyo efecto comprometerá el desempeño del minero y su integración social.

Nicaragua es signataria del Convenio de Minamata, por lo que cualquier iniciativa que brinde información que incremente el conocimiento de diferentes dimensiones del problema, y que permita dirigir intervenciones para prevenir, controlar, proteger, mitigar o corregir, son recibidas por los ministerios relacionados, para cumplir con los compromisos establecidos en el convenio y alcanzar las metas propuestas.

Felicito al doctor Erick Trinidad Larios Córdoba, por su tenacidad y beligerancia mostrada en la planeación y ejecución de esta investigación.

El Dr. Larios proporciona a la comunidad del sistema de salud, del ambiente y sector laboral, importantes resultados, obtenidos con la rigurosidad requerida por la metodología de investigación y la epidemiología analítica aplicada a la toxicología clínica.

Deseo al Dr. Larios, siga investigando el problema de la intoxicación por mercurio, brindando respuestas a otras dimensiones del problema, no exploradas. Como pediatra y ahora toxicólogo clínico le espera un amplio campo de oportunidades como desafío para los próximos años.

Martha Azucena González Moncada

Tutora

RESUMEN

Factores de riesgo y manifestaciones clínicas de intoxicación por mercurio en mineros artesanales del oro del municipio de Rosita durante el año 2022.

Larios, E., González, M.

Objetivo: Establecer la asociación de factores de riesgo y presencia de manifestaciones clínicas de intoxicación por mercurio en mineros artesanales del oro, del municipio de Rosita durante el año 2022.

Metodología: Se realizó un estudio analítico de corte transversal, la población de estudio 87 mineros artesanales con exposición al mercurio metálico. Se identificaron síntomas y signos asociados a intoxicación por mercurio y se estableció asociación estadística entre variables de exposición y manifestaciones clínicas, además se valoró el conocimiento de los mineros acerca del mercurio y el uso de equipos de protección personal. Para el análisis de datos se hizo uso de la estadística descriptiva y analítica usando tablas de frecuencia simples y relativas en porcentajes. La probabilidad fue evaluada mediante test de Chi cuadrado y t de Student con un nivel de significancia menor de 0.05%. La asociación causa-efecto fue evaluado mediante OR o razón de productos cruzados.

Resultados: La mayoría de los mineros artesanales son hombres, con predominio del grupo de edad entre 20-34 años. Los síntomas y signos asociados a intoxicación laboral por mercurio que presentan mayor relevancia estadística son los síntomas dérmicos como acrodinia, erupción eritematosa con exfoliación, digestivo pérdida de la dentición, sabor metálico y los síntomas neurológicos pérdida de la memoria, tristeza, labilidad emocional. Los factores de riesgo asociados a intoxicación por mercurio en los mineros fueron, laborar por más de 4 años con exposición al mercurio y no usar equipo de protección personal.

Palabras claves: minería artesanal oro, factores, clínica

RESUME

Risk factors and clinical manifestations of mercury poisoning in artisanal gold miners in the municipality of Rosita during the year 2022.

Larios, E., González, M.

Objective: Establish the association of risk factors and presence of clinical manifestations of mercury poisoning in artisanal gold miners, from the municipality of Rosita during the year 2022.

Methodology: An analytical cross-sectional study was carried out, the study population 87 artisanal miners with exposure to metallic mercury. Symptoms and signs associated with mercury poisoning were identified and a statistical association was established between exposure variables and clinical manifestations, in addition the knowledge of the miners about mercury and the use of personal protective equipment were assessed. For data analysis, descriptive and analytical statistics were used using simple and relative frequency tables in percentages. The probability was evaluated using the Chi-square test and Student's t test with a significance level of less than 0.05%. The cause-effect association was evaluated using OR or ratio of crossed products.

Results: Most artisanal miners are men, with a predominance of the age group between 20-34 years. The symptoms and signs associated with occupational mercury poisoning that present the greatest statistical significance are skin symptoms such as acrodynia, erythematous rash with exfoliation, digestive loss of teeth, metallic taste and neurological symptoms memory loss, sadness, emotional lability. The risk factors associated with mercury poisoning in miners were working for more than 4 years with exposure to mercury and not using personal protective equipment.

Keywords: artisanal gold mining, factors, clinic

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Hg:	Mercurio
mcg/L:	Microgramo por litro
MINSA:	Ministerio de Salud
OMS:	Organización Mundial de la Salud
ppm:	Partes por millón
ton.:	Toneladas
$\mu\text{g}/\text{m}^3$:	Microgramo por metro cúbico
MAPE:	Minería aurífera artesanal y de pequeña escala

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
III. ANTECEDENTES.....	4
IV. JUSTIFICACIÓN	8
V. OBJETIVOS	9
5.2. Objetivo General.....	9
5.3. Objetivos Específicos.....	9
VI. MARCO TEÓRICO.....	10
6.1. Formas de Mercurio.....	10
6.2. Exposición al mercurio.....	11
6.3. Efectos sanitarios de la exposición al mercurio.....	14
6.4. Toxicidad por mercurio	15
6.5. Factores de riesgos asociados	20
6.6. Cuadro clínico.....	21
6.7. Diagnóstico	24
6.8. Exámenes Toxicológicos.....	25
VII. HIPÓTESIS	27
VIII. MATERIAL Y MÉTODOS	28
8.1. Área de estudio.....	28
8.2. Tipo de estudio.....	28
8.3. Enfoque del estudio.....	29
8.4. Unidad de análisis	29
8.5. Estrategia de muestreo.....	29

8.6.	Variables de estudio	30
8.7.	Fuentes de información	31
8.8.	Estrategias de recolección de datos.....	31
8.9.	Procesamiento y Plan de análisis.....	32
8.10.	Consideraciones éticas.....	32
IX.	DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS	33
9.1	Características biológicas y sociales.	33
9.2	Grado de conocimientos sobre el mercurio en los mineros artesanales	34
9.3	Manifestaciones Clínicas relacionadas con la exposición a Mercurio	35
9.4	Asociación entre variables de exposición al mercurio y las manifestaciones clínicas de los mineros artesanales.	36
X.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
XI.	CONCLUSIONES	42
XII.	RECOMENDACIONES	43
XIII.	BIBLIOGRAFÍA	44
	ANEXO.....	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. *Distribución por sexo de los mineros artesanales Municipio de Rosita*

Tabla 2. *Distribución por grupo etario de los mineros artesanales*

Tabla 3. *Estado nutricional de los Mineros Artesanales*

Tabla 4. *Distribución de la población por procedencia*

Tabla 5. *Nivel de estudio de la población de Mineros Artesanales*

Tabla 6. *Enfermedades crónicas de los mineros*

Tabla 7. *Tiempo de exposición al mercurio por los mineros artesanales*

Tabla 8. *Horas de exposición laboral*

Tabla 9. *Formas de exposición al mercurio*

Tabla 10. *Uso de equipo de protección*

Tabla 11. *Ambiente laboral seguro*

Tabla 12. *Conocimientos sobre el mercurio por los mineros artesanales*

Tabla 13. *Exponerse al mercurio produce daño a la salud*

Tabla 14. *Ha recibido capacitación sobre manejo del mercurio*

Tabla 15. *Asociación entre los síntomas dermatológicos con los años de exposición al mercurio*

Tabla 16. *Asociación entre síntomas digestivos y exposición ocupacional al mercurio por más de 4 años*

Tabla 17. *Asociación entre exposición ocupacional al mercurio más de 4 años y síntomas respiratorios*

Tabla 18. *Asociación entre exposición ocupacional al mercurio por 4 años y síntomas oculares y auditivos.*

Tabla 19. *Asociación entre exposición ocupacional al mercurio por 4 años y síntomas de eretismo mercurial*

Tabla 20. *Asociación entre exposición ocupacional al mercurio por 4 años y síntomas neurológicos*

Tabla 21. *Asociación entre uso de equipo de protección personal y síntomas de intoxicación por mercurio*

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. *Distribución por sexo de los mineros artesanales Municipio de Rosita*

Gráfico 2. *Distribución por grupo etario de los mineros artesanales*

Gráfico 3. *Estado nutricional de los mineros artesanales.*

Gráfico 4. *Distribución de la población por procedencia.*

Gráfico 5. *Nivel de estudio de la población de mineros artesanales*

Gráfico 6. *Enfermedades Crónicas asociadas*

Gráfico 7. *Años de exposición laboral con mercurio*

Gráfico 8. *Horas de exposición laboral diario*

Gráfico 9. *Formas de exposición al mercurio.*

Gráfico 10. *Uso de equipo de protección personal*

Gráfico 11. *Tipo de equipo de protección personal*

Gráfico 12. *Seguridad del ambiente laboral*

Gráfico 13. *Exponerse al mercurio produce daño a la salud*

Gráfico 14. *Ha recibido capacitación sobre manejo del mercurio*

Gráfico 15. *Manifestaciones clínicas dermatológicas de los mineros artesanales*

Gráfico 16. *Manifestaciones Gastrointestinales de los mineros expuestos a mercurio*

Gráfico 17. *Manifestaciones clínicas neurológicas de los mineros artesanales*

Gráfico 18. *Síntomas Psicológicos o Eretismo Mercurial*

Gráfico 19. *Manifestaciones clínicas respiratorias de los mineros artesanales*

Gráfico 20. *Manifestaciones clínicas oculares y auditivas*

I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el mercurio es uno de los diez productos químicos de mayor toxicidad para el ser humano, los seres vivos y el medio ambiente. Este metal líquido se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, con formas químicas que difieren en toxicidad y efectos a la salud: elemental o metálico, inorgánico y mercurio orgánico (metilmercurio). La exposición afecta el sistema nervioso central y periférico, sistema pulmonar y renal. Los efectos neurotóxicos fueron conocidos por intoxicación masiva en Minamata, Japón por consumir pescado contaminado secundario a la contaminación de la bahía por mercurio.

Según Las Naciones Unidas, la extracción artesanal del oro usando mercurio metálico, es la principal causa de emisión de mercurio a nivel mundial. Esta actividad ocupacional libera anualmente 700 toneladas al año de mercurio a la atmósfera y 800 toneladas al suelo y al agua.

En Nicaragua, la explotación de oro de forma artesanal se ha incrementado en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua, en la región de Las Minas, y una de ellas es Rosita, en donde esta actividad ocupacional representa una oportunidad para mejorar las condiciones de vida.

El conocimiento del comportamiento de la toxicidad por mercurio en mineros artesanales en las zonas mineras de la Costa Caribe Norte de Nicaragua, es limitado, aunque ampliamente reconocido su existencia como actividad ocupacional.

Ante la limitante de realizar mediciones en cabello como medida de exposición en toxicología, por logística y costo, el estudio de factores de riesgo asociados a manifestaciones clínicas conocidas como efectos tóxicos al mercurio, aportaría evidencias clínicas cercanas a los efectos adversos en la salud de trabajadores expuestos, representando el estudio como tesis para la especialidad de toxicología clínica.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Caracterización del problema

El mercurio es un metal utilizado ampliamente por el hombre en la minería artesanal, es tóxico para la salud humana. Se estima que la minería de oro artesanal en pequeña escala es la fuente antropogénica de emisión de mercurio más grande del mundo. Por lo tanto, los mineros de oro están muy expuestos al mercurio metálico y sufren intoxicación laboral por mercurio debido a su alto grado de toxicidad principalmente a nivel del Sistema Nervioso central y pulmonar (Steckling, 2016).

En Nicaragua una de las principales fuentes de exposición al mercurio es durante la extracción de oro de manera artesanal, donde la mayoría de los mineros se exponen sin medios de protección, con un alto riesgo de toxicidad aguda y crónica.

Delimitación del problema

En las zonas mineras del país como la Costa Caribe Norte, la población de bajos recursos realiza este tipo de trabajo por la facilidad de conseguir dinero para sustentar a sus familias, sin tener percepción de los riesgos sobre la salud humana. Por tanto, representa un problema de salud pública nacional e internacional, debido a los efectos de toxicidad sobre la salud humana.

Comprobar la existencia de mercurio en el cuerpo humano, conlleva un proceso de recolección de muestras bajo técnica estricta en número de cabellos, transporte y análisis de laboratorio. Estos análisis en fluidos del cuerpo y en ambiente, enfrentan también el reto de estar libres de contaminación de las muestras.

El costo de obtención, conservación, transporte y laboratorio es de costo elevado, conduciendo a muchos clínicos a detectar anomalías clínicas tempranas para comprobar la presencia de mercurio (Hg) en muestras biológicas. Desde el enfoque ocupacional, idóneamente los artesanos deberían trabajar en ambientes seguros y con medios adecuados de protección e higiene, lo cual en muchos casos no se cumple.

Formulación del problema

¿Existe asociación entre las manifestaciones clínicas de toxicidad con las características, factores de exposición y conocimientos de los mineros artesanales que usan mercurio para extracción del oro?

Sistematización del problema

- ¿Cuáles características biológicas y sociales tienen los mineros artesanales del oro en Rosita?
- ¿Los mineros artesanales presentan en la actualidad síntomas y signos de intoxicación por mercurio?
- ¿Cuáles factores de exposición laboral tienen los mineros artesanales en el proceso de extracción de oro?
- ¿Tienen conocimientos y percepción del riesgo del mercurio a la salud, de los mineros entrevistados?

III. ANTECEDENTES

Antecedentes mundiales

A nivel mundial, entre 14 y 19 millones de trabajadores están empleados como mineros artesanales de oro y entre el 25% y el 33% de estos mineros (3.3-6.5 millones de mineros en todo el mundo) sufren de intoxicación crónica por vapor de mercurio metálico (Steckling et. al, 2017).

Una de los principales datos históricos de las consecuencias de la exposición de mercurio para la salud humana, se produjo en Minamata (Japón) entre 1932 y 1968 descrita como Enfermedad de Minamata, donde se contaminaron las aguas de la bahía de Minamata con concentraciones altas de mercurio por una fábrica de ácido acético, este antecedente generó hasta la fecha, iniciativas mundiales para sustituir el uso del mercurio en los procesos de fabricación, extracción de metales, dispositivos médicos y cosméticos entre otros. (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017).

El estudio del desastre de Minamata, mostró las consecuencias de la contaminación en la cadena alimenticia provocando efectos sobre la salud humana por el consumo de peces contaminados con metilmercurio. Se reportaron 50,000 personas afectadas en mayor o menor medida y se acreditaron más de 2000 casos de la enfermedad de Minamata, que alcanzó su apogeo en el decenio de 1950, con enfermos de gravedad afectados de lesiones cerebrales, parálisis, habla incoherente y estados delirantes (OMS, 2017).

En una serie de casos observacionales de una única base de datos de Poison Center de 2002 a 2015 del centro de envenenamiento de Obregón Estados Unidos, encontraron nueve casos de intoxicados del total de expuestos al mercurio a través de la minería artesanal. Las edades entre 32 y 81 años y el 89% (8) eran varones; siete de ocho (88%) pacientes con exposiciones agudas informaron síntomas pulmonares compatibles con la inhalación de vapor de mercurio, como disnea y tos; dos (29%) pacientes presentaron toxicidad grave que requirió intubación. Cuatro de seis (67%) pacientes tenían concentraciones de mercurio en sangre total marcadamente elevadas hasta 346 mcg/L (Noble et al., 2016).

Otro estudio en mineros y miembros de la comunidad de varias zonas de extracción de oro artesanal en pequeña escala (Filipinas, Mongolia, Tanzania, Zimbawe, Indonesia), determinó que las concentraciones medias de mercurio en todos los subgrupos expuestos fueron elevadas y por encima de los límites de umbral, y los quemadores de amalgama mostraron los niveles más altos. Los síntomas típicos de la intoxicación crónica por mercurio metálico fueron temblores, ataxia, problemas de coordinación, salivación excesiva y sabor metálico. Del grupo de alta exposición (quemadores de amalgama) el 54% fueron diagnosticados como intoxicados por mercurio (Bose-O'Reilly et al., 2017).

En cuatro regiones de Uganda en el año 2018, se realizó un estudio con el objetivo de evaluar la exposición al Hg entre los mineros de oro artesanales y de pequeña escala a través de parámetros de monitoreo biológico y manifestaciones clínicas relacionadas con el Hg (mercurio). La mayoría de los mineros tenían entre 15 y 65 años y eran principalmente hombres (72.6%). La mayoría (73.3%) había trabajado directamente con Hg durante una duración media de 5.3 años. Los síntomas asociados con trabajar con Hg incluyeron dolor de pecho, entumecimiento, dolor de espalda, fatiga y estrés, dolor de cabeza, mareos, dolor articular y problemas respiratorios (Wayana et al., 2020).

En otro estudio acerca de la exposición al mercurio en comunidades mineras de oro artesanales y de pequeña escala en Sukabumi, Indonesia, se evaluaron los efectos de la contaminación por Hg, analizando muestras de cabello de 71 encuestados (38 hombres, 33 mujeres). La concentración de Hg promedio en hombres fue de 3.27 ± 2.89 ppm y en mujeres de 5.91 ± 4.69 ppm. El nivel de Hg en los encuestados se asoció con la distancia a los molinos de bolas y no con la distancia al sitio de la mina (Harianja et al., 2019).

En Ghana, un país en el oeste de África, se investigó sobre la exposición de mineros de oro a pequeña escala al mercurio, los cuales tenían una edad media de 29.5 ± 9.6 años, y 323 (94,20%) eran hombres. Ciento sesenta (46.65%) de los mineros tenían mercurio en la orina por encima del límite de exposición recomendado ($<5.0 \mu\text{g/L}$). Las quejas de entumecimiento se asociaron significativamente con la exposición al mercurio entre quienes habían trabajado anteriormente en otras minas de oro a pequeña escala (Mensah et al., 2016).

Región de Las Américas

Un estudio en Costa Rica sobre los mecanismos de exposición a mercurio de las personas que trabajan en minería artesanal de oro, evidenció que exposición a mercurio durante el proceso de quemado tenía alto riesgo de intoxicación, debido a que los mineros no contaban con el equipo de protección personal adecuado durante la realización de la actividad minera, además utilizan tecnología que no cuenta con los requisitos necesarios para minimizar sus riesgos, especialmente la retorta y su función de evitar el escape de mercurio (Fernández, 2019).

Otro estudio de evaluación de la exposición ocupacional al mercurio en la minería a pequeña escala realizado en 14 zonas mineras de Colombia, determinaron que la mayoría de los mineros eran del sexo masculino 85% (238), con una mediana de edad de 39 años. El 80% de los mineros estaban expuestos a mercurio en actividades como la amalgamación y respecto al tiempo de exposición al mercurio el valor mediano fue de 12 años. El 48% de los encuestados reportaron trabajar entre 0 y 10 años, encontrando que entre más años de exposición al metal mayor fue la relación con la concentración de mercurio en cabello (Ramos, 2021).

Antecedentes en Nicaragua

En los últimos años en Nicaragua se han realizado esfuerzos para reducir los efectos de la explotación minera en el medio ambiente. También en la salud de los trabajadores del sector y habitantes de las comunidades cercanas a las minas. El más reciente fue la ratificación del Convenio de Minamata sobre el uso del mercurio, que entró en vigencia en 2017. El objetivo del convenio es proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y compuestos de mercurio. Para garantizar este objetivo, el convenio incluye diversas medidas, entre ellas el control del suministro y comercio del producto.

Flores y Páiz (2020) estimaron la prevalencia de efectos a la salud y su relación con la exposición a mercurio en mineros artesanales de Bonanza. De 223 mineros de tres cooperativas se seleccionaron 50 expuestos al mercurio y de personas no mineras de la

comunidad seleccionaron 50 como grupo de comparación. El 100% de los trabajadores no expuestos tenían al menos un síntoma de intoxicación, tal como la hipertensión, roncocal y gingivitis. La asociación de estos síntomas en trabajadores (OR de 16, 6.0 y 7.3 respectivamente) fue mucho mayor que en los no expuestos. Ellos demostraron que los artesanos que usan mercurio en la extracción del oro, presentan alta prevalencia de discromatopsia, menor desempeño en pruebas del dominio cognitivo, disminución en la coordinación motora en base al examen neurológico de Panisset y un mayor reporte de síntomas de la escala neuropsiquiátrica en base al Inventario breve de síntomas, siendo estadísticamente significativas las subescalas de depresión y ansiedad fóbica (Flores y Páiz, 2020).

En el estudio sobre la situación socioeconómica de la niñez trabajadora en la minería artesanal del barrio Mario de la Llana de Bonanza, mostró que la alimentación que recibían los niños no era adecuada y fuera de un horario establecido, en correspondencia con la contextura física que presentaban. Ellos tenían dificultad de acceso a la educación, inadecuada jornada laboral y malas las condiciones de vivienda. Los principales efectos que presentó la niñez involucrada en el trabajo minero fueron: desnutrición, retraso en su crecimiento, lesiones, discapacidades, intoxicación, contaminación, deterioro de la salud, deserción escolar o analfabetismo, falta de recreación, de protección laboral, incremento de la pobreza, exclusión social y marginalidad (Lagos y Rivas, 2014).

Un estudio realizado en la Libertad Chontales en mineros artesanales, todos del sexo masculino, con un nivel de escolaridad alto de secundaria (74.4%), y el 91% de procedencia urbana, encontró que el grupo etario más frecuente fue el de 21-30 años con el 67.9%. También se identificó el conocimiento que tenían los mineros sobre el uso de equipo de protección personal, encontrando que la mayoría de ellos no poseían conocimientos calificados que les garantizara conocer equipos de protección o los riesgos a los que se exponen durante la manipulación del mercurio metálico (Jirón, 2016).

IV. JUSTIFICACIÓN

El uso de mercurio en la minería artesanal es una prioridad política, ambiental y salud. El Gobierno de Nicaragua reafirmó su compromiso con El Convenio Minamata. Cualquier información científica sobre el problema contribuye a un mejor conocimiento del problema y también conduce a fortalecer las intervenciones preventivas y de atención a trabajadores con síntomas asociados a la exposición al mercurio.

En Rosita, la explotación artesanal del oro usando mercurio es frecuente, lo cual es motivada por el buen precio del metal, las condiciones de pobreza y la necesidad de mejorar las condiciones de vida. La extracción del metal es fácil usando mercurio.

A pesar de los esfuerzos de MARENA y MINSA, el control adecuado del uso del mercurio en la extracción artesanal del oro no se ha logrado, se desconoce la magnitud del daño en este segmento ocupacional y su familia, así como las condiciones de exposición laboral de pequeñas y medianas cooperativas.

La evaluación de los efectos en la salud y sus riesgos sobre la salud humana es una alternativa metodológica por medio de cuestionarios o test especiales, así como la observación directa permite valorar la presencia de factores y efectos y su asociación. Existen barreras económicas para aplicar pruebas en orina, sangre y cabello y valorar si sus niveles son tóxicos.

La contribución académica de la especialidad en toxicología clínica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua, es de utilidad práctica tanto como tamizaje para su confirmación por el MINSA (SILAIS Las Minas), la vigilancia epidemiológica de personas expuestas y la implementación de las medidas de protección y mejora de condiciones laborales que minimicen la exposición a bajo costo.

V. OBJETIVOS

5.2. Objetivo General

Establecer la asociación de factores de riesgo y presencia de manifestaciones clínicas de intoxicación por mercurio en mineros artesanales del oro, del municipio de Rosita durante el año 2022.

5.3. Objetivos Específicos

1. Identificar las características biológicas y sociales tienen los mineros artesanales del oro en Rosita.
2. Determinar los síntomas y signos compatibles con intoxicación por mercurio en los mineros artesanales.
3. Identificar los factores de exposición laboral que tienen los mineros artesanales en el proceso de extracción de oro.
4. Valorar los conocimientos y la percepción del riesgo de los artesanos sobre el mercurio en la salud.

VI. MARCO TEÓRICO

El Mercurio es un elemento químico, situado en el lugar 80 de la tabla periódica, considerado por tanto como metal pesado, su símbolo es Hg. Es un elemento poco frecuente en la naturaleza donde se halla en forma de mineral cinabrio (sulfuro de mercurio) y con una característica insólita: es el único metal en estado líquido a 0 °C, muy denso y poco compresible de tensión superficial muy alta y débil reacción calorífica, posee gran capacidad de amalgamar a casi todos los metales y también algo volátil en condiciones normales (Pinillos, 2018).

Se evapora a 13°C y hay trazas de él en cualquier producto que se analice. No es esencial para ningún proceso biológico, pero se bioacumula en la mayoría de seres vivos. Tiene un punto de solidificación de -38.83 °C y un punto de ebullición de 356.73 °C, ambos excepcionalmente bajos para un metal. Tiene una gran densidad: 1313579,04 kg/m (Ramírez, 2008).

6.1. Formas de Mercurio.

El mercurio se puede encontrar en la naturaleza en varias formas que permiten clasificarlo en tres tipos: Mercurio metálico (mercurio elemental), mercurio inorgánico y mercurio orgánico.

El **mercurio metálico** es un metal brillante (plateado) en forma líquida a temperatura ambiente, se considera la forma pura de mercurio. El mercurio metálico fue usado en termómetros y en algunos interruptores eléctricos. A temperatura ambiente se volatiliza formando vapores de mercurio, estos son incoloros e inodoros. Este proceso es dependiente de la temperatura, a mayor temperatura más vapores se liberarán. Se describe un sabor metálico en la boca al respirar vapores de mercurio. Este metal se ha encontrado en 714 sitios de desechos peligrosos.

El **mercurio inorgánico** se produce cuando el mercurio se combina con elementos tales como el cloro, azufre u oxígeno. Estos compuestos se les conoce como sales de mercurio. La mayoría de los compuestos de mercurio inorgánico son polvos blancos o cristales, excepto el

sulfuro de mercurio (llamado también cinabrio), que es de color rojo y se vuelve negro por exposición a la luz.

Su otra forma sucede cuando se combina con carbono, originando los compuestos de **mercurio orgánico**. Hay potencialmente un gran número de compuestos de mercurio orgánico; sin embargo, el más común en el ambiente es el metilmercurio (llamado también monometilmercurio).

En el pasado, un compuesto de mercurio orgánico llamado fenilmercurio se usó en algunos productos comerciales. Otro producto de mercurio orgánico llamado dimetilmercurio también se usa en pequeñas cantidades como norma de referencia en ciertas pruebas químicas. El dimetilmercurio es el único compuesto de mercurio orgánico que se ha identificado en sitios de desechos peligrosos. Al igual que los compuestos de mercurio inorgánico, tanto el metilmercurio como el fenilmercurio existen en forma de sales (por ejemplo, cloruro de metilmercurio o acetato de fenilmercurio). En forma pura, la mayoría de las formas de metilmercurio y fenilmercurio son sólidos blancos cristalinos. Sin embargo, el dimetilmercurio es un líquido incoloro.

Las formas más comunes que se encuentran en el ambiente son el mercurio metálico, sulfuro de mercurio o cinabrio, cloruro mercúrico y metilmercurio. Algunos microorganismos y procesos naturales pueden transformar al mercurio en el ambiente en sus diferentes formas. El compuesto de mercurio orgánico más común es el metilmercurio. El metilmercurio es particularmente problemático porque puede acumularse en peces de agua dulce y agua salada y en mamíferos acuáticos en niveles mucho más altos que los niveles del agua que los rodea (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016)

6.2. Exposición al mercurio

Todas las personas están expuestas a cierto nivel de mercurio, sin embargo, la mayoría de los casos de exposición son niveles bajos, debidos casi siempre a una exposición crónica (por contacto prolongado, ya sea intermitente o continuo). Salvo en algunos casos las personas se ven expuestas a niveles elevados de mercurio, como ocurre en caso de exposición aguda debida por ejemplo a un accidente industrial.

Existen varios factores que determinan efectos sobre la salud, así como su gravedad:

- La forma de mercurio de que se trate
- La dosis
- La edad o el estadio de desarrollo de la persona expuesta (la etapa fetal es la más vulnerable)
- La duración de la exposición
- La vía de exposición (inhalación, ingestión o contacto cutáneo)

De manera general existen dos grupos vulnerables a los efectos del mercurio. Los fetos son sensibles sobre todo a sus efectos sobre el desarrollo. La exposición intrauterina a metilmercurio puede dañar el cerebro y el sistema nervioso central, teniendo como consecuencia la alteración del desarrollo neurológico. Por ello, la exposición durante la etapa fetal puede afectar ulteriormente al pensamiento cognitivo, la memoria, la capacidad de concentración, el lenguaje y las aptitudes motoras y espacio-visuales finas del niño (OMS, 2017).

El segundo grupo es el de las personas expuestas de forma sistemática (exposición crónica) a niveles elevados de mercurio (como poblaciones que practiquen la pesca de subsistencia o personas expuestas en su ambiente laboral). En algunas poblaciones donde se practica la pesca de subsistencia por ejemplo Brasil, Canadá, Groenlandia, se ha observado que entre 1,5 y 17 de cada mil niños presentaban retraso mental por el consumo de pescado contaminado (OMS, 2017).

Uno de los eventos de exposición al mercurio con consecuencias graves para la salud pública se produjo en Minamata (Japón) entre 1932 y 1968, donde una fábrica de ácido acético estuvo vertiendo en la bahía de Minamata líquidos residuales con elevadas concentraciones de metilmercurio. Esto provocó la contaminación de los peces y mariscos que constituían la principal fuente alimenticia de los ribereños y pescadores de otras zonas (OMS, 2017).

Nadie advirtió que los peces estaban contaminados con mercurio y que ello provocaba una extraña dolencia que afectaba a la población de la localidad. Al menos 50 000 personas resultaron afectadas y se detectaron más de 2000 casos de la enfermedad de Minamata la cual se asoció a lesiones cerebrales, parálisis, habla incoherente y estados delirantes (OMS, 2017).

Exposición de mercurio a través de la Minería artesanal y de pequeña escala

La minería aurífera artesanal y de pequeña escala (MAPE) se define como “la extracción de oro llevada a cabo por mineros individuales o pequeñas empresas con una producción y una inversión de capital limitadas”. Este tipo de minería se ejerce en más de 70 países por aproximadamente entre 10 y 15 millones de mineros, incluidos entre 4 y 5 millones de mujeres y niños (Organización Mundial de la Salud, 2017, p.4-5).

El proceso de extracción de oro por MAPE se lleva a cabo en viarios procesos y tiene como consecuencia directa la exposición de los mineros con el metal mercurio.

Durante el primer proceso los mineros explotan depósitos aluviales (sedimentos fluviales) o yacimientos de roca dura. El sedimento se elimina y el mineral se extrae al excavar la superficie, mediante la tunelización o el dragado. Posteriormente el oro se separa del resto de minerales por métodos de trituración y la molienda. La trituración primaria puede realizarse de forma manual, por ejemplo, utilizando martillos, o con máquinas. Luego se utilizan molinos (tómbolas) para moler los minerales en partículas más pequeñas y, finalmente, obtener un polvo fino (OMS, 2017).

El otro proceso es el de **amalgamación**: el mercurio elemental se utiliza para obtener una aleación de mercurio y oro llamada “amalgama” (el mercurio y el oro prácticamente a partes iguales). Existen dos métodos principales utilizados en la MAPE para la amalgamación: la amalgamación de todo el mineral y la amalgamación concentrada. En la amalgamación de todo el mineral, el mercurio elemental se añade tras una breve trituración y concentración previas. Normalmente se usan grandes cantidades de mercurio (entre 3 y 50 unidades por unidad de oro recuperado) y la mayoría se desecha como residuo entre los relaves mineros debido a la ineficacia resultante de este proceso. En la amalgamación concentrada, el mercurio se añade únicamente a la cantidad más pequeña de material (“concentrado”) que

resulta del paso de concentración. Por consiguiente, en general se utiliza una cantidad considerablemente menor de mercurio. También puede recuperarse el exceso de mercurio. (OMS, 2017, p.4-5)

Quema: la amalgama se calienta para vaporizar el mercurio y separar el oro. En la “quema abierta”, todo el vapor de mercurio se emite al aire. El oro producido mediante la quema de amalgama es poroso y se refiere al mismo como “oro esponjoso”

Refinación: el oro esponjoso se calienta de nuevo para eliminar el mercurio residual y otras impurezas.

A través de este proceso de trabajo, los mineros, así como el resto de personas que viven o trabajan cerca de los sitios de procesamiento de la MAPE, se exponen a una serie de riesgos para la salud medioambiental y ocupacional por exposición directa al metal mercurio. (OMS,2017, p.4-5)

6.3. Efectos sanitarios de la exposición al mercurio

El mercurio elemental y el metilmercurio son tóxicos para el sistema nervioso central y el periférico. La inhalación de vapor de mercurio puede ser perjudicial para los sistemas nervioso e inmunitario, el aparato digestivo y los pulmones y riñones, con consecuencias a veces fatales. Las sales de mercurio inorgánicas son corrosivas para la piel, los ojos y el tracto intestinal y, al ser ingeridas, pueden resultar tóxicas para los riñones.

Tras la inhalación o ingestión de distintos compuestos de mercurio o tras la exposición cutánea a ellos se pueden observar trastornos neurológicos y del comportamiento, con síntomas como temblores, insomnio, pérdida de memoria, efectos neuromusculares, cefalea o disfunciones cognitivas y motoras. En trabajadores expuestos durante varios años a niveles atmosféricos de al menos $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de mercurio elemental se pueden observar signos subclínicos leves de toxicidad para el sistema nervioso central. Se han descrito efectos en los riñones que van de la proteinuria a la insuficiencia renal.

6.4. Toxicidad por mercurio

La intoxicación por mercurio (Hg) es la alteración bioquímica y fisiológica del organismo humano, que se evidencia por signos y síntomas como resultado de la interacción de este tóxico, bajo cualquiera de sus compuestos, según dosis y rutas de exposición (Ministerio de Salud Perú, 2015).

La toxicidad del mercurio se conoce desde la antigüedad por Hipócrates, Plinio y Galeno. Las primeras descripciones de los efectos tóxicos de sus vapores como riesgo laboral fueron descritos por Ellenberg en Von der Grifftigen Bensen Terupffen von Reiiichender metal (1473). Posteriormente, escritos como los de Paracelso (1533) y los de B. Ramazzini en De Morbis Artificium Diatriba (1700), describen el cuadro clínico de intoxicación ocupacional. Los Incas usaron como pintura el cinabrio, mineral del que se extrae el mercurio; lo llamaron llampi. No existe unanimidad en cuanto al umbral medio de toxicidad humana; la investigación actual en salud ha establecido los límites de toxicidad del mercurio entre 50 y 160 µg/día (Ramírez, 2008).

Toxicocinética

El ingreso del mercurio es por las vías respiratoria, digestiva y cutánea.

La vía respiratoria por inhalación.

En salud ocupacional esta vía es la más importante y, tanto el mercurio elemental como el inorgánico y sus compuestos, puede ingresar por inhalación y alcanzar la sangre con una eficiencia del 80%.

La vía digestiva por ingestión.

En el tracto gastrointestinal, el mercurio inorgánico se absorbe en cantidad menor al 0,01%, probablemente por su incapacidad de reacción con moléculas biológicamente importantes, al formar macromoléculas que dificultan su absorción y porque pasa por un proceso de oxidación. Los compuestos inorgánicos de mercurio (sales) se absorben entre 2 y 15%, dependiendo de su solubilidad. Mientras que, en contraste, la absorción de los

compuestos orgánicos por esta vía es 95%, independiente de si el radical metilo está unido a una proteína o no.

Vía cutánea es por contacto.

Se ha descrito casos de intoxicación por aplicación tópica de compuestos que contenían metilmercurio. Sin embargo, no está demostrado que esta vía tenga un papel importante en la exposición ocupacional, comparada con las otras. Es más, es posible que, en el caso de aplicación de pomadas, el tóxico penetre en el organismo por inhalación, a partir del ungüento puesto en la piel, más que atravesándola directamente.

En relación al transporte y distribución, una vez absorbido el mercurio es transportado por la sangre en una razón glóbulo rojo/plasma entre 1,5 a 3. En general, el 90% de los compuestos orgánicos se transporta en las células rojas, mientras que 50% del mercurio inorgánico es transportado unido a la albúmina. A partir de la sangre su distribución en el organismo tiende a alcanzar un estado de equilibrio dinámico determinado por dosis, duración de la exposición, grado de oxidación, concentración de sus compuestos en la sangre, concentración en relación con grupos sulfhidrilos (-SH) libres, afinidad con los componentes celulares y velocidad de asociación/disociación del complejo mercurio-proteína. Cabe destacar su gran afinidad por el encéfalo, quizá porque la mayor parte del mercurio circulante va al cerebro, más que a hígado o riñón. En el encéfalo, tiene mayor afinidad por la sustancia gris que por la blanca. Los niveles más altos de mercurio son hallados en ciertos grupos neuronales del cerebelo, médula espinal, pedúnculos y mesencéfalo, aunque también se le ha detectado en epitelio de tiroides y páncreas, en células medulares de las glándulas adrenales, en espermatozoides, epidermis y cristalino.

Se estima que el contenido normal de mercurio en el organismo humano oscila entre 1 y 13 miligramos, del cual 10% es metilmercurio. Su distribución en el organismo es: músculo 44 a 54%, hígado 22%, riñón 9%, sangre 9 a 15%, piel 8%, cerebro 4 a 7% e intestino 3%.

La biotransformación del mercurio se realiza por cuatro vías:

- a. Por oxidación del vapor de mercurio metálico a mercurio divalente: La oxidación, mediada por la hidrógeno-peróxido-catalasa en los peroxisomas, determina el tiempo de permanencia del vapor inhalado (crucial para alcanzar sitios sensibles), al disminuir su liposolubilidad y por tanto su toxicidad, pero la tendencia a la bioacumulación aumenta cuando esta oxidación se realiza en los tejidos. El mercurio tiene gran afinidad por los grupos -SH de las proteínas. Éstos son tan abundantes que solo le permiten una breve presencia en estado iónico. El mercurio se une también a grupos fosforilos, carboxilo, amida y amina.
- b. Por reducción del mercurio divalente a mercurio metálico: la reducción es mediada el sistema xantina oxidasa. Se ha demostrado el proceso contrario en animales de experimentación (rata, ratón) y en humanos.
- c. Por metilación del mercurio inorgánico: Se ha demostrado la metilación de mercurio inorgánico en ratas, pero solo entre 0,05 y 0,26% de la dosis administrada. Se desconoce el lugar exacto de esta metilación, aunque se supone pueda ser el hígado. La metilación no ha sido demostrada en humanos.
- d. Por conversión del metilmercurio en mercurio inorgánico. En la exposición laboral crónica se conoce el proceso de biodesmetilación en varios tejidos, pero es en el hígado donde se realiza en mayor proporción.

Con respecto al modelo toxicocinético de eliminación, la eliminación del tóxico se realiza desde los compartimientos central, periférico y el cuarto compartimiento.

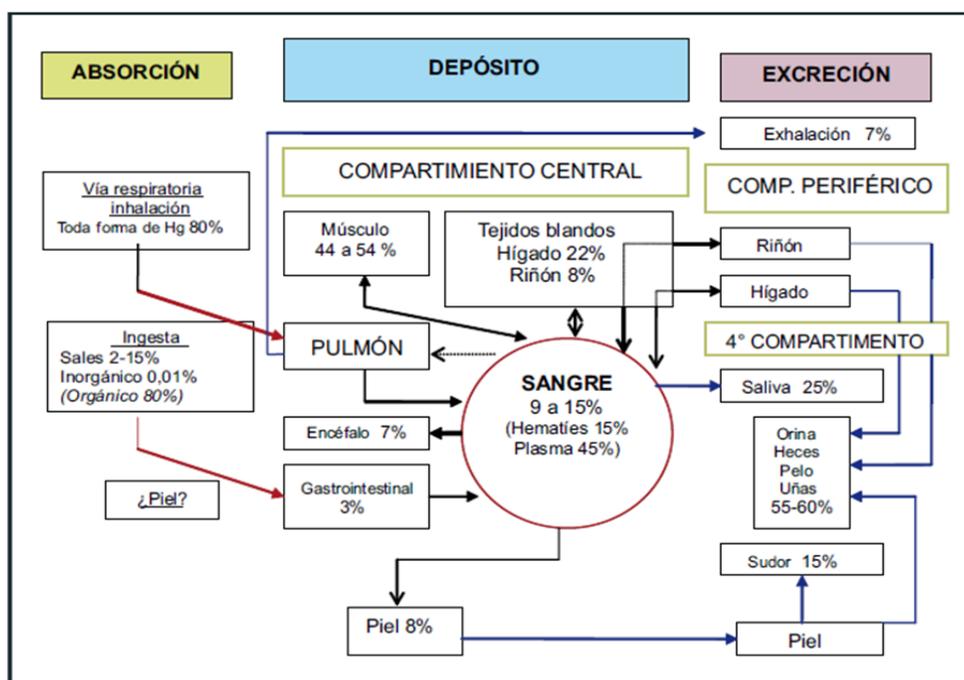
El compartimento central está formado por todos los órganos, menos riñón e hígado.

El compartimento periférico está constituido por el riñón, que acumula Hg por mayor tiempo y lo aclara muy lentamente, y por el hígado, que también lo acumula, pero por periodos cortos, pues lo aclara rápidamente. En este compartimento periférico se incluye los procesos de filtración glomerular, secreción biliar y secreción por la mucosa intestinal.

El cuarto compartimento es el depósito per se y es el punto final antes de su excreción; lo integran orina, heces, pelo y uñas. Si consideramos al organismo humano un modelo mono-compartimental abierto, la vida media del mercurio en exposición aguda es de 1,3 días y en exposición ocupacional continua 36,5 días.

En exposición ocupacional, la vida media de los compuestos inorgánicos de mercurio es de 40 días. La cantidad de mercurio excretada por vía renal/heces es entre 50 y 55% de la dosis total absorbida; por saliva equivale al 25% de la concentración sanguínea y al 10% de la urinaria; por sudor es 15%, suficiente para tenerla en cuenta en el balance global; y la vía respiratoria, por exhalación, interviene hasta con 7% (Ministerio de Salud Perú, 2015).

Figura 1. Modelo toxicocinético del mercurio inorgánico



Fuente: Ramírez, A.V. (2008). Intoxicación ocupacional por mercurio. *An Fac med*, 69(1), 46-51. <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v69n1/a10v69n1.pdf>

Toxicodinamia

Los efectos tóxicos del mercurio, inorgánico y orgánico, son debidos a que en su forma iónica no establece enlaces químicos. Al revisar la acción sobre los sistemas enzimáticos, el

mercurio es tóxico, porque precipita las proteínas sintetizadas por la célula, principalmente las neuronas, y porque inhibe los grupos sulfhidrilo de varias enzimas esenciales.

En estado iónico, se fija a los grupos celulares ricos en radicales -SH, altera varios sistemas metabólicos y enzimáticos de la célula y su pared e inhibe la síntesis de proteínas en la mitocondria, afectando su función energética. En el riñón disminuye la actividad de las fosfatasa alcalinas de los túbulos proximales y altera el transporte de potasio y la ATP-asa en la membrana. En el encéfalo, la neurona de cerebro y cerebelo es la parte más sensible.

En el sistema enzimático, inhibe enzimas esenciales: catalasas plasmáticas, colinesterasa globular, glutatión-reductasa globular, glutatión-reductasa cerebral, galactoxidasa, dopa-decarboxilasa, monoamino-oxidasa, glicero fosfatasa, succino-deshidrogenasa, di y trifosfo-piridín-nucleótido. Por todo esto, el mercurio puede causar lesión celular en cualquier tejido donde se acumule en concentración suficiente.

En varios órganos, incluido el riñón, y al igual que cadmio, cobre y zinc, el mercurio induce la formación de metalotioneína, un receptor proteico de peso molecular bajo, y se une a ella, saturando sus propios receptores. Cuando por la gran cantidad de tóxico presente la metalotioneína se forma en exceso, causa alteraciones orgánicas en el mismo sitio de su producción (Ramírez, 2008).

Reducción de la exposición humana a fuentes de mercurio

Hay varias formas de prevenir los efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, fomentar las energías limpias, dejar de utilizar mercurio en las minas auríferas, acabar con la minería del mercurio o eliminar progresivamente productos no esenciales que contienen mercurio.

Promover el uso de energía limpia que no dependa de la combustión del carbón.

La combustión de carbón para la generación de electricidad y calor es una fuente importante de mercurio. El carbón contiene mercurio y otros contaminantes peligrosos de la atmósfera que son liberados cuando el carbón se quema en las plantas generadoras de electricidad, los quemadores industriales y las estufas domésticas.

El mercurio es un elemento que no se puede destruir. Por lo tanto, cabe la posibilidad de reciclar y destinar a otros usos el mercurio que ya está en circulación, sin necesidad de seguir extrayéndolo de las minas. El uso de mercurio en las pequeñas minas auríferas de tipo artesanal es especialmente peligroso y tiene importantes consecuencias para la salud de las poblaciones vulnerables. Hay que promover y aplicar técnicas de extracción del oro sin mercurio (sin cianuro), y allí donde todavía se utilice mercurio hay que emplear métodos de trabajo más seguros para prevenir la exposición.

6.5. Factores de riesgos asociados

Medio ambiente

Dentro de los factores de riesgo medio ambiental a tener en cuenta se menciona:

1. Ingesta de agua contaminada por efluentes industriales, de la minería informal u hospitalaria.
2. Habitar cerca de fuentes de exposición como son las empresas minero metalúrgico o lugares donde se explota oro, como en la Región Madre de Dios (en donde se utiliza el mercurio elemental como insumo. (minería informal).
3. Ingesta de alimentos contaminados con metilmercurio por cuencas contaminadas con mercurio metálico por actividades mineras e industriales.

Relacionados a la persona

Se puede mencionar algunas condiciones que pueden incrementar el riesgo de intoxicación:

1. La susceptibilidad individual que hacen a una persona vulnerable a la intoxicación. (hipersensibles o atópicos).
2. Ingesta accidental (ruptura de los termómetros en las casas).
3. Personas con antecedente de enfermedades pulmonares y renales crónicas.
4. Personas con prótesis de amalgama. Las amalgamas dentales son la principal fuente de exposición a mercurio elemental en la población general, a partir de 5 amalgamas los niveles de esa persona serán un poco más elevados que el resto.

5. Personas con alteraciones intestinales como diverticulosis, fístula, obstrucción, donde el mercurio puede quedar atrapado en el tracto gastrointestinal por un periodo de tiempo indefinido, permitiendo a las bacterias convertir el mercurio elemental a su forma orgánica que puede ser absorbida sistémicamente.

Ocupacional

El riesgo ocupacional más importante es la exposición a los vapores del mercurio elemental. Este tipo de exposición se encuentra en:

1. La extracción del mineral de mercurio, emisión de industrias o plantas termoeléctricas durante la generación de energía a partir de combustibles fósiles.
2. La producción metalúrgica de mercurio metálico, tratamiento de minerales auríferos y argentíferos incluyendo la minería artesanal y en pequeña escala.
3. La producción de hidróxidos sódico y potásico (plantas de clorosoda), tintes y lámparas fluorescentes.
4. La producción y reparación de aparatos de medición eléctricos incluyendo las de electrolisis e instrumentos de laboratorio.
5. Fabricación de baterías, producción electrolítica de clorina y preparación de zinc amalgamado para pilas eléctricas.
6. La producción de amalgamas en odontología.
7. El tratamiento de semillas y la protección de la madera mediante compuestos orgánicos de mercurio.

6.6. Cuadro clínico

En los casos en que se llega a un punto crítico en el balance entrada-eliminación de mercurio, aparecen los efectos tóxicos que se manifiestan de diferentes formas, según el tipo de intoxicación: aguda y crónica (Ministerio de Salud Perú, 2015).

Intoxicación Aguda: depende de la forma de mercurio implicada en la intoxicación y la presencia de complicaciones por la acción corrosiva del mismo, como perforación gástrica o esofágica, falla renal aguda, coma y muerte.

Por vía digestiva. La dosis necesaria para producir síntomas agudos no está bien establecida. La patogenia depende de la rápida precipitación de las proteínas de la mucosa en contacto con el toxico que es corrosivo.

En el momento de la ingesta los síntomas pueden darse simultáneamente o en rápida progresión:

1. Irritación en boca y garganta,
2. Ardor en el pecho, dolor torácico difuso,
3. Dolor abdominal intenso y difuso,
4. Vómitos,
5. Diarrea sanguinolenta, que, si progresa y dependiendo de la dosis producirá hipovolemia severa, shock y muerte.
6. Si el paciente supera esta fase aguda presentara los efectos de la corrosión en el tubo digestivo: gingivoestomatitis, pérdida de la dentición, glositis, lesiones diversas en esófago, estómago e intestinos.

La afectación renal con un síndrome nefrótico con proteinuria y fallo renal con acidosis precoz, condicionado por la acumulación de la sal de mercurio en el túbulo contorneado proximal del riñón. La supervivencia estará marcada por el grado de destrucción de la mucosa digestiva y por el daño renal (Pinillos, 2018).

Intoxicación Crónica: evoluciona en forma insidiosa y desfavorable si existe daño neurológico y renal, sobre todo si la intoxicación se dio en etapa prenatal.

Mercurio elemental y compuestos inorgánicos:

1. Alteraciones Digestivas: Náuseas, vómitos y mareos. El hallazgo más significativo es la “estomatitis mercurial”, cuyo síntoma principal es la sialorrea, usualmente acompañada de hipertrofia de glándulas salivales. Los dientes pueden adquirir una coloración parduzca (diente mercurial de Letuelle) y el paciente percibe un sabor metálico y aliento fétido.

2. Alteraciones del Sistema Nervioso: El gran síntoma es el temblor, suele iniciarse en la lengua, labios, párpados y dedos de las manos. Se asocia frecuentemente a la adiadocinesia, marcha cerebelosa y en raras ocasiones nistagmos características típicas de un temblor de origen cerebeloso.
3. Alteraciones Psicológicas: Generalmente las primeras en aparecer, destacan la presencia de irritabilidad, tristeza, insomnio, ansiedad, pérdida de memoria, excesiva timidez, labilidad emocional, alteración del juicio, depresión e incluso estados paranoides. Esta sintomatología constituye el denominado “eretismo mercurial”.
4. Alteraciones Renales: Se manifiesta por lesión en el glomérulo y los túbulos renales, presentando una nefropatía intersticial que progresa a insuficiencia renal crónica; asimismo puede presentarse una glomerulopatía aguda (glomerulonefritis membranosa) que llevan a un síndrome nefrótico.
5. Alteraciones Otorrinolaringológicas: Se ha descrito hipoacusia en aquellos trabajadores expuestos a vapor de mercurio por lesión del nervio acústico.
6. Alteraciones cutáneas: Acrodinia, que es una enfermedad eruptiva, también conocida como "enfermedad rosada", caracterizada por el aumento de la sensibilidad en las plantas de los pies y en las palmas de las manos acompañada de sensación de hormigueo seguida de una erupción eritematosa con exfoliación y pigmentación parda de las extremidades.
7. Otras Alteraciones: Cefalea, alteraciones visuales (visión estrecha o en túnel), dermatitis de contacto, rinitis, conjuntivitis, hiperlipidemias. También se han descrito dismenorreas, abortos espontáneos, malformaciones congénitas y atrofia testicular.

Mercurio orgánico (Metilmercurio)

1. Alteraciones del Sistema Nervioso: Produce una encefalopatía grave, comienza con parestesias periorales y distales, ataxia intensa de extremidades superiores e inferiores que termina en parálisis, alteración del cristalino con visión en túnel, reducción del campo visual y ceguera, sordera, coma y muerte.

2. Alteraciones Oculares: En la exploración con lámpara de hendidura se puede observar coloración parda en la cápsula anterior del cristalino (signo de Atkinson), bilateral y simétrica (Ministerio de Salud Perú, 2015).

6.7. Diagnóstico

Criterios diagnósticos:

1. Epidemiológicos: exposición ocupacional, personal (niños) y ambiental a fuentes contaminantes (fuentes industriales, actividades minero metalúrgicas, derrames y exposiciones accidentales) y natural.
2. Clínico: manifestaciones compatibles con intoxicación por mercurio.
3. Laboratorio: los indicadores biológicos de exposición que se consideran para valorar las concentraciones de mercurio, elemental e inorgánico, son:

Personas no expuestas ocupacionalmente: (**valores referenciales**)

- Dosaje de mercurio en orina es $< 5 \mu\text{g Hg/L}$. o $5 \mu\text{g Hg/g}$ de creatinina.

Personas expuestas ocupacionalmente: (**Índice Biológico de Exposición**)

- Dosaje de mercurio en orina es $< 50 \mu\text{g Hg/L}$. o $35 \mu\text{g Hg/g}$ de creatinina.

Exámenes Auxiliares

Laboratorio. Se consideran las siguientes pruebas básicas:

1. Hematológicas: Hemograma completo (búsqueda de anemia, leucopenia, trombocitopenia o punteado basófilo), hemoglobina corregida de ser personas que viven en altura (el mercurio orgánico se concentra en los eritrocitos, se puede presentar trombocitopenia y agranulocitosis).

2. Electrolitos séricos y gases arteriales: Sodio, potasio, cloro, bicarbonato, calcio para ver el estado ácido/base (en caso de deshidratación aguda o problemas gastrointestinales).
3. Pruebas de función renal: Dosaje de urea, creatinina sérica o urinaria, depuración de creatinina y proteinuria en 24 horas. (Se espera elevación de creatinina y proteinuria elevada).
4. Grupo y factor sanguíneo debido al riesgo potencial de hemorragia gastrointestinal y perforación por ingesta de mercurio inorgánico.

Estudios de Imágenes

Radiografía abdominal: El mercurio es radiopaco, encontrándose su distribución en el tracto digestivo en este apoyo diagnóstico.

Radiografía de tórax: Puede demostrar aspiración de mercurio, o mercurio secuestrado en corazón y pulmones en caso de una inyección intravenosa.

Tomografía axial computarizada cerebral: Se puede encontrar atrofia cortical y occipital.

Resonancia magnética: Se describen hallazgos en la corteza cerebral como atrofia cortical y central, específicamente en la corteza visual, los centros motores y sensitivos y centro auditivo.

6.8. Exámenes Toxicológicos

Indicadores Biológicos de Exposición.

La prueba de orina de 24 horas la más confiable para determinar exposición reciente al mercurio. Si existe dificultades técnicas para la toma de muestra de 24 hrs se puede usar un análisis simple de orina puntual con dosaje de creatinina.

Las concentraciones sanguíneas menores a 10-20 $\mu\text{g/L}$ y urinarias menores de 50 $\mu\text{g/L}$ se consideran dentro de los valores referenciales; sin embargo, la correlación entre el nivel de

mercurio y su toxicidad es variable. En general, un nivel en sangre mayor de 35 $\mu\text{g/L}$ o urinario mayor de 100 $\mu\text{g/L}$ requerirán terapia.

Asimismo, el análisis de cabello se puede emplear en exposición crónica no ocupacional, pero no es un examen rutinario debido a la contaminación ambiental potencial, la cual devendría en falsos positivos.

Otras pruebas diagnósticas que se emplean para determinar la exposición a mercurio generalmente en ambientes laborales son la N-acetilglucosaminidasa (NAG) y la B-galactosidasa.

Otros exámenes complementarios.

Estudio electromiográfico: Alteraciones en la conducción nerviosa, reducción de la velocidad motriz.

Exploración psicológica: Se recomienda tener en cuenta algunos aspectos durante la evaluación.

- Observación psicológica del comportamiento: dirección de la atención, interrelación personal.
- Afectividad: calidad del humor prevalente (alegre, sombrío, inestable, entre otros).

Exploración de la inteligencia: Escala de inteligencia de David Wechsler, abreviado, para adultos (WAIS) y para niños.

Psicomotricidad: Prueba de Retención Visual de Benton, test Gestáltico Visomotor de Bender, test neuropsicológico de Luria.

Aspectos emocionales; Inventario de personalidad de Eysenck, escala de ansiedad y depresión de Zung.

Anatomía patológica: Puede observarse necrosis de la mucosa bucal, esofágica, gástrica y otras; a nivel neuronal puede hallarse destrucción y desmielinización de las fibras sensitivas

nerviosas y raíces dorsales de nervios periféricos y a nivel renal, los túbulos contorneados proximales pueden presentar tumefacción hasta necrosis.

6.9. Reducir la exposición humana a fuentes de mercurio

Hay varias formas de prevenir los efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, fomentar las energías limpias, dejar de utilizar mercurio en las minas auríferas, acabar con la minería del mercurio o eliminar progresivamente productos no esenciales que contienen mercurio.

a) Promover el uso de energía limpia que no dependa de la combustión del carbón.

La combustión de carbón para la generación de electricidad y calor es una fuente importante de mercurio. El carbón contiene mercurio y otros contaminantes peligrosos de la atmósfera que son liberados cuando el carbón se quema en las plantas generadoras de electricidad, los quemadores industriales y las estufas domésticas.

b) Acabar con la minería del mercurio y el uso de mercurio en la extracción de oro y otros procesos industriales.

El mercurio es un elemento que no se puede destruir. Por lo tanto, cabe la posibilidad de reciclar y destinar a otros usos el mercurio que ya está en circulación, sin necesidad de seguir extrayéndolo de las minas. El uso de mercurio en las pequeñas minas auríferas de tipo artesanal es especialmente peligroso y tiene importantes consecuencias para la salud de las poblaciones vulnerables. Hay que promover y aplicar técnicas de extracción del oro sin mercurio (sin cianuro), y allí donde todavía se utilice mercurio hay que emplear métodos de trabajo más seguros para prevenir la exposición.

VII.HIPÓTESIS

Existen factores biológicos y laborales que aumentan la probabilidad de presentar cuadros clínicos de intoxicación por mercurio en trabajadores artesanales del oro en Rosita durante 2022.

VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

8.1. Área de estudio.

El área de estudio fueron las zonas mineras de la comunidad La Luna, Risco de Oro, Buenos Aires-Banacrúz y casco urbano del municipio de Rosita de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, donde han laborado los mineros artesanales con exposición al mercurio.



8.2. Tipo de estudio

El estudio es descriptivo analítico de corte transversal, en el que se recolectó información sobre factores de riesgo biológico y de exposición ocupacional, así como la identificación de manifestaciones clínicas de intoxicación por este metal.

8.3. Enfoque del estudio

El enfoque del estudio fue cualitativo ya que se determinó la asociación entre la presencia de factores de riesgo de exposición a mercurio y los síntomas y signos clínicos relacionados con toxicidad por mercurio.

8.4. Unidad de análisis

Los mineros artesanales del municipio de Rosita con exposición directa al mercurio durante el proceso de amalgamación del oro que aceptaron participar en el estudio y cumplieron con los criterios de inclusión

8.5. Estrategia de muestreo

No existe un registro del total de mineros artesanales en las zonas mineras visitadas del municipio de Rosita, por lo que se extrajo una muestra no probabilística por conveniencia de los mineros seleccionados aleatoriamente que cumplieron con los criterios de selección y que aceptaron participar en el estudio. Se obtuvo una muestra de 87 mineros artesanales.

Criterios de inclusión:

- Ser originario del municipio de Rosita.
- Edad mayor de 20 años.
- Extracción artesanal de oro usando mercurio

Criterios de exclusión.

- Padecer de enfermedades crónicas asociadas como diabetes, nefropatía diabética o enfermedad renal crónica
- Pacientes con enfermedades neurológicas graves diagnosticadas previamente a iniciarse en la extracción artesanal de oro, como Parkinson, accidente cerebrovascular, accidente grave (lesión cerebral), traumatismo craneal, poliomielitis, hipertiroidismo, epilepsia, paludismo o cualquier enfermedad aguda grave.

Limitaciones del estudio

- No se conoce el registro real de la población de mineros artesanales en el municipio de Rosita
- Estudio de alto costo por lo que se dio enfoque clínico y asociar factores de riesgo.
- El Ministerio de Salud aún no cuenta con las pruebas biológicas para medir mercurio en cabello u orina para determinar la prevalencia de intoxicación por mercurio en los mineros estudiados.

8.6. Variables de estudio

Características biológicas y sociales

- Edad
- Sexo
- IMC
- Residencia
- Escolaridad
- Enfermedad crónica actual

Síntomas y signos compatibles con intoxicación por mercurio.

- Síntomas
- Signos
- Tiempo de padecerlo
- Frecuencia
- Resultado de test clínico
- Test afectivo
- Resultado de test neurológico
- Resultado de test cognitivo

Factores de exposición laboral

- Tiempo de trabajar en extracción artesanal del oro
- Horas diarias expuesto al mercurio
- Forma de exposición
- Uso de medios de protección personal
- Protección al ambiente de trabajo

Conocimientos y percepción del riesgo

- Conocimiento sobre el mercurio
- Peligrosidad del mercurio
- Manipulación del mercurio
- Capacitación
- Riesgo del mercurio para su salud

La matriz de operacionalización de variables de investigación (MOVI) se presenta en **Anexo 1**.

8.7. Fuentes de información

Las fuentes de información fueron primarias, ya que se entrevistaron y examinaron directamente a cada minero artesanal involucrado en la extracción de oro.

También se tomó como fuente directa la observación del proceso productivo, del ambiente o espacio laboral y del uso de equipo de protección personal.

8.8. Estrategias de recolección de datos.

La Coordinación de la especialidad en Toxicología Clínica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN Managua, remitió una carta solicitando apoyo a las autoridades del MINSA en SILAIS Las Minas y del municipio de Rosita para realizar el estudio.

Posterior a la autorización del MINSA, se coordinó con las cooperativas para la selección aleatoria de la muestra de mineros artesanales con participación directa al mercurio durante el proceso de amalgamación, donde se les brindó información acerca del estudio y los beneficios que obtendrían de dichos resultados.

A todos los que aceptaron participar en el estudio, se les realizó una entrevista directa para aplicar el instrumento de recolección previamente validado en campo. Se destinó un lugar para realizar examen físico y para la evaluación de síntomas y signos, valoración neurológica y cognitiva.

El instrumento de recolección de datos contiene variables de identificación y las variables de estudio se presenta en **Anexo 2**.

8.9. Procesamiento y Plan de análisis

Los datos obtenidos fueron capturados de manera automatizada en una base de datos diseñada en software SPSS.

Se hizo uso de la estadística descriptiva y analítica. El análisis descriptivo univariado se presenta en frecuencias simples y relativas en porcentajes. Para las variables cuantitativas, se estimaron las medidas de posición (el promedio y la mediana) y de dispersión (rango y desviación estándar).

El análisis bivariado contrastó las características, conocimientos y factores con el gradiente de presentación de manifestaciones clínicas relacionadas toxicológicamente al mercurio.

La probabilidad fue evaluada mediante test de Chi cuadrado y t de Student con un nivel de significancia menor de 0.05%. La asociación causa – efecto fue evaluado mediante OR o razón de productos cruzados.

La información se presentó en prosa de texto en el capítulo de resultados, resumiéndose en tablas y gráficas.

El informe final retomó las recomendaciones de la guía de APA y su estructura se elaboró teniendo en cuenta el manual de la UNAN Managua para especialidades.

8.10. Consideraciones éticas.

Antes de la entrevista se les informó nuevamente sobre objetivos de la investigación y se consiguió el consentimiento verbal, con participación voluntaria. Los datos obtenidos se mantuvieron en completo anonimato, sus derechos y deberes.

Se garantizó un pequeño espacio que brindó privacidad para la entrevista y la examinación clínica.

IX. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

Luego de realizar el análisis de la base de datos de los mineros artesanales del municipio de Rosita, se obtuvieron los siguientes resultados:

9.1 Características biológicas y sociales.

En cuanto a la distribución de la población de mineros artesanales por sexo la mayoría de las personas que laboran como mineros son del sexo masculino con un 92% (80) del total, únicamente el 8% (7) corresponde al sexo femenino. (Ver tabla 1 en anexo 3).

En relación a la distribución por grupo etario de los mineros entrevistados la población que predominó fue el grupo de edad de 20-34 años con el 70.1%, y con un menor porcentaje el grupo de 60 años a más con el 1.1%. (Ver tabla 2 en anexo 3)

Al evaluar el estado nutricional de los mineros artesanales, se puede apreciar que la mayoría de los mineros presentan estados nutricionales normales con respecto a la clasificación del índice de Quetelet de la OMS, con el 62.1% del total y con un menor porcentaje los mineros que presentan obesidad con un 10.3% de la población estudiada. (Ver tabla 3 en anexo 3)

Al determinar la procedencia de la población de mineros encuestados, el 97.7% pertenecen al área rural y únicamente el 2.3% del área urbana. (Ver tabla 4 en anexo 3)

Con respecto al nivel de estudio de la población minera estudiada podemos afirmar que la mayoría es analfabeta representada con el 43.7%, en segundo lugar, se describe con el 37.9% los mineros con un nivel de primaria incompleta y solamente el 2.3% de los mineros tienen el nivel de secundaria completa. (Ver tabla 5 en anexo 3)

Se determinó que la mayoría no tenían enfermedades crónicas asociadas con el 94.3%, únicamente se identificó un 4.6% con hipertensión arterial y 1.1% con dermatitis alérgica. (Ver tabla 6 en anexo 3)

En cuanto a los años de exposición laboral como mineros artesanales la mayoría de los encuestados tienen 5 años de laborar con el 89.7% y con menor porcentaje los que han laborado entre 10 y 14 años con el 4.6%. Al evaluar las horas de exposición laboral el 92%

de los mineros artesanales laboran entre 7 a 10 horas diario, y con un menor porcentaje los que laboran por más de 10 horas con el 1.1% de los mineros encuestados. (Ver tabla 7 y 8 en anexo 3)

La forma de exposición laboral al mercurio metálico se da durante la quema del mercurio con el 51.7% de los encuestados, con el 19.5% durante la formación de la amalgama y el 18.4% de los mineros se exponen durante la extracción o almacenaje del mercurio y aunque no menos importante con el 4.6% durante el transporte del metal. (Ver tabla 9 en anexo 3)

El 89.7% de los mineros encuestados respondió no usar equipo de protección personal y solo el 10.3% usa algún equipo de protección. En relación a esta variable se preguntó el tipo de equipo de protección personal que usaban y se identificó que solo el 6.9% usó mascarilla durante la manipulación del mercurio y el 2.3% de los mineros utilizó guante para manipular el metal, el resto con el 89.7% no usa ningún tipo de equipo. (Ver tabla 10 en anexo 3)

El 89.7% de los mineros consideró que el ambiente donde labora no es seguro. (Ver tabla 11 en anexo 3)

9.2 Conocimientos sobre el mercurio de los mineros artesanales

Al medir el grado de conocimiento sobre el mercurio se determinó que el 100% de los mineros consideran que el mercurio no tiene ningún beneficio para el cuerpo humano. Sin embargo, un 96.6% de los mineros refirieron no tener conocimiento en como manipular, almacenar el mercurio y cómo actuar de forma adecuada ante un derrame accidental de mercurio. El 97.7% de los mineros artesanales refieren no tener conocimiento en cómo se debe desechar el mercurio. (Ver tabla 12 en anexo 3)

Al interrogar a los mineros artesanales si exponerse al mercurio produce daño a la salud, el 96.6% consideraron que si afecta la salud; sin embargo, el 3.4% afirmaron que no produce efectos dañinos a la salud. (Ver tabla 13 en anexo 3)

Además, se determinó que el 98.9% de los mineros manifestaron no haber recibido capacitación sobre el mercurio, solamente el 1.1% afirmó haber recibido algún tipo de capacitación. (Ver tabla 14 en anexo 3)

9.3 Manifestaciones clínicas relacionadas con la exposición a mercurio

Las manifestaciones clínicas de tipo dermatológicas que más se han presentado en los mineros artesanales estudiados fueron en primer lugar la dermatitis de contacto con el 28.7%, Hormigueo con el 25.3% y en una menor proporción sensibilidad en plantas y palmas, así como erupción eritematosa con exfoliación con el 8% respectivamente. (Ver gráfico 15 en anexo 4)

En cuanto a los síntomas gastrointestinales relacionados con intoxicación con mercurio en los mineros expuestos durante su jornada laboral el 13.8% presentó como síntoma predominante el aliento fétido, en orden de frecuencia se presentó la sialorrea con el 10.3%, así como pérdida de la dentición con el 8%. Los síntomas menos frecuentes fueron dolor abdominal y dientes de color parduzco con el 2.3% cada uno. (Ver gráfico 16 en anexo 4)

Las manifestaciones del tipo neurológico, se determinó como síntoma más predominante la cefalea con el 75.9%, continuando en orden de prevalencia dolor en ciertas partes de la piel con el 14.9%, el 11.5% manifestó temblores y con el 8% el síntoma de entumecimiento. Y únicamente con el 2.3% presentaron adiadocinesia e incapacidad para caminar bien respectivamente. En ninguno de los casos se asoció a convulsión y nistagmos. (Ver gráfico 17 en anexo 4)

Los síntomas neurológicos sugerentes de eretismo mercurial que se presentaron con mayor frecuencia fue el insomnio con el 46%, seguido de pérdida de la memoria con el 23%, en una menor frecuencia tristeza con 12.6%, ansiedad con el 10.3%. El síntoma menos frecuente con el 5.7% fue irritabilidad o labilidad emocional. (Ver gráfico 18 en anexo 4)

En relación a las manifestaciones clínicas respiratorias la tos predominó entre los mineros artesanales con el 40.2%, seguido de Rinitis con 31%, opresión en el pecho con el 11.5%. con menor frecuencia se asoció a disnea con un 5.7% y con el 2.3% el síntoma de ardor en el pecho. (Ver gráfico 19 en anexo 4)

Las manifestaciones clínicas de tipo oftalmológicas y auditivas que más se presentó en orden de frecuencia son conjuntivitis con el 27.6%, visión estrecha con un 3.4% así como

visión doble. Únicamente el 2.3% manifestó tener cierto grado de hipoacusia. (Ver gráfico 20 en anexo 4)

9.4 Asociación entre variables de exposición al mercurio y las manifestaciones clínicas de los mineros artesanales.

En relación con los síntomas dermatológicos asociados a intoxicación por mercurio y establecer asociación con los años de exposición laboral se determinó significancia estadística por un valor de $p \leq 0.05$ e IC del 95%, para Acrodinea ($p=0.028$ OR: 10) y erupción eritematosa con exfoliación ($p=0.00$ OR: 15.68). Para el resto de síntomas: dermatitis de contacto, sensibilidad en palmas y planta, hormigueo, color parduzco en manos a pesar de que fueron descritos por los mineros estos no tuvieron significancia estadística para establecer asociación con los años de exposición laboral. (Ver tabla 15 en anexo 3)

Los síntomas digestivos que mostraron significancia estadística al asociarlos a los años de exposición laboral por un valor de $p \leq 0.05$ e IC del 95% fueron irritación en boca y garganta ($p=0.028$ OR: 10.0), pérdida de la dentición ($p=0.006$ OR: 7.55), sabor metálico ($p=0.00$ OR: 31.8), gingivoestomatitis ($p=0.028$ OR: 10) y diente color parduzco ($p=0.003$ OR: 0.165). Para el resto de síntomas que se presentaron con mayor frecuencia como aliento fétido, sialorrea, vómito y dolor abdominal no hubo significancia estadística ni riesgo. (Ver tabla 16 en anexo 3)

En cuanto a los síntomas respiratorios: tos, rinitis, opresión en el pecho, disnea y ardor en el pecho al asociarlos con los años de exposición laboral con mercurio, no se estableció significancia estadística por un valor de $p \geq 0.05$ y tampoco se puede definir como riesgo. (Ver en anexo 3 tabla 17). Con respecto a los síntomas auditivos y oculares solo se presentó asociación entre el síntoma visión estrecha o en túnel por un valor de p de 0.028 y un OR de 10. Para el resto de síntomas: conjuntivitis, visión doble e hipoacusia no existe significancia estadística. (Ver tabla 18 en anexo 3)

Para los síntomas de eretismo mercurial se pudo establecer asociación y riesgo con los años de exposición laboral con: pérdida de la memoria ($p=0.029$ OR: 3.47), tristeza ($p=0.013$ OR: 4.92) y labilidad emocional ($p=0.013$ OR: 7.962). (Ver en anexo 3 tabla 19). En

este mismo aspecto los síntomas de tipo neurológico que presentaron significancia estadística fueron: dolor en ciertas partes de la piel ($p= 0.043$ OR: 3.58), temblores ($p= 0.00$ OR: 10.05) y adiadiocinesia ($p= 0.003$ OR: 0.165). para el resto de síntomas como cefalea, entumecimiento e incapacidad para caminar no hubo asociación ni riesgo. (Ver tabla 20 en anexo 3)

Por último, al establecer asociación con el uso de equipo de protección personal durante la exposición al mercurio y los síntomas y signos asociados a intoxicación se presentó asociación significativa para los síntomas: insomnio ($p= 0.043$ OR: 4.77), hormigueo ($p= 0.003$ OR: 7.75), sialorrea ($p= 0.017$ OR: 6), irritabilidad en boca y garganta ($p= 0.001$ OR: 22) y edema ($p= 0.00$ OR: 0.082). (Ver tabla 21 en anexo 3)

X. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La explotación del oro, es una de las industrias más fuertes y con mayor potencial de crecimiento en Nicaragua, ocupando el puesto número uno en los rubros de exportación minera. Sin embargo, en medio de la explotación tecnificada o industrial se ha venido desarrollando la explotación de la minería de oro artesanal con exposición al mercurio por la población de bajos recursos como una forma fácil de generar dinero y obtener sustento para sus familias, a pesar del impacto negativo que tiene para la salud y el ambiente.

Este estudio se enfocó en establecer asociación de factores de riesgos y presencia de manifestaciones clínicas relacionadas con intoxicación con mercurio en mineros artesanales del municipio de Rosita RACCN-Nicaragua, permitiendo generar información clínica para desarrollar intervenciones de prevención ante la exposición de mercurio.

De forma similar a los hallazgos de otras investigaciones, los mineros artesanales de este estudio, en su mayoría pertenecen al sexo masculino (92%), con un grupo etario entre las edades de 20 a 34 años (70.1%). Así mismo, poseían un nivel de estudio deficiente debido a que el 43.7% eran analfabetos y el 37.9% con un nivel de primaria incompleto. Siendo el predominio de mineros del sexo masculino comparables con estudio realizado a nivel internacional: Uganda (72.68%), Ghana (94.2%), Sukabumi Indonesia (53.52%) y a nivel nacional La Libertad Chontales (100%), la mayor participación masculina se debe a que este tipo de trabajo requiere de un gran esfuerzo físico.

El nivel educativo presentó un comportamiento similar en Uganda (47.54%), Ghana (60.9%) y Sukabumi (70.42%) para un nivel más alto de primaria, a diferencia del estudio realizado a nivel nacional en La libertad Chontales (74.4%) con un nivel de secundaria. Esta característica de la población minera genera pocas oportunidades laborales de otro tipo e incrementa la probabilidad de exposición al mercurio por una percepción de riesgo deficiente, la falta de conocimiento acerca de los efectos nocivos del mercurio en el ser humano y el ambiente; es decir un mayor nivel educativo se asocia a un mayor aprendizaje de los factores de riesgo y el uso adecuado de equipos de protección personal. Por ejemplo, el estudio realizado en Sukabumi Indonesia se encontró que el nivel educativo de los encuestados tuvo

efectos significativos ($p < 0,01$) sobre el contenido de Hg en el cabello. Los encuestados con educación superior tendían a tener niveles más bajos de Hg; en el presente estudio por el costo económico alto no se logró cuantificar niveles de mercurio en los mineros artesanales.

La mayor exposición al mercurio se presenta durante la quema del metal (51.7%) para poder separar el oro en su forma pura, de forma similar a los datos descritos en el estudio de Costa Rica (Fernández, 2019) donde la mayor exposición ocupacional al mercurio se da durante este proceso.

Respecto a los años de exposición al mercurio se informó entre 1 a 30 años, sin embargo, la mayoría de los mineros tienen de 1 a 5 años con una media de 3.77 años y con un horario laboral de 7 a 10 horas con una media de 7.7 horas; es importante recalcar que el 89.7% de los mineros no usan equipo de protección lo que determina mayor absorción de mercurio por vía inhalatoria. Ramírez (2008) describe que el mercurio por esta vía alcanza la sangre con una eficiencia del 80% y por tanto mayor probabilidad de síntomas asociados a intoxicación por mercurio. Estos datos muestran similitudes al estudio realizado en Colombia por Ramos (2021) debido a que la mayoría de las personas (80%) usan el Hg durante la amalgamación, pero con mayor tiempo de exposición por una media de 12 años, solo el 48% reportaron trabajar entre 0-10 años, además se demostró que en los quemadores de amalgama los niveles de mercurio fueron muy superiores.

Stephan Bose-O'Reilly (2017) encontró mayor exposición en los quemadores de amalgama y niveles más altos de mercurio asociándose a síntomas típicos de intoxicación. A nivel nacional el estudio realizado en Bonanza por Flores y Paiz (2020) revelan resultados muy similares estableciendo fuerte asociación entre síntomas de intoxicación y exposición laboral al mercurio.

Los efectos del mercurio en la salud de los mineros revelan una alta frecuencia de síntomas y signos asociados a toxicidad desde alteraciones del tipo neurológicos, manifestaciones dermatológicas, gastrointestinales, oculares, auditivas y respiratorias. De esta manera se estableció asociación entre las variables de exposición al mercurio con las manifestaciones clínicas que sugieren intoxicación por mercurio. Los síntomas y signos se clasificaron según los sistemas afectados y se cruzaron con las variables años de exposición

laboral estableciendo una media de 4 años y con el uso o no de equipo de protección personal. Sin embargo, no todos los síntomas y signos reportados tienen asociación estadística significativa con la exposición al mercurio metálico

Se determinó significancia estadística por un valor de $p \leq 0.05$ e IC del 95%, para síntomas dérmicos como Acrodinea y erupción eritematosa con exfoliación. En relación a los síntomas gastrointestinales se encontró asociación con varios síntomas como irritación en boca y garganta, pérdida de la dentición, sabor metálico, gingivoestomatitis y diente color parduzco. Estos síntomas son comparables con los síntomas encontrados por Stephan Bose-O'Reilly (2017) en el estudio de síntomas y signos de mineros de varias áreas de extracción de oro artesanal a pequeña escala (Filipinas, Mongolia, Tanzania, Zimbabue, Indonesia) donde también describen algunos síntomas digestivos como sabor metálico y salivación excesiva.

No se estableció asociación para los síntomas respiratorios como tos, rinitis, opresión en el pecho, disnea y ardor en el pecho al asociarlos con los años de exposición laboral con mercurio aun cuando la principal vía de exposición es respiratoria lo que podría estar relacionado con la cantidad de mercurio utilizado por los mineros. A diferencia de un estudio de series de casos de la base de datos de Poison Center y el estudio de Uganda en el año 2018 que informaron síntomas pulmonares compatibles con la inhalación de vapor de mercurio, como disnea y tos; de igual manera para los síntomas auditivos y oculares de nuestro estudio solo se presentó asociación con visión estrecha o en túnel.

Al analizar los síntomas neurológicos y de eretismo mercurial se pudo establecer asociación y riesgo con los años de exposición laboral con pérdida de la memoria, tristeza, labilidad emocional, dolor en ciertas partes de la piel, temblores y adiadocinesia. Reportándose síntomas neurológicos semejantes en el estudio de Stephan Bose-O'Reilly (2017) por la presencia de temblores, problemas de coordinación y ataxia, aunque este último síntoma no tuvo significancia estadística con factores de exposición en nuestro estudio. Sin embargo, los síntomas descritos por Wayana (2018) en mineros de Uganda no son semejantes a los síntomas neurológicos descritos en nuestro estudio, de la misma manera el estudio nacional por Flores y Paiz (2020) en Bonanza demostró significancia estadística para los síntomas neurológicos, aunque los síntomas de mayor relevancia estadística fueron

discromatopsia, menor desempeño en pruebas del dominio cognitivo y disminución en la coordinación motora

Una de las limitaciones fue no poder realizar dosaje de mercurio en los mineros porque en nuestro país son estudios de alto costo y el Ministerio de Salud aún no cuenta con este tipo de pruebas, consideramos de manera urgente realizar un estudio donde se pueda cuantificar los niveles de mercurio en los mineros expuestos, considerando que todas las personas presentaron uno a más síntomas asociados a intoxicación.

El estudio de carga mundial de morbilidad del mercurio utilizado en la minería artesanal nos revela que entre un 25-33% de los mineros sufren de intoxicación crónica, esto nos indica que es un problema de salud pública global y en parte descuidado. Nuestro gobierno como garante de la salud a través del Ministerio de Salud ratificó su compromiso con el Convenio de Minamata para preservar la salud de las personas y el ambiente.

XI. CONCLUSIONES

1. Las características de los mineros artesanales de las comunidades de la ciudad de Rosita que participaron en el estudio la mayoría son hombres, con predominio del grupo de edad entre 20-34 años, procedentes del área rural y con un nivel de educación de primaria incompleta o analfabetos. La mayoría de los mineros gozan de un estado nutricional normal.
2. Los mineros artesanales tenían entre 1 y 30 años de laborar, con una media de 4 años con exposición al mercurio, trabajando ocho horas diario y sin equipos de protección adecuados. Siendo la principal forma de exposición durante la quema del mercurio.
3. Poseen un conocimiento no calificado sobre los efectos del mercurio en la salud, la manipulación y eliminación del metal, por lo tanto, son deficientes.
4. Los síntomas y signos asociados a intoxicación laboral por mercurio que presentan mayor relevancia estadística son los síntomas dérmicos como acrodinia, erupción eritematosa con exfoliación, a nivel digestivo pérdida de la dentición, sabor metálico, diente color parduzco y los síntomas neurológicos característico de este tipo de intoxicación: pérdida de la memoria, tristeza, labilidad emocional
5. Los factores de riesgo asociados a síntomas de intoxicación por mercurio en los mineros del estudio fueron trabajar sin equipo de protección personal y exponerse al mercurio por más de 4 años.
6. Los hallazgos del estudio son útiles para guiar futuras intervenciones destinadas a prevenir la exposición al mercurio en las comunidades mineras. Los estudios futuros deben de cuantificar los niveles de mercurio entre los mineros para detectar niveles de toxicidad y garantizar el manejo terapéuticos de los mineros con niveles tóxicos.

XII. RECOMENDACIONES

Al Ministerio de Salud:

- Garantizar exámenes que permitan medir los niveles de mercurio en los mineros artesanales con el objetivo de determinar quienes presentan intoxicación y así iniciar tratamiento adecuado.
- Implementar programas de comunicación para aumentar el conocimiento público de los peligros del mercurio en el medio ambiente y la salud pública.
- Al nivel del SILAIS Las Minas: capacitar al personal de salud sobre los efectos del mercurio con el objetivo de que puedan reconocer en la población expuesta síntomas y signos de intoxicación.

A los mineros:

- Hacer uso de los equipos de protección personal para disminuir la exposición al mercurio metálico.
- Utilizar medios alternativos para la explotación de oro donde los mineros no se expongan al metal mercurio.

MARENA:

- Realizar estudios que determinen el grado de contaminación hídrica por mercurio en las zonas mineras del país, con el objetivo de proteger la salud de los seres vivos y el ambiente.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (6 de mayo del 2016). *Resúmenes de Salud Pública - Mercurio (Azogue) (Mercury)*.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html
- Bose-O'Reilly, S., Bernaudat, L., & Siebert, U. (2017). Signs and symptoms of mercury-exposed gold miners. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 30(2), 249-269.
DOI: <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.00715>
- Fernández, N. (2019). Exposición a mercurio de las personas que trabajan en la minería artesanal de oro. *Población y Salud en Mesoamérica*, 17(1), 1-27.
DOI: <https://doi.org/10.15517/psm.v17i1.37789>
- Grandez, U.J., Gonzalo, R.J., Ronceros, M.V., Bedoya, V.S., Grandez, C.G. & Pérez, Z.C. (2012). *Niveles de mercurio en cabello de mujeres en una comunidad nativa, Madre de Dios, Perú*. Ministerio del Ambiente.
<https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/520>
- Harianja, A., Saragih, G., Fauzi, R., Hidayat, Syofyan, Y., Taprizigh, E. & Kartiningsih, S. (2019). Mercury Exposure in Artisanal and Small-Scale Gold Mining Communities in Sukabumi, Indonesia. *Journal of Health Pollution*, 10(28), 201-209.
DOI: 10.5696/2156-9614-10.28.201209
- Jirón-Mena L. (2016). Características de las condiciones laborales en mineros artesanales, la libertad, Chontales, Nicaragua, Abril, 2016. [Tesis para Maestría en Salud Ocupacional]. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/7783/>
- Lagos García, A. U., y Rivas Duarte, G. (2014). Situación socioeconómica de la niñez trabajadora en la minería artesanal en el barrio Mario de la Llana, Bonanza, 2013.

Tesis de grado. Siuna: Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense URACCAN. <http://repositorio.uraccan.edu.ni/1338/>

Mensah, E., Afarai, E., Wurapa, F., Sackey, S., Quainoo, A., Kenu, E. & Nyarko, K. (2012). Exposure of small-scale gold miners in Prestea to mercury, Ghana. *Pan African Medical Journal*, 25(1), 6. DOI: 10.11604/pamj.supp.2016.25.1.6171

Noble, M., Stewart, D., Horowitz, B. (2016). Inhalational mercury toxicity from artisanal gold extraction reported to the Oregon poison center, 2002–2015. *Clinical Toxicology*, 54(9), 847-851. <https://doi.org/10.1080/15563650.2016.1199029>

Ministerio de Salud. (2015). *Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de la Intoxicación por Mercurio*. Perú. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3245.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (31 de marzo de 2017). *El mercurio y la salud*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

Organización Mundial de la Salud (2017). *Riesgos para la salud relacionados con el trabajo y el medioambiente asociados a la extracción de oro artesanal o a pequeña escala*. Ginebra: OMS, <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259452/9789243510279-spa.pdf;sequence=1>

Osores Plenge, F., Grández Urbina, A., & Fernández Luque, J. (2010). Mercurio y salud en Madre de Dios, Perú. *Acta Médica Peruana*, 27(4), 310-311. <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v27n4/a16v27n4.pdf>

Pinillos, M.A. (2018). *Libro electrónico de toxicología clínica*. Complejo Hospitalario de Navarra. http://www.navarra.es/home_es/Temas/Portal+de+la+Salud/Profesionales/Documentacion+y+publicaciones/Otras+publicaciones/Libro+electronico+de+Toxicologia/Productos+quimicos+metales+y+gases.htm

- Ramírez, A.V. (2008). Intoxicación ocupacional por mercurio. *An Fac med*, 69(1), 46-51.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v69n1/a10v69n1.pdf>
- Ramos, C., Bravob, A., Paternina, R., Negrete, J., Díezb, S. (2021). Occupational human exposure to mercury in artisanal small-scale gold mining communities of Colombia. *Environment International*, 146, 106216
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106216>
- Steckling, N., Tobollik, M., Plass, D., Hornberg, C., Ericson, B., Fuller, R. & Bose-O'Reilly, S. (2017). Global Burden of Disease of Mercury Used in Artisanal Small-Scale Gold Mining. *Annals of Global Health*, 83(2), 234-247.
DOI: <http://doi.org/10.1016/j.aogh.2016.12.005>
- United Nations Environment. (2019). *Global Mercury Assessment 2018*. Ginebra, Suiza.
<https://www.unep.org/resources/publication/global-mercury-assessment-2018>
- Villanueva, P.A., Adserias, G.M., Chimenos, K.E. (2015). Nivel de mercurio en cabello de niños peruanos expuestos en una zona minera de Arequipa y de la ciudad de Lima. *Av. Odontoestomatol*, 31(2), 85-90. <https://dx.doi.org/10.4321/S0213-12852015000200005>.
- Wanyana, M., Agaba, F., Sekimpi, D., Mukasa, V., Kamese, G y Ssempebwa, J. (2020). Mercury Exposure Among Artisanal and Small-Scale Gold Miners in Four Regions in Uganda. *Journal of Health & Pollution*, 10(26), 1-11.
<https://meridian.allenpress.com/jhp/article/10/26/200613/445421/Mercury-Exposure-Among-Artisanal-and-Small-Scale>

ANEXOS

ANEXO 1.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

DIMENSIÓN	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	VALORES Y ESCALA
Características biológicas y Sociales	Edad	Período medido tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento de la entrevista.	Según cédula	Cuantitativa continua	Valor: años cumplidos Escala: 20-34 años 35-49 años 50-59 años 60 y más
	Sexo	Carácter fenotípico que distingue al hombre de la mujer.	Observación directa	Cualitativa nominal	Masculino Femenino
	Estado nutricional	Valoración de la salud nutricional obtenida mediante el IMC o Índice de Quetelet de la OMS	Razón entre el peso en Kg y la Talla elevada al cuadrado	Cuantitativa continua	Valor: Índice Escala: < 18.5 Delgadez 18.5-24.9 Normal 25-29.9 Sobrepeso ≥ 30 Obesidad
	Procedencia	Lugar de origen de una persona	Referido por el entrevistado	Cualitativa nominal	Urbano Rural
	Escolaridad	Período de tiempo que un niño o un joven asiste a la escuela para estudiar y aprender, especialmente el tiempo que dura la enseñanza obligatoria.	Referido por el entrevistado	Cualitativa nominal	Ninguna Primaria incompleta Primaria completa Secundaria incompleta Secundaria completa Universitario
	Antecedentes de enfermedad crónica	Patología diagnosticada previo al inicio de actividad de extracción de metales.	Diagnóstico confirmado referido por el entrevistado	Cualitativa nominal	Ninguna Hipertensión Neumonías Enfermedad renal crónica Dermatitis alérgica Otras

DIMENSIÓN	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	VALORES Y ESCALA
Síntomas y signos compatibles con intoxicación por mercurio	Síntomas y signos presentes	Presencia de una manifestación de molestia, o hallazgos que se aleja de lo considerado como normal.	Lo referido por el entrevistado y encontrado por el médico durante el examen físico	Cualitativa nominal	Nombre de síntomas y signos identificados
	Número de Síntomas	Cantidad de molestias reportados por una persona	Lo referido por el entrevistado	Cuantitativa discreta	Valor: Número Escala: Ninguno Uno Dos Tres o más
	Número de Signos	Cantidad de alteraciones identificada por el médico mediante en examen físico.	Lo evaluado por el médico	Cuantitativa discreta	Valor: Número Escala: Ninguno Uno Dos Tres o más
	Tipo de manifestaciones clínicas	Agrupación de cada signo y síntoma según aparato o sistema afectado	Clasificación mencionada en guías de manejo de intoxicación por mercurio	Cualitativa nominal	Respiratorias Dérmicas Digestivas Psicológicas Neurológicas Cognitivas Cardiovasculares Metabólicas Renales Oculares Otorrinolaringológicas
	Tiempo de inicio de las manifestaciones clínicas.	Tiempo transcurrido desde el apareamiento del primer síntoma o signo.	Lo referido por el entrevistado	Cuantitativa discreta	Valor: Meses o años Escala: Menos de 1 año 1-5 años Más de 5 años

DIMENSIÓN	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	VALORES Y ESCALA
Exposición al mercurio	Tiempo de exposición	Período de tiempo trabajando directamente en el proceso de extracción del oro.	Lo referido por el entrevistado	Cuantitativa continua	Valor: Años Escala: 5-9 años 10-14 años 15 y más años
	Intensidad de la exposición	Cantidad de horas de jornada laboral expuesto al mercurio en un día.	Lo referido por el entrevistado	Cuantitativa continua	Valor: horas / día Escala: Menos de 6 horas 7 – 10 horas Más de 10 horas
	Forma de exposición	Circunstancia en que el trabajador se expone al mercurio durante el proceso productivo de la extracción del oro.	Lo referido por el entrevistado	Cualitativa nominal	Formación de amalgama Quema del mercurio Transporte del mercurio Extracción o almacenaje Derrames
	Uso de EPP	Barreras que protegen al trabajador para evitar estar en contacto con el mercurio metálico o sus vapores.	Lo referido por el entrevistado y observado por el entrevistador	Cualitativa nominal	Mascarilla Respirador Gafas Guantes Ropa protectora cuerpo
	Protección al ambiente laboral	Condiciones estructurales del sitio de trabajo.	Lo observado por el entrevistador	Cualitativa nominal	Ambiente seguro Ambiente inseguro

DIMENSIÓN	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	VALORES Y ESCALA
Conocimientos sobre el mercurio	Conocimiento sobre el Mercurio	Menciona adecuadamente el tipo de elemento, su presentación y uso.	Lo referido por el entrevistado	Cualitativa nominal	No tiene conocimiento Conoce básicos
	Peligrosidad	Identifica que es un metal que no trae beneficios al cuerpo humano.	Lo referido por el entrevistado	Cualitativa dicotómica	Si No
	Manipulación segura	Describe adecuadamente como manipular el mercurio, desecharlo, almacenarlo y actuar ante derrames.	Lo referido por el entrevistado	Cualitativa nominal	Sabe No sabe
	Capacitación	Menciona haber recibido capacitación y temas	Lo referido por el entrevistado	Cualitativa dicotómica	Si No
	Riesgo para la salud	Refiere tener la percepción que exponerse al mercurio produce daños a la salud de los trabajadores.	Lo referido por el entrevistado	Cualitativa nominal	Afecta la salud No afecta la salud

ANEXO 2

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN-Managua
Facultad de Ciencias Médicas
Especialidad en Toxicología Clínica

CUESTIONARIO PARA MINEROS ARTESANALES DEL ORO

Número de ficha: _____ Cooperativa: _____
Fecha: _____

I. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS Y SOCIALES

1. **Edad:** _____
2. **Sexo:** ___ Masculino ___ Femenino
3. **Estado Nutricional:** Peso _____ Kg Talla: _____ mts IMC:
< 18.5 Delgadez ___
18.5-24.9 Normal ___
25-29.9 Sobrepeso ___
≥ 30 Obesidad ___
4. **Procedencia** _____ (Comunidad – Barrio)
Urbano ___ Rural ___
5. **Escolaridad**
Ninguna ___ Primaria incompleta ___ Primaria completa ___
Secundaria incompleta ___ Secundaria completa ___ Universitario ___
6. **¿Padece de alguna enfermedad crónica?** Si ___ No ___
Neumonías a repetición ___
Enfermedad renal crónica ___
Hipertensión ___
Diabetes mellitus ___
Dermatitis alérgica ___
Acrodinea ___
Otras _____

II. SÍNTOMAS Y SIGNOS POR INTOXICACIÓN POR MERCURIO

7. ¿Cuál de las siguientes molestias o síntomas tiene desde que inició a trabajar en la extracción del oro? ¿Cuáles signos se identificaron al examen físico? Marque con X

Cutáneas		Gastrointestinal		Neurológicos	
Acrodinia:		Irritación en boca y garganta		temblores	
sensibilidad plantas y palmas		ardor en el pecho		estremecimientos	
hormigueo		dolor torácico difuso		cefalea	
Erupción eritematosa con exfoliación		dolor abdominal intenso y difuso		entumecimiento	
Color parduzco en extremidades		vómitos		dolor en ciertas partes de la piel	
Dermatitis de contacto		diarrea sanguinolenta		incapacidad para caminar bien	
Ojo, oído y nariz		gingivostomatitis		adiadiocinesia	
visión doble		pérdida de la dentición		nistagmos	
ceguera		glositis		convulsiones	
Visión estrecha o en túnel		lesiones diversas en esófago			
conjuntivitis		lesiones o úlceras en estómago/intestinos		Psicológicas Eretismo mercurial	
hipoacusia		sialorrea		insomnio	
rinitis		hipertrofia de glándulas salivales		Irritabilidad o labilidad emocional	
Alteraciones renales		dientes color parduzco Letuelle		tristeza	
oliguria		Sabor metálico		ansiedad	
anuria		Aliento fétido		pérdida de memoria	
edema				timidez	
Respiratorio				Otros	
Disnea					
Tos					
Opresión en el pecho					

8. ¿Cuál es el tiempo de inicio de síntomas o signos? ____ meses ____ años

III. EXPOSICIÓN AL MERCURIO

9. ¿Desde cuantos Usted viene trabajando con el mercurio?

___ meses ___ años

10. ¿En su jornada laboral, cuántas horas pasa expuesto al mercurio? ___ h.

11. ¿De cuáles formas se expone al mercurio?

Formación de amalgama ___

Quema del mercurio ___

Transporte del mercurio ___

Extracción o almacenaje ____

Derrames ____

Otra _____

12. ¿Usa algún equipo de protección personal durante su trabajo?

Sí ___ No ___

13. Si P12 es Si, ¿Cuáles equipos usa?

Mascarilla ___

Respirador ___

Gafas ___

Guantes ___

Ropa protectora cuerpo ___

Otro _____

14. ¿Ha presentado problemas respiratorios durante el proceso de extracción del oro, usando mercurio? Sí ___ No ___

15. OBSERVACIÓN. ¿El sitio donde labora se considera ambiente seguro?

Sí ___ No ___

IV. CONOCIMIENTOS SOBRE EL MERCURIO

16. ¿Qué conoce usted sobre el mercurio?

17. ¿Cree usted que el mercurio trae algún beneficio al cuerpo humano?

Sí ___ No ___

18. ¿Sobre el manejo del mercurio, conoce Usted?

a. ¿Cómo manipular el mercurio? Sí ___ No ___

Si dice Si, explique _____

b. ¿Cómo desecharlo? Sí ___ No ___

Si dice Si, explique _____

c. ¿Cómo almacenarlo? Sí ___ No ___

Si dice Si, explique _____

d. ¿Cómo actuar ante derrames? Sí ___ No ___

Si dice Si, explique _____

19. ¿Alguna vez ha recibido capacitación sobre el manejo seguro del mercurio? Sí ___

No ___

20. Si es Sí, ¿Hace cuánto tiempo fue capacitado? Meses ___ Años ___

21. ¿Quién les brindó la capacitación? _____

22. ¿Cree Usted que exponerse al mercurio produce daños a la salud de los trabajadores? Sí ___ No ___

Muchas gracias

Observaciones: _____

ANEXO 3

TABLAS DE RESULTADOS

Tabla 1.

Distribución por sexo de los mineros artesanales Municipio de Rosita

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	7	8.0
Masculino	80	92.0
Total	87	100.0

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 2.

Distribución por grupo etario de los mineros artesanales

Edad	Frecuencia	Porcentaje
20-34	61	70.1
35-49	22	25.3
50-59	3	3.4
mayor 60	1	1.1
Total	87	100.0

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 3.

Estado nutricional de los Mineros Artesanales

IMC	Frecuencia	Porcentaje
18.5-24.9	54	62.1
25-29.9	24	27.6
Mayor 30	9	10.3
Total	87	100.0

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 4.*Distribución de la población por procedencia*

Procedencia	Frecuencia	Porcentaje
Rural	85	97.7
Urbano	2	2.3
Total	87	100.0

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 5.*Nivel de estudio de la población de Mineros Artesanales*

Escolaridad	Frecuencia	Porcentaje
Ninguna	38	43.7
Primaria incompleta	33	37.9
Primaria completa	5	5.7
Secundaria completa	2	2.3
Secundaria incompleta	9	10.3
Total	87	100.0

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 6.*Enfermedades crónicas de los mineros*

Enfermedad	Frecuencia	Porcentaje
Ninguna	82	94.3
Dermatitis alérgica	1	1.1
Hipertensión	4	4.6
Total	87	100.0

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 7.*Tiempo de exposición al mercurio por los mineros artesanales*

Años de exposición	Frecuencia	Porcentaje
0 a 5 años	78	89.7
10 a 14 años	4	4.6
Mayor a 15 años	5	5.7
Total	87	100.0
Años de exposición		
Mínimo	Máximo	Media
1.00	30.00	3.7701

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 8.*Horas de exposición laboral*

Horas	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 6 Horas	6	6.9
7 a 10 horas	80	92.0
Más de 10 horas	1	1.1
Total	87	100.0
Horas de exposición		
Mínimo	Máximo	Media
2.00	12.00	7.7126

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 9.*Formas de exposición al mercurio*

Formas de exposición	Frecuencia	Porcentaje
Formación de amalgama	17	19.5
Quema del mercurio	45	51.7
Transporte del mercurio	4	4.6
Extracción o almacenaje	16	18.4
Derrames	5	5.7
Total	87	100.0

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 10.*Uso de equipo de protección*

Usa EPP	Frecuencia	Porcentaje
No	78	89.7
Si	9	10.3
Total	87	100.0

<i>Tipo de equipo de protección</i>		
Tipo de equipo	Frecuencia	Porcentaje
Mascarilla	6	6.9
Respirador	1	1.1
Guantes	2	2.3
Ninguno	78	89.7
Total	87	100

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 11.*Ambiente laboral seguro*

Ambiente laboral seguro	Frecuencia	Porcentaje
No	78	89.7
Si	9	10.3
Total	87	100.0

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 12.*Conocimientos sobre el mercurio por los mineros artesanales*

<i>El mercurio tiene beneficios en el ser humano</i>		
Beneficio del mercurio	Frecuencia	Porcentaje
No	87	100.0
<i>Conoce el Manejo del mercurio</i>		
Conoce el Manejo del mercurio	Frecuencia	Porcentaje
No	84	96.6
Si	3	3.4
Total	87	100.0
<i>Conoce como almacenar el mercurio</i>		
Conoce como almacenar	Frecuencia	Porcentaje
No	84	96.6
Si	3	3.4
Total	87	100.0
<i>Cómo actuar ante derrame</i>		
Cómo actuar ante derrame	Frecuencia	Porcentaje
No	84	96.6
Si	3	3.4
Total	87	100.0
<i>Como desecharlo</i>		
Como desechar el Mercurio	Frecuencia	Porcentaje
No	85	97.7
Si	2	2.3
Total	87	100

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 13.*Exponerse al mercurio produce daño a la salud*

Exposición al mercurio	Frecuencia	Porcentaje
No	3	3.4
Si	84	96.6
Total	87	100.0

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 14.*Ha recibido capacitación sobre manejo del mercurio*

Capacitación	Frecuencia	Porcentaje
No	86	98.9
Si	1	1.1
Total	87	100.0

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 15.*Asociación entre los síntomas dermatológicos con los años de exposición al mercurio*

Síntomas dermatológicos	Exposición Ocupacional al mercurio más de 4 años					OR	p (IC 95%)
	No	Porcentaje	Si	Porcentaje	Total		
Acrodinea						10.000	0.028
No	70	83.3%	14	16.7%	84		
Si	1	33.3%	2	66.7%	3		
Sensibilidad plantas y palmas							
No	67	83.8%	13	16.3%	80	3.865	0.081
Si	4	57.1%	3	42.9%	7		
Hormigueo							
No	56	86.2%	9	13.8%	65	2.9	0.06
Si	15	68.2%	7	31.8%	22		
Erupción eritematosa con exfoliación							
No	69	86.3%	11	13.8%	80	15.682	0.00
Si	2	28.6%	5	71.4%	7		
Color parduzco en extremidades							
No	69	82.1%	15	17.9%	84	2.3	0.497
Si	2	66.7%	1	33.3%	3		
Dermatitis de contacto							
No	53	85.5%	9	14.5%	62	2.29	0.142
Si	18	72.0%	7	28.0%	25		

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 16.

Asociación entre síntomas digestivos y exposición ocupacional al mercurio por más de 4 años

Síntomas Digestivos	Exposición Ocupacional al mercurio más de 4 años						
	No	Porcentaje	Si	Porcentaje	Total	OR	<i>p</i> (IC 95%)
Irritación en boca y garganta							
No	70	98.6%	14	87.5%	84	10.00	0.028
Si	1	1.4%	2	12.5%	3		
Aliento fétido							
No	64	90.1%	11	68.8%	75	4.16	0.25
Si	7	9.9%	5	31.3%	12		
Sialorrea							
No	64	90.1%	14	87.5%	78	1.31	0.754
Si	7	9.9%	2	12.5%	9		
Pérdida de la dentición							
No	68	95.8%	12	75.0%	80	7.55	0.006
Si	3	4.2%	4	25.0%	7		
Sabor Metálico							
No	70	98.6%	11	68.8%	81	31.8	0.00
Si	1	1.4%	5	31.3%	6		
Gingivoestomatitis							
No	70	98.6%	14	87.5%	84	10.00	0.028
Si	1	1.4%	2	12.5%	3		
Diente color parduzco							
No	71	100.0%	14	87.5%	85	0.165	0.003
Si	0	0.0%	2	12.5%	2		
Dolor abdominal							
No	70	98.6%	15	93.8%	85	4.667	0.243
Si	1	1.4%	1	6.3%	2		

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 17.

Asociación entre exposición ocupacional al mercurio más de 4 años y síntomas respiratorios

Síntomas respiratorios	Exposición Ocupacional al mercurio más de 4 años				Total	OR	p (IC 95%)
	No	Porcentaje	Si	Porcentaje			
Tos							
No	41	57.7%	11	68.8%	52	0.62	0.417
Si	30	42.3%	5	31.3%	35		
Rinitis							
No	48	67.6%	12	75.0%	60	0.70	0.564
Si	23	32.4%	4	25.0%	27		
Opresión en el pecho							
No	63	88.7%	14	87.5%	77	1.125	0.889
Si	8	11.3%	2	12.5%	10		
Disnea							
No	67	94.4%	15	93.8%	82	1.117	0.924
Si	4	5.6%	1	6.3%	5		
Ardor en el pecho							
No	69	97.2%	16	100.0%	85	0.812	0.500
Si	2	2.8%	0	0.0%	2		

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 18.

Asociación entre exposición ocupacional al mercurio por 4 años y síntomas oculares y auditivos.

Síntomas	Exposición Ocupacional al mercurio más de 4 años						
	No	Porcentaje	Si	Porcentaje	Total	OR	<i>p</i> (IC 95%)
Conjuntivitis							
No	51	71.8%	12	75.0%	63	0.85	0.798
Si	20	28.2%	4	25.0%	24		
Visión estrecha o en túnel							
No	70	98.6%	14	87.5%	84	10.00	0.028
Si	1	1.4%	2	12.5%	3		
Visión doble							
No	68	95.8%	16	100.0%	84	0.81	0.403
Si	3	4.2%	0	0.0%	3		
Hipoacusia							
No	69	97.2%	16	100.0%	85	0.81	0.497
Si	2	2.8%	0	0.0%	2		

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 19.

Asociación entre exposición ocupacional al mercurio por 4 años y síntomas de eretismo mercurial

Síntomas	Exposición Ocupacional al mercurio más de 4 años						
	No	Porcentaje	Si	Porcentaje	Total	OR	<i>p</i> (IC 95%)
Insomnio							
No	39	54.9%	8	50.0%	47	1.219	0.721
Si	32	45.1%	8	50.0%	40		
Pérdida de la memoria							
No	58	81.7%	9	56.3%	67	3.47	0.029
Si	13	18.3%	7	43.8%	20		
Tristeza							
No	65	91.5%	11	68.8%	76	4.92	0.013
Si	6	8.5%	5	31.3%	11		
Ansiedad							
No	64	90.1%	14	87.5%	78	1.306	0.754
Si	7	9.9%	2	12.5%	9		
Timidez							
No	65	91.5%	15	93.8%	80	0.722	0.77
Si	6	8.5%	1	6.3%	7		
Labilidad emocional							
No	69	97.2%	13	81.3%	82	7.962	0.013
Si	2	2.8%	3	18.8%	5		

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 20.*Asociación entre exposición ocupacional al mercurio por 4 años y síntomas neurológicos*

Síntomas	Exposición Ocupacional al mercurio más de 4 años						
	No	Porcentaje	Si	Porcentaje	Total	OR	<i>p</i> (IC 95%)
Cefalea							
No	16	22.5%	5	31.3%	21	0.640	0.462
Si	55	77.5%	11	68.8%	66		
Dolor en ciertas partes de la piel							
No	63	88.7%	11	68.8%	74	3.58	0.043
Si	8	11.3%	5	31.3%	13		
Temblores							
No	67	94.4%	10	62.5%	77	10.05	0.00
Si	4	5.6%	6	37.5%	10		
Entumecimientos							
No	67	94.4%	13	81.3%	80	3.86	0.081
Si	4	5.6%	3	18.8%	7		
Adiadiocinesia							
No	71	100.0%	14	87.5%	85	0.165	0.003
Si	0	0.0%	2	12.5%	2		
Incapacidad para caminar							
No	70	98.6%	15	93.8%	85	4.66	0.243
Si	1	1.4%	1	6.3%	2		

Fuente: instrumento de recolección de datos

Tabla 21.

Asociación entre uso de equipo de protección personal y síntomas de intoxicación por mercurio.

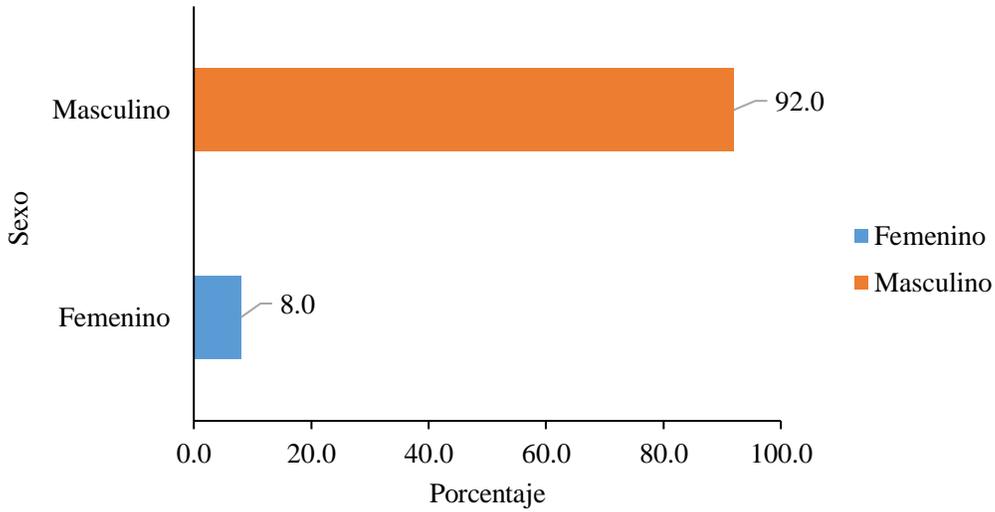
Síntomas	Uso de equipo de protección personal							
	Insomnio	No	Porcentaje	Si	Porcentaje	Total	OR	<i>p</i> (IC 95%)
Insomnio	No	45	95.7%	2	4.3%	47	4.770	0.043
	Si	33	82.5%	7	17.5%	40		
Sensibilidad Palmas y plantas								
Sensibilidad Palmas y plantas	No	73	91.3%	7	8.8%	80	4.171	0.099
	Si	5	71.4%	2	28.6%	7		
Hormigueo								
Hormigueo	No	62	95.4%	3	4.6%	65	7.75	0.003
	Si	16	72.7%	6	27.3%	22		
Sialorrea								
Sialorrea	No	72	92.3%	6	7.7%	78	6	0.017
	Si	6	66.7%	3	33.3%	9		
Irritabilidad boca y garganta								
Irritabilidad boca y garganta	No	77	91.7%	7	8.3%	84	22	0.001
	Si	1	33.3%	2	66.7%	3		
Dolor abdominal								
Dolor abdominal	No	77	90.6%	8	9.4%	85	9.625	0.062
	Si	1	50.0%	1	50.0%	2		
Edema								
Edema	No	78	91.8%	7	8.2%	85	0.082	0.00
	Si	0	0.0%	2	100.0%	2		

Fuente: instrumento de recolección de datos

ANEXO 4 GRÁFICOS DE RESULTADOS

Gráfico 1.

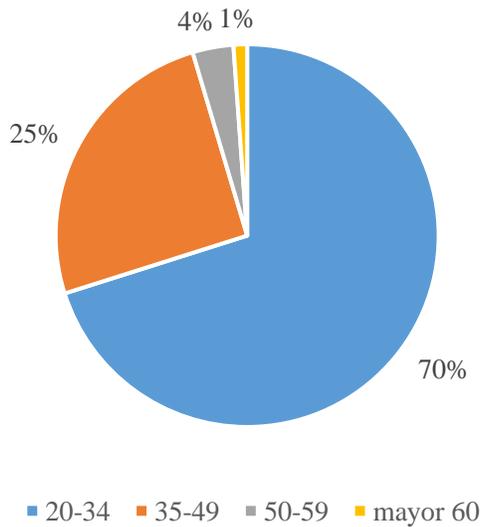
Distribución por sexo de los mineros artesanales Municipio de Rosita



Fuente: tabla 1

Gráfico 2.

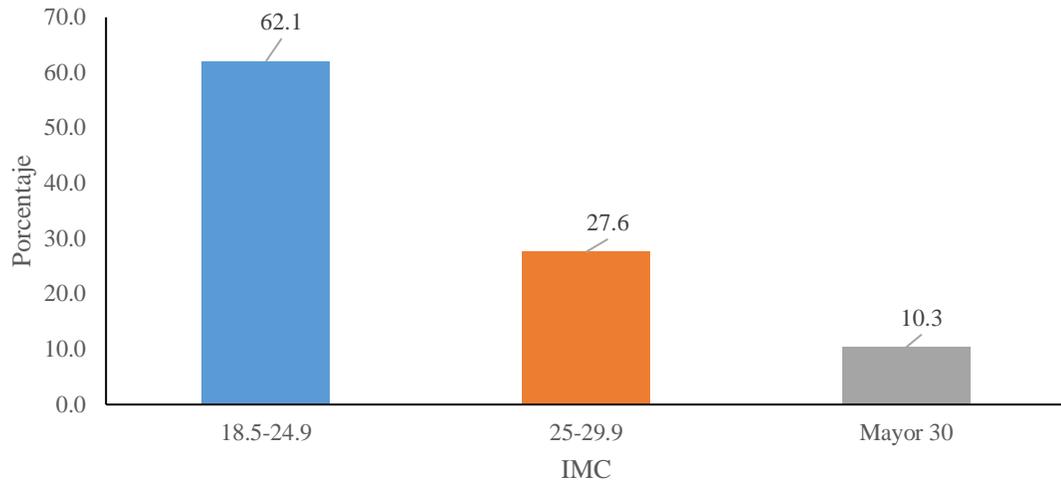
Distribución por grupo etario de los mineros artesanales



Fuente: tabla 2

Gráfico 3.

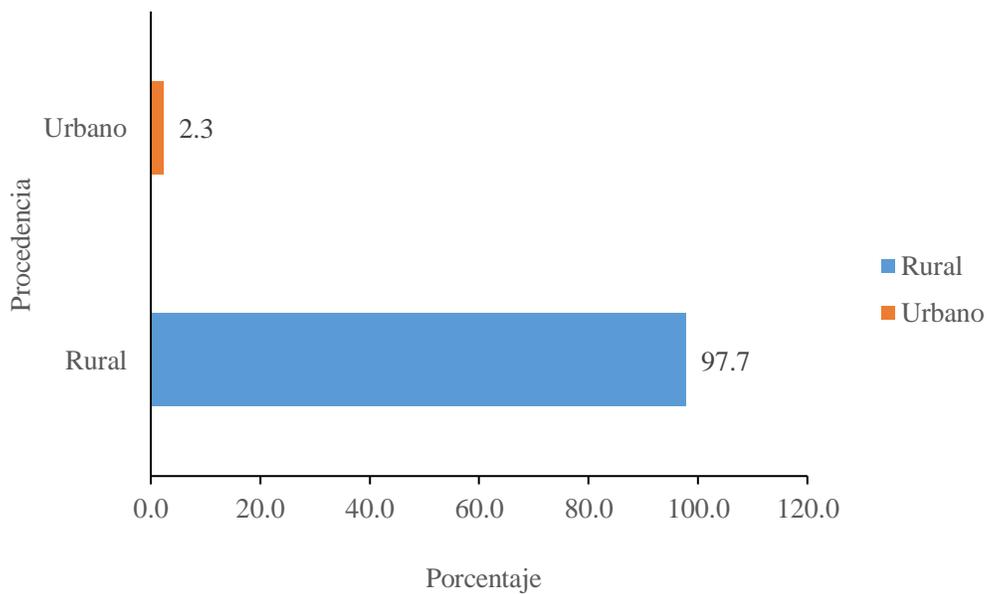
Estado nutricional de los mineros artesanales.



Fuente: tabla 3

Gráfico 4.

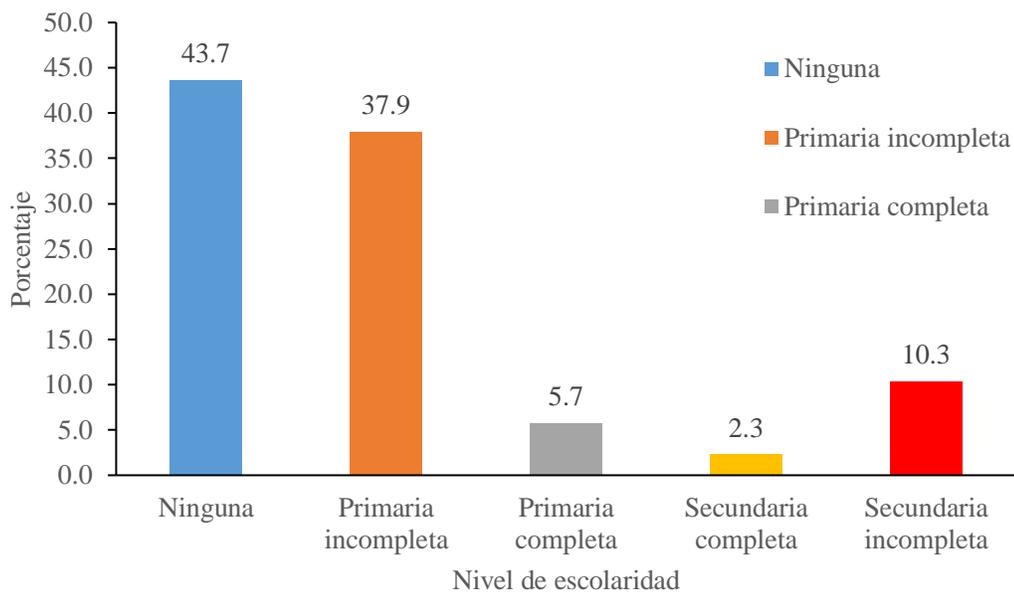
Distribución de la población por procedencia.



Fuente: tabla 4

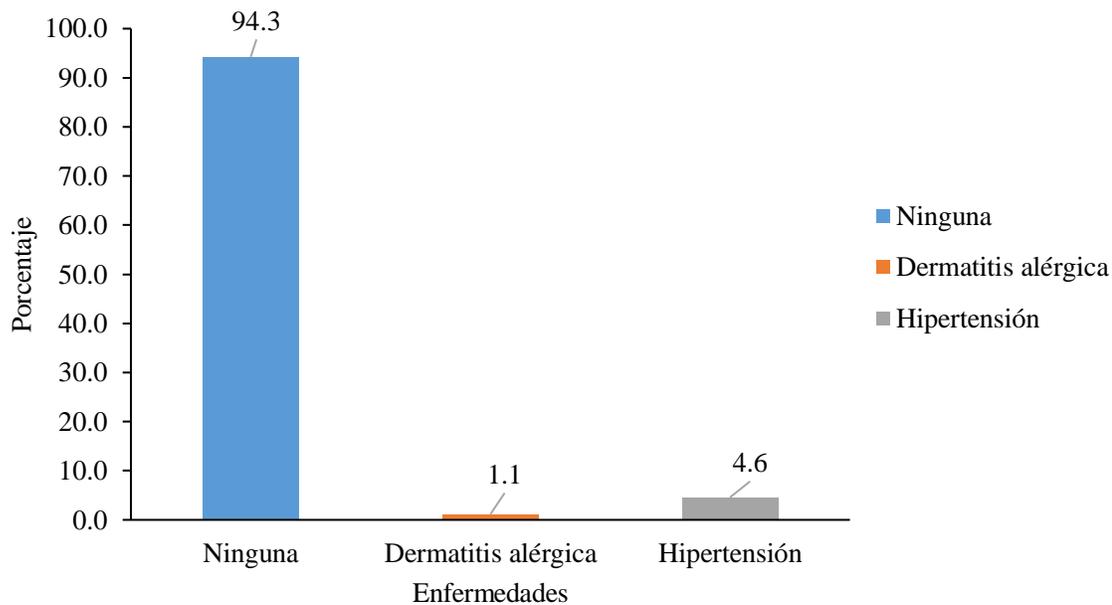
Gráfico 5.

Nivel de estudio de la población de mineros artesanales



Fuente: tabla 5

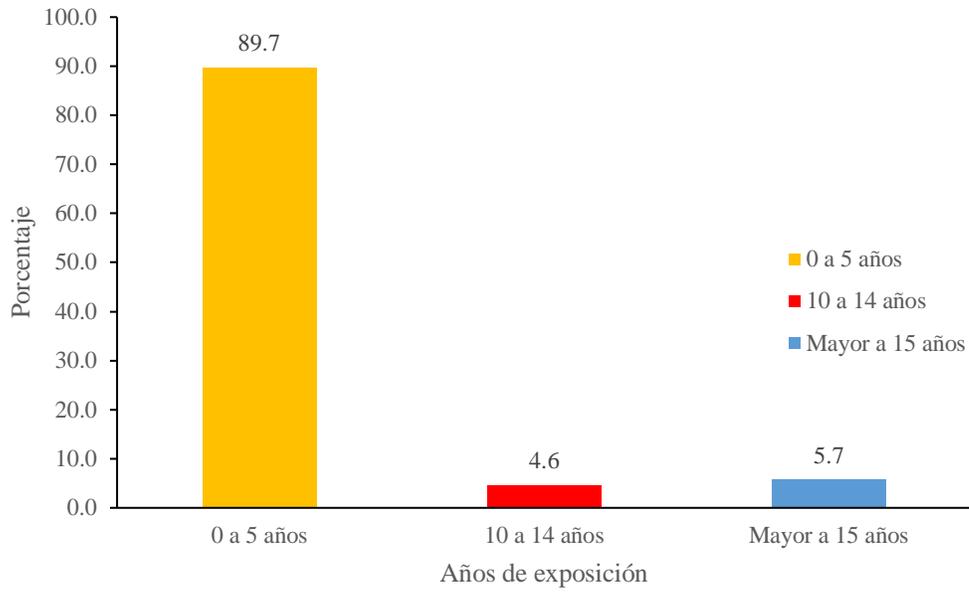
Gráfico 6. Enfermedades Crónicas asociadas



Fuente: tabla 6

Gráfico 7.

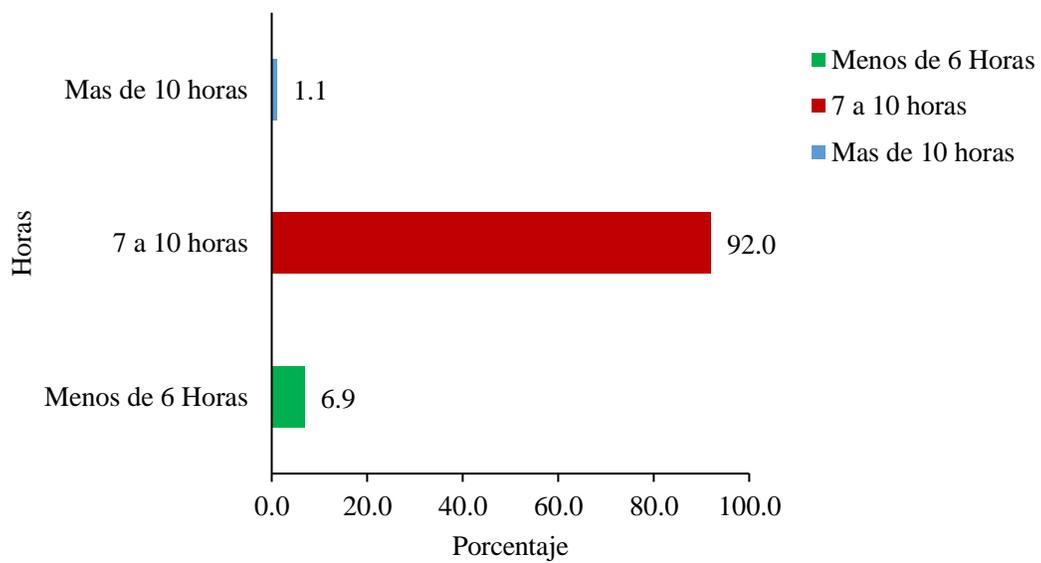
Años de exposición laboral con mercurio



Fuente: tabla 7

Gráfico 8.

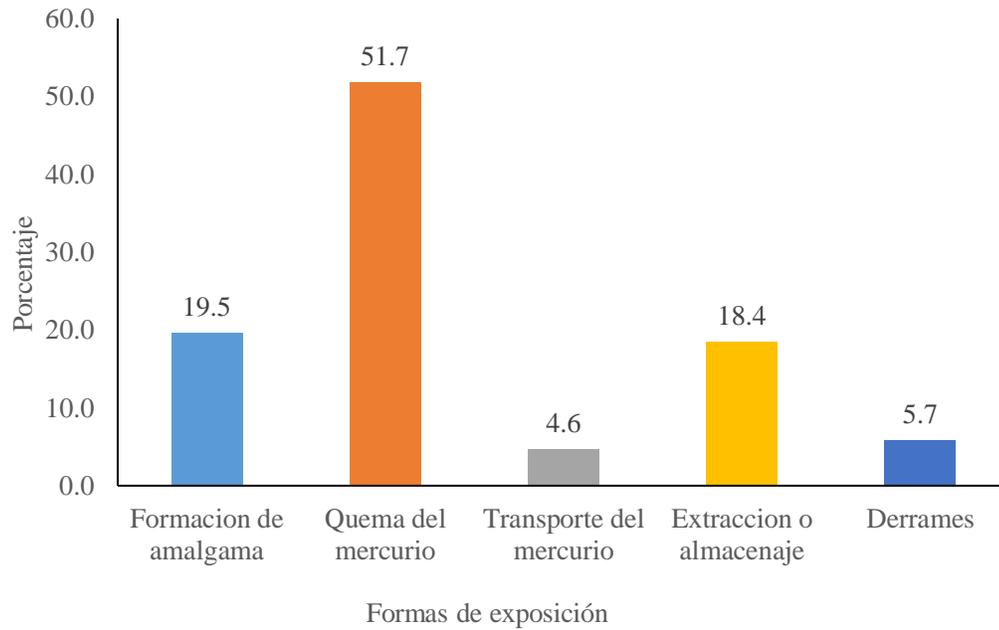
Horas de exposición laboral diario



Fuente: tabla 8

Gráfico 9.

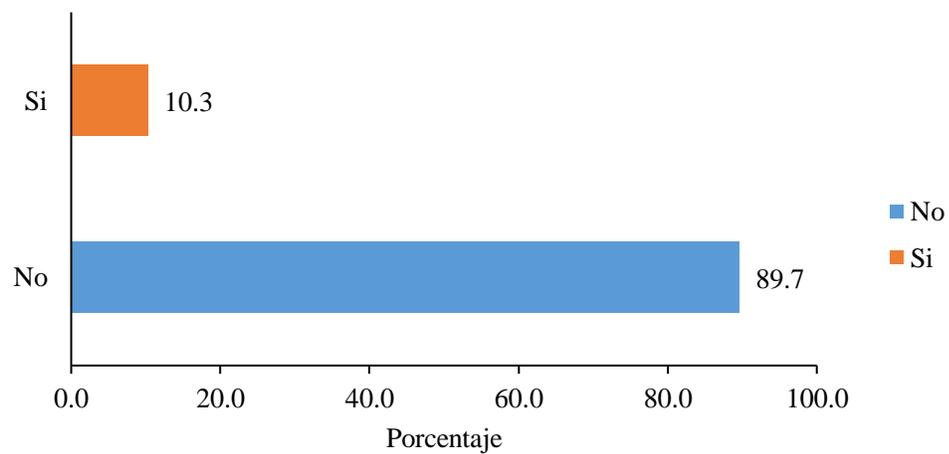
Formas de exposición al mercurio.



Fuente: tabla 9

Gráfico 10.

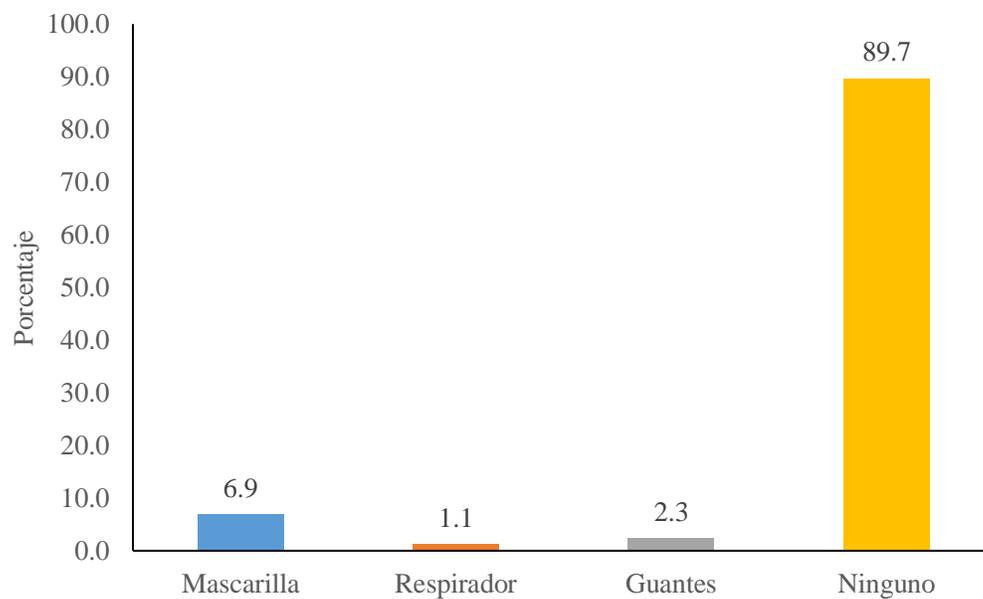
Uso de equipo de protección personal



Fuente: tabla 10

Gráfico 11.

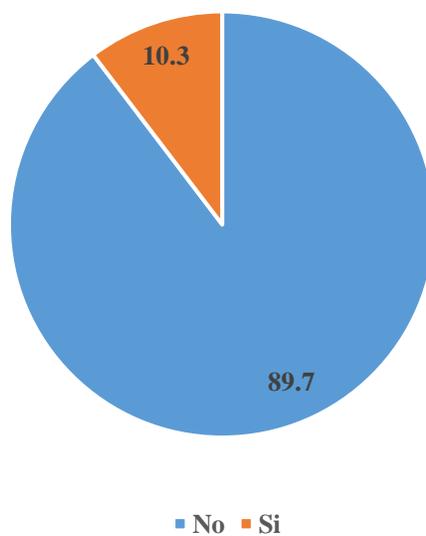
Tipo de equipo de protección personal



Fuente: tabla 10

Gráfico 12.

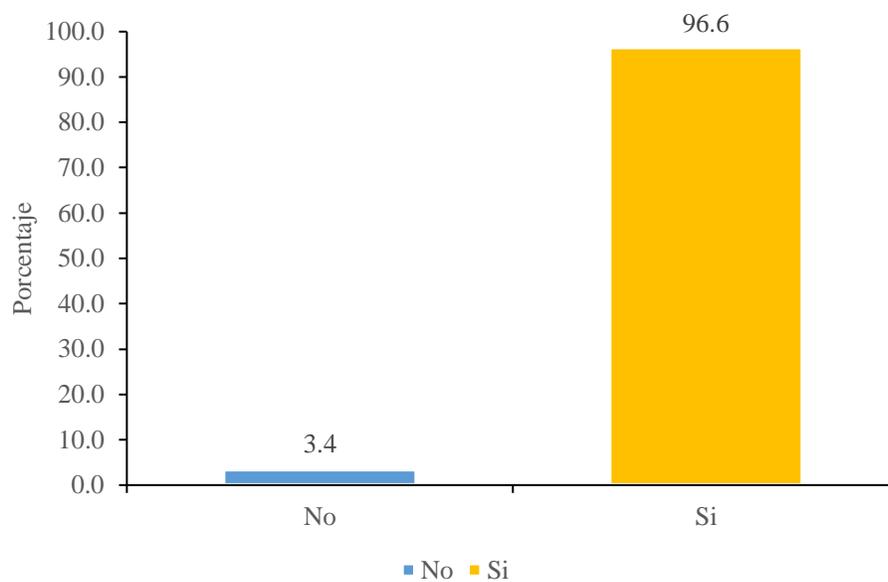
Seguridad del ambiente laboral



Fuente: tabla 11

Gráfico 13.

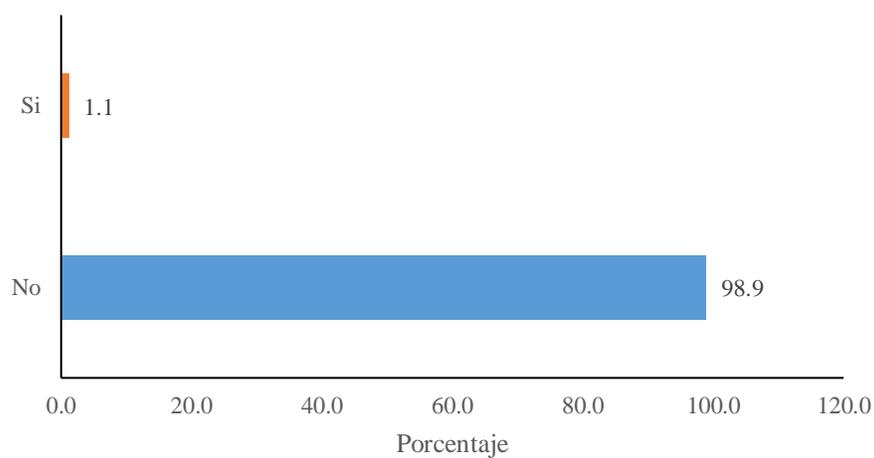
Exponerse al mercurio produce daño a la salud



Fuente: tabla 13

Gráfico 14.

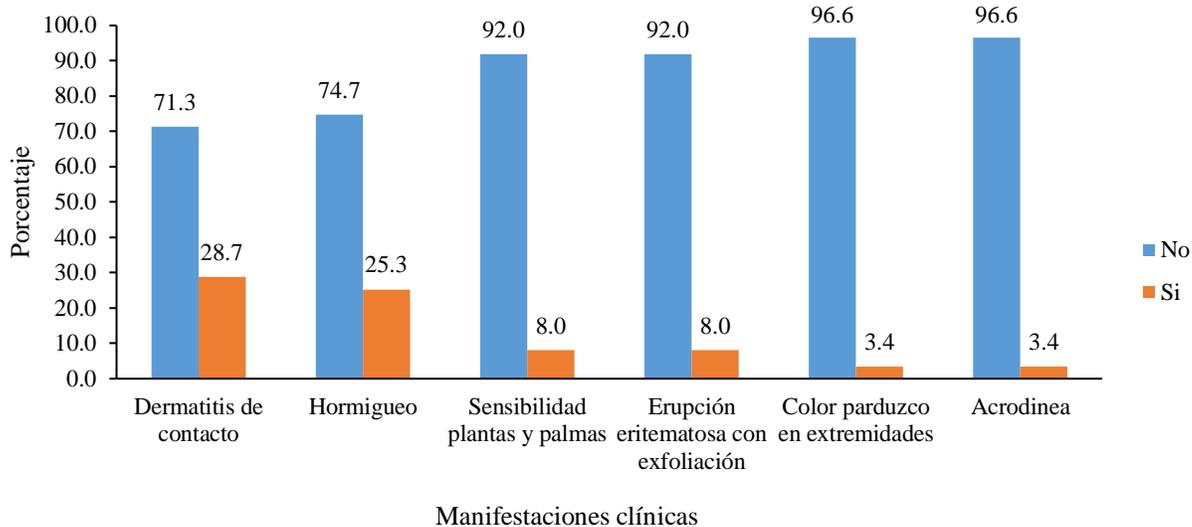
Ha recibido capacitación sobre manejo del mercurio



Fuente: Tabla 14

Gráfico15.

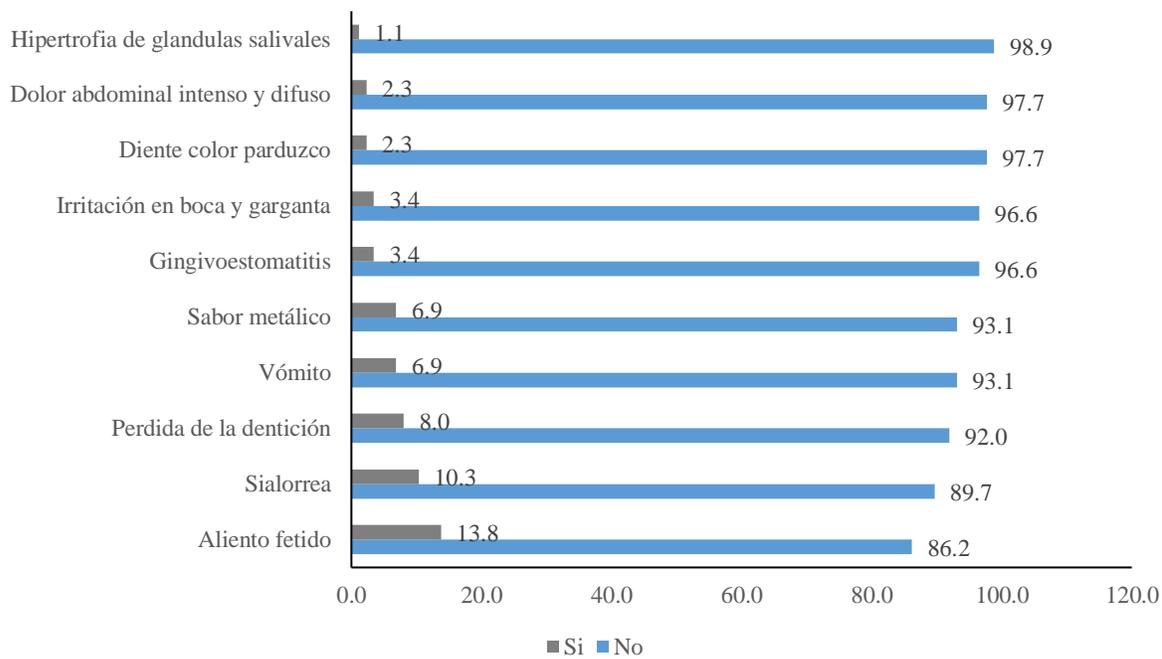
Manifestaciones clínicas dermatológicas de los mineros artesanales



Fuente: tabla 15

Gráfico 16.

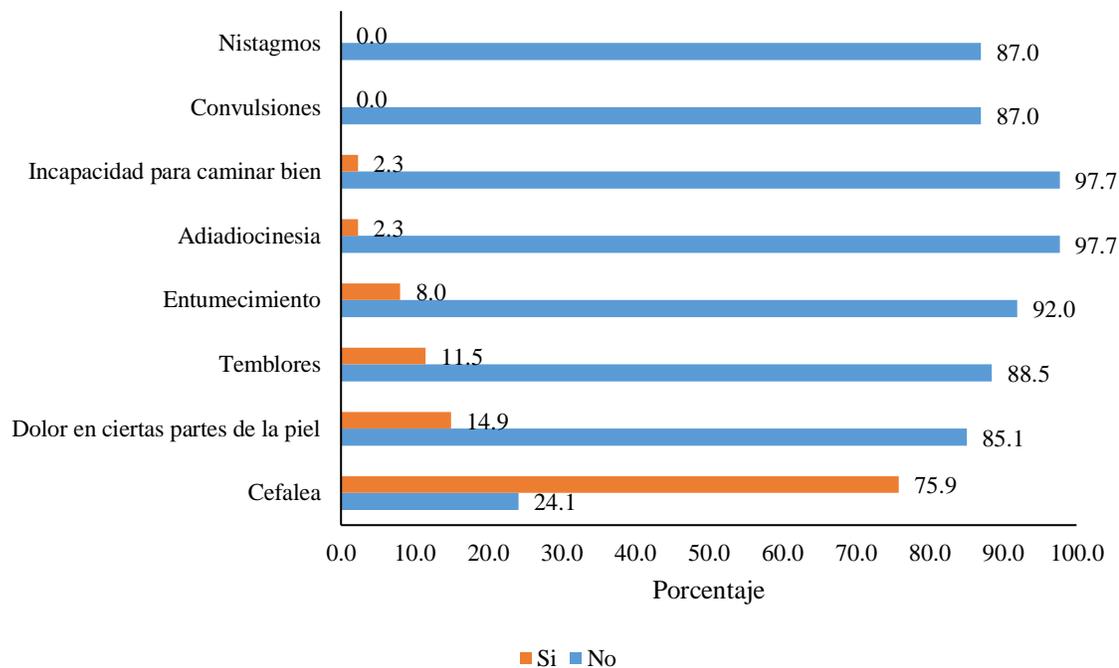
Manifestaciones Gastrointestinales de los mineros expuestos a mercurio



Fuente: tabla 16

Gráfico 17.

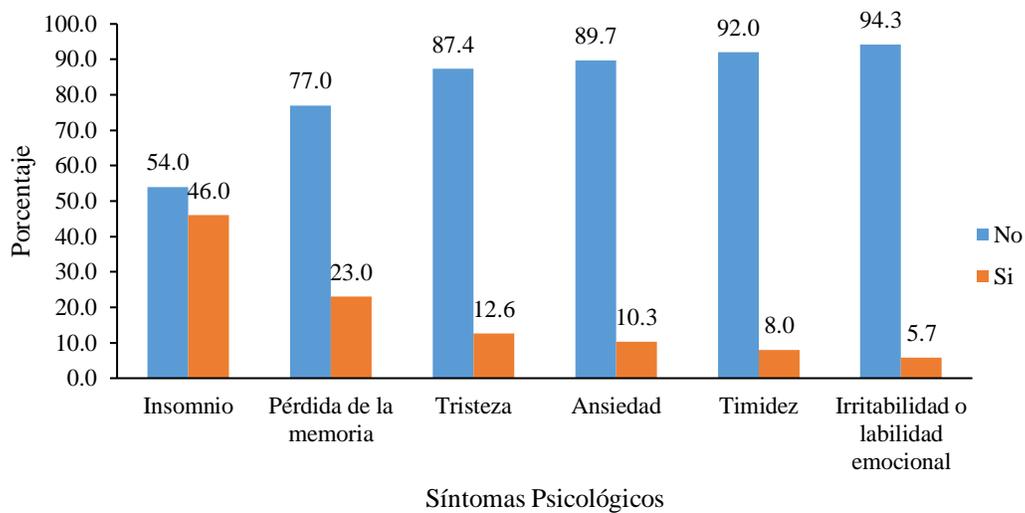
Manifestaciones clínicas neurológicas de los mineros artesanales



Fuente: tabla 17

Gráfico 18.

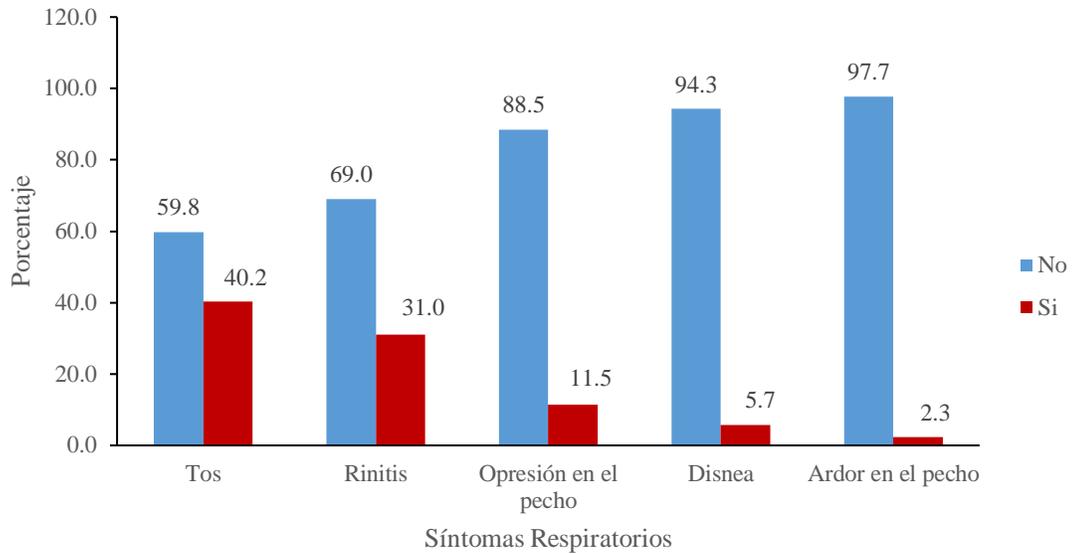
Síntomas Psicológicos o Eretismo Mercurial



Fuente: tabla 18

Gráfico 19.

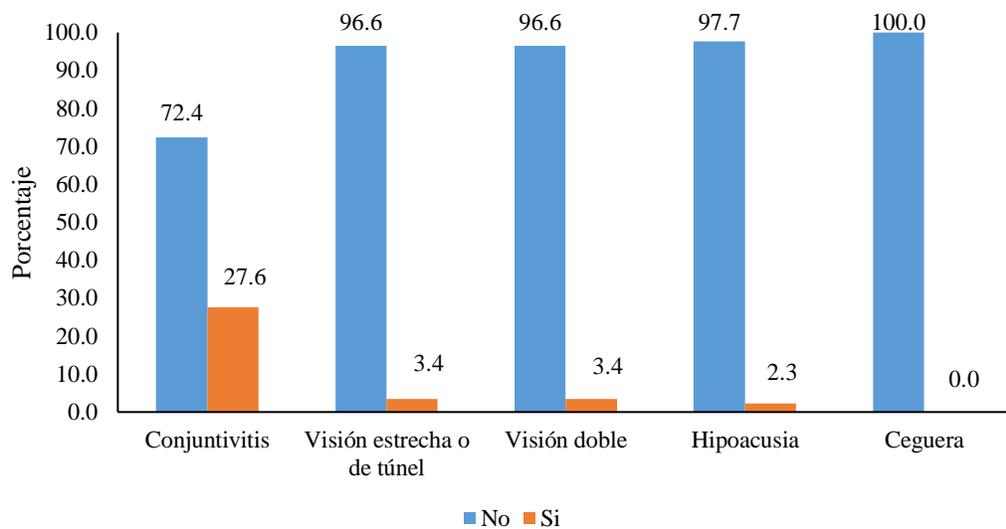
Manifestaciones clínicas respiratorias de los mineros artesanales



Fuente: tabla 19

Gráfico 20.

Manifestaciones clínicas oculares y auditivas



Fuente: tabla 20