

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León

Facultad de Ciencias Médicas

Carrera de Medicina



Tesis para optar al título de Doctor en Medicina y Cirugía

“Prevalencia de efectos a la salud por exposición a mercurio en mineros artesanales de la ciudad de Bonanza, Nicaragua en el período enero a marzo de 2019”

Autores:

Br. Enrique José Corea Flores

Br. Kikurus Fagoth Paiz.

Tutor:

Dra. Teresa Rodríguez Altamirano. MD, MsC, PhD

León, 22 de enero de 2020.

¡A la libertad por la Universidad!

Prevalencia de efectos a la salud por exposición a mercurio en mineros artesanales de la ciudad de Bonanza, Nicaragua en el período enero a marzo de 2019

Corea-Flores EJ, Fagoth-Paiz K, Rodríguez T

Objetivo: Determinar la prevalencia de efectos a la salud y su relación con la exposición a mercurio en mineros artesanales de Bonanza. **Metodología:** Se realizó un estudio analítico de corte transversal, la población de estudio fueron cincuenta mineros artesanales expuestos a mercurio y se comparó con cincuenta personas no expuestas a mercurio de otros sectores laborales. Los efectos neurológicos fueron evaluados mediante una batería de pruebas neuroconductuales que valoraban el desempeño cognitivo, motor, sensorial y síntomas neuropsiquiátricos. Para el análisis de datos se hizo comparación de medias utilizando T Student para las variables cuantitativas y Chi cuadrado para las variables categóricas. **Resultados:** En los trabajadores expuestos a mercurio, los principales síntomas fueron dermatitis de contacto 70%, gingivitis 58% e hipertensión arterial 64% y discromatopsia adquirida. Se encontró un menor desempeño en las siguientes pruebas del dominio cognitivo: prueba de dígitos en orden inverso y puntaje total y en diseño con cubos (T Student $P < 0.05$); un menor desempeño en el examen neurológico de Panisset (T Student $P < 0.05$) y un mayor puntaje en las escalas de somatización, síntomas obsesivos, compulsión, sensibilidad interpersonal, depresión y Paranoia en el IBS (T Student $P < 0.05$). **Conclusión:** La exposición a mercurio se relaciona con efectos a nivel cardiovascular, dérmico, cognitivo, motor, sensorial y síntomas en la esfera neuropsiquiátrica.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
ANTECEDENTES.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
OBJETIVOS.....	9
MARCO TEÓRICO.....	10
MATERIAL Y MÉTODOS.....	28
RESULTADOS	37
DISCUSIÓN	42
CONCLUSIIÓN.....	45
RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	53

I. Introducción

El mercurio es el sexto elemento más tóxico en la tierra y presenta varias formas químicas (elemental, orgánico e inorgánico). La exposición ocupacional es relevante, debido a su amplio uso en la lixiviación de oro en la minería artesanal y minería a pequeña escala, en la industria farmacéutica y otras industrias y en la agricultura. La transformación de mercurio inorgánico en orgánico (metilmercurio) es la forma más tóxica.¹

A nivel mundial la minería artesanal ocupa directamente a 13 millones de personas (30% mujeres y 15% niños) e indirectamente dependen de esta actividad 100 millones para subsistir. Se estima que la minería del oro artesanal y en pequeña escala produce el 20 y el 30% del oro del mundo, es decir, entre 500 y 800 toneladas anuales.²

La minería artesanal es una actividad impulsada por la pobreza, los mineros utilizan grandes cantidades de mercurio para extraer oro mineral, de manera que hay una alta exposición al mercurio entre los mineros artesanales (güiriseros)³. Estudios recientes muestran que la intoxicación por mercurio tiene efectos negativos a nivel neurológico, gastrointestinal, renal y pulmonar, entre otros, que incluso pueden conllevar a la muerte¹. Debido a que la minería artesanal es parte del sector informal y por tanto no cuenta con seguro social, no ha sido bien estudiada la salud de los mineros artesanales expuestos a mercurio, por lo que se desconoce la prevalencia de patologías asociadas a esta exposición laboral. Sin embargo, la exposición a mercurio se considera un problema de salud pública en las zonas con minería artesanal. Por lo tanto, nos motivamos a realizar este estudio, con el objetivo de determinar los efectos a la salud por exposición a mercurio en mineros artesanales. Los datos generados en el estudio servirán de fuente de información para todas aquellas personas interesadas en este tema, asimismo servirán de base para la realización de futuros estudios orientados a esta temática y para establecer las medidas de intervención adecuadas a fin de reducir la exposición de los mineros y sus familias y por tanto reducir la probabilidad de que se produzcan efectos a la salud.

II. Antecedentes

La minería es una de las actividades económicas más antiguas de la humanidad. La actividad minera a nivel mundial se desarrolla fundamentalmente en tres dimensiones: gran minería, mediana minería y pequeña minería o minería artesanal. Esta es la que prevalece en los países en vías de desarrollo.⁴

En Ecuador, se realizó un estudio en el año 2016 con 25 mineros artesanales a los que se les cuantificó mercurio en sangre. El 72% de los mineros estudiados tuvieron niveles elevados de mercurio en sangre, las principales manifestaciones clínicas que presentaron los mineros fueron: temblores en alguna parte del cuerpo, cefalea, tristeza, ansiedad y gingivitis.⁵

En 2017, en Colombia se realizó un estudio con 150 mujeres lactantes de cuatro municipios mineros del departamento de Antioquia (El Bagre, Segovia, Zaragoza y Remedios), en el cual se aplicó una encuesta sobre: factores sociodemográficos, ocupacionales y ambientales relacionados al mercurio, se realizó muestra de leche materna, orina y cabello. El 18.7% de las mujeres había trabajado antes con mercurio y el 60.7% de los maridos trabajaban actualmente en minería artesanal. La prevalencia de mercurio en muestras de leche materna por encima de los límites permisibles fue de 11.7%, el porcentaje de muestras de orina que superaron los límites permisibles de mercurio varió entre 12.2 %, en el municipio de Segovia, y 3.6% en Zaragoza y por último el 35.3 % de las muestras de cabello superó el límite permisible.⁶

En el 2017, se realizó un estudio de biomonitorio de mercurio en sangre, orina y cabello humano en los residentes de un distrito minero en Colombia. Se encontró en promedio niveles de mercurio superiores a los límites permisibles, en sangre (10.05µg/L), cabello (12.27µg/L) y orina (14.63µg/L). Los niveles de metil mercurio fueron consistentes más altos en los varones respecto a las mujeres.¹

En el 2016, se reportaron los efectos en la salud en 18 pobladores expuestos a mercurio en una zona de minería artesanal de oro en Indonesia, reportándose que el 13.3% presentaron proteinuria, el 70% trastornos del sueño, temblor subjetivo, temblor dedo-nariz y ataxia.⁷

Por otro lado, en el 2002 se estudió la prevalencia de exposición al mercurio entre los mineros del oro en Pará, Brasil, en el cual la mayoría eran varones. Con respecto al uso de mercurio, los niveles promedio de mercurio en la sangre y la orina fueron de 25.6ug / dl y 21.5ug / dl, respectivamente. La mayoría de estos valores superaron con creces el límite de exposición de la Organización Mundial de la Salud para niveles de mercurio en sangre (74% por encima) y urinarios (52% por encima).⁸

En Nicaragua encontramos los siguientes estudios:

En 2016 se realizó un estudio acerca de las características de las condiciones laborales en mineros artesanales, en el cual participaron 78 mineros, de los cuales el 67.9% eran hombres jóvenes (entre 21 y 30 años), el 93.6% de ellos tenían solo conocimiento empírico del uso del mercurio, esto conlleva a desconocimiento sobre los equipos de protección, los riesgos a los que están expuestos, las técnicas seguras de trabajo y el uso correcto de las herramientas, la manipulación de sustancias tóxicas como el mercurio elemental que repercute en la salud. Cabe enfatizar que el 85.9% no desconocen sobre el uso de las mascarillas y los cascos de protección.⁹

No se encontraron estudios, en Nicaragua, donde se haya cuantificado el nivel de exposición a mercurio en mineros artesanales ni por determinación de los niveles de mercurio, ni por tiempo de exposición.

III. Justificación

Aunque está documentado que el mercurio perjudica en gran manera la salud de los mineros artesanales, en nuestro medio, no sabemos la prevalencia de intoxicación por mercurio, sus factores de riesgos laborales y sus principales efectos en la salud. Al terminar este estudio, los resultados ayudarán a establecer su prevalencia e identificar a los mineros afectados, con quienes se puede hacer un programa de educación para la reducción de riesgos y la prevención de los efectos a la salud por exposición de mercurio.

Paralelamente, los trabajadores tienen ventajas, tales como: implementar obligatoriamente medidas de protección e instruir a los miembros de las comunidades mineras acerca de los peligros que provoca el mercurio para su control ambiental.

De la misma manera se espera contribuir al desarrollo de estrategias por parte del Ministerio de Salud (MINSA), para la atención de aquellos mineros artesanales y familiares que brindan un gran aporte a la economía de nuestro país.

IV. Planteamiento del problema

Las personas están expuestas al mercurio en distintas situaciones, tales como: consumo de pescado y marisco contaminado, manufactura de equipos eléctricos o partes de automóviles que contienen mercurio, en plantas químicas que usan mercurio, la construcción (interruptores eléctricos, termómetros), profesiones de la salud (servicios médicos, dentales u otros servicios) y vapores de mercurio elemental desprendidos en procesos industriales (minería artesanal), entre otros.¹⁰

La minería artesanal, ha crecido rápidamente en Nicaragua y el uso de mercurio para lixiviar el oro es extensivo, el mercurio es importado en su mayoría de forma ilegal.⁹ Los estudios en Nicaragua sobre las características de las condiciones laborales en mineros artesanales muestran que utilizan medidas de seguridad, pero no son implementadas en su totalidad, al no cumplirlas estos mineros se encuentran mayormente expuestos al mercurio lo cual podría causar una intoxicación; no obstante, no hay estudios claros que evidencien la ocurrencia de intoxicaciones por mercurio en dichos mineros. Por lo tanto, este estudio se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los efectos en la salud relacionados con el uso de mercurio en mineros artesanales de la ciudad de Bonanza?

V. Objetivos

Objetivo general:

Determinar la prevalencia de efectos a la salud y su relación con la exposición a mercurio en mineros artesanales de Bonanza.

Objetivos específicos:

1. Describir los aspectos socio-demográficos de la población de estudio.
2. Calcular la prevalencia de efectos a la salud por exposición crónica a mercurio presentes en la población en estudio.
3. Establecer si existe una relación entre los efectos a la salud encontrados y la exposición al mercurio.

VI. Marco teórico

ASPECTOS CONCEPTUALES

Minería

La minería es una actividad económica del sector primario representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos. Asimismo, es considerada como el conjunto de individuos que se dedican a esta actividad o el conjunto de minas de una nación o región.⁹

Minería artesanal

La Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE) se refiere a las actividades informales llevadas a cabo utilizando poca tecnología y maquinaria practicada por individuos, grupos o comunidades, usualmente de manera informal (ilegal) y en países en vías de desarrollo.⁹

Se estima que más de 100 millones de personas realizan estas actividades, principalmente en países en vías de desarrollo.¹¹

Rasgos característicos de la minería artesanal

- ◆ Uso mínimo de maquinaria y tecnología, la minería artesanal utiliza técnicas simples que requieren de un mayor esfuerzo físico de las personas.

Baja productividad, debido al uso de técnicas ineficientes y a que usualmente se realiza en pequeñas parcelas y en terrenos de superficie o creados por aluvión de materiales. Con el objetivo de aumentar sus hallazgos, la MA usualmente repite sus procesos de explotación sobre las minas aéreas.

- ◆ La explotación de recursos naturales sin contar con los títulos de minería correspondientes (concesiones, reclamos) ni un contrato válido con el titular de la concesión.

- ◆ Falta de medidas de seguridad, de atención de salud y de protección del medio ambiente.
- ◆ La inseguridad económica.
- ◆ La práctica temporal.
- ◆ Deben procesar menos de 15 toneladas métricas por día.⁹

PROCESO DE TRABAJO

Los mineros artesanales realizan múltiples tareas para las cuales se definen y ordenan de la siguiente manera:

Acopio: es la acción y efecto de acopiar, es el sitio donde se ubican los minerales que se extraen, es el material extraído de túneles hechos por ellos mismos sin medidas de seguridad, solo utilizan cuerdas, palas y sacos en el cual depositan el material recolectado al que previamente les han hecho pruebas para determinar si hay mineral de extracción económicamente factible.⁹

Actividad principal: consiste en el depósito del material con palas al molino donde grandes piedras impulsadas por motores eléctricos trituran mezclas con agua de mercurio y cantidades pequeñas de cianuro de sodio o potasio, el cual no es controlado por ninguna instancia protectora del ambiente o la seguridad personal de cada uno de ellos. Una vez triturado es recogido sobre una mina de cobre y mezclado con más mercurio para su fundición llamado *Procedimiento de concentración* (los metales nativos se separan de los minerales no metálicos de la ganga mediante un mojado selectivo de las superficies metálicas por el mercurio).⁹

Actividades auxiliares: son actividades que facilitan las actividades principales o secundarias y generan productos.¹²

CARGOS EN EL TRABAJO

Dueño o socio: propietario del lugar de trabajo conocido como rastra.⁹

Ayudantes: personal encargado de agregar la tierra y las piedras al molino, cuidando el suministro de agua y el funcionamiento de los motores que mueven el molino, estos en conjunto con el cuidador se encargan de cuidar el material procesado.⁹

Brasero: persona que baja a los túneles a recolectar el material con picos y palas, posteriormente suben con canastas y lo almacenan en sacos para su traslado a la rastra.⁹

MERCURIO

Definición: 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.¹³

Etiología: El mercurio es un metal pesado de color blanco-plateado que se encuentra unido a diversos minerales en la corteza terrestre, principalmente bajo la forma de sulfuros de mercurio (cinabrio rojo), a temperatura ambiente se halla en estado líquido a pesar de ser muy denso y poco compresible, además posee gran capacidad de alearse con otros metales y formar amalgamas, no obstante no lo hace con el hierro.¹⁴

Su punto de fusión es -38.4°C y el punto de ebullición es 357°C . Se estima que alrededor del 30% del mercurio es de origen natural o elemental. El 70% restante deriva de la actividad antropogénica, principalmente de la minería, la incineración de productos urbanos y médicos.¹⁵

FORMAS DEL MERCURIO

Mercurio elemental: es un metal brillante de color gris plata, líquido a temperatura ambiente, pero rara vez se encuentra en esta forma en el medio ambiente. Si no se aísla, el mercurio se evapora lentamente, formando un vapor.

La cantidad de vapor que se forma aumenta a medida que aumenta la temperatura.¹⁶

Mercurio inorgánico o sales de mercurio: se forma cuando el mercurio se combina con elementos diferentes al carbono, tales como: cloro, azufre u oxígeno. Son más comunes en el medio ambiente. Algunos ejemplos de sales de mercurio son: el sulfuro de mercurio, óxido de mercurio y cloruro de mercurio; este último forma vapor, pero se queda en el aire durante un período de tiempo más corto que el mercurio elemental. Son más solubles en agua y más reactivos.¹⁶

Mercurio orgánico (metilmercurio): se forma cuando se combina el mercurio con carbono y otros elementos unidos por enlaces covalentes, tales como: metilmercurio, dimetilmercurio, acetato de fenilmercurio y cloruro de metilmercurio. La forma más común que encontramos en el ambiente es el metilmercurio.¹⁶

Uso del mercurio elemental

Dentro de los principales, se encuentran los siguientes:

- Para extracción de oro y plata de las minas.
- Para ayudar en la producción de productos químicos de cloro-álcali.
- En manómetros (para medir la presión arterial).
- En termómetros.
- En interruptores eléctricos y electrónicos
- En lámparas fluorescentes
- En amalgamas dentales.¹⁶

USO DE MERCURIO EN LA MINERÍA ARTESANAL

El mercurio se usa para separar y extraer el oro de las rocas o piedras en las que se encuentra. El mercurio se adhiere al oro, formando una amalgama que facilita su separación de la roca, arena u otro material. Posteriormente, se calienta la amalgama para que se evapore el mercurio y quede el oro.¹⁷

Amalgamación de todo el mineral: en este proceso se añade mercurio a todo el mineral durante la trituración, molienda y lavado, cabe mencionar, este es el uso más contaminante del mercurio. En muchos casos solo el 10% del mercurio agregado a un barril o a una batea (en el caso de una amalgamación manual) se combina con el oro para producir la amalgama, el resto (90%) es sobrante, debe retirarse y reciclarse o se libera en el medio ambiente.¹⁷

Cuando se amalgama todo el mineral, aparecen altos niveles de mercurio que se propagan en el medio ambiente local (suelo, sedimentos, peces), creando graves problemas de salud por exposición.¹⁷

Concentración gravimétrica o cribado: el cribado de los materiales que contiene oro es un proceso muy común. El oro se concentra con las partículas más pesadas en la batea, y el agua se lleva las partículas más livianas, posteriormente se agrega mercurio al concentrado para amalgamar o juntar las partículas finas de oro.¹⁷

Quemado de la amalgama: los mineros calientan la amalgama para recuperar el oro. La amalgama se coloca en una pala y se quema directamente sobre el fuego, a cielo abierto. Cuando esto se realiza sin usar una retorta, los vapores de mercurio, se escapan al aire y son inhalados por los mineros, las familias y demás personas que se encuentran cercas.¹⁷

Retorta: es un recipiente que se coloca invertido sobre la amalgama mientras éstas se queman, en el que el vapor de mercurio queda atrapado y se condensa. Hay muchas clases de retortas, tales como: acero inoxidable, acero galvanizado de bajo costo, caseras).¹⁷

EXPOSICIÓN DE LAS PERSONAS AL MERCURIO EN LA MINERÍA ARTESANAL

La vía que debe preocupar a los mineros es la inhalación del vapor de mercurio que se libera durante la quema de las amalgamas. Cuando la amalgamación se

realiza manualmente, parte del mercurio se absorbe directamente a través de la piel. El vapor de mercurio se deposita también en los hogares, sobre las superficies de preparación de la comida, y cae al suelo y en las masas de agua locales. El mercurio que se deposita en el agua es absorbido finalmente por las bacterias en los medios acuáticos, se acumula en la cadena alimentaria y es la fuente principal de mercurio en nuestros alimentos.¹⁷

El polvo de mercurio también se adhiere a la ropa de los mineros y de esta manera llega a sus hogares.¹⁷

Los lugares con altas concentraciones comprobadas de metal de mercurio, normalmente ubicados en curso de agua o cerca de estos se llaman "zonas mineras críticas". Son fuentes importantes de dispersión del mercurio en los sistemas acuáticos, que contribuyen a la contaminación por metilmercurio de los peces, la fauna y flora silvestres, con los efectos consiguientes en la vida de miles de personas, tanto de las que participan directamente en las actividades mineras como de las que viven en las cercanías.¹⁷

FISIOPATOLOGÍA

El mercurio penetra al organismo por las siguientes vías: inhalatoria, oral y dérmica. No obstante, existen diferencias según el tipo de compuesto:

Se absorbe por tres vías:

- 1. Vía digestiva:** es por ingestión, en el tracto gastrointestinal, el mercurio inorgánico se absorbe en cantidad menor al 0.01%, debido a 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 en 2 y 15%, esto depende de la solubilidad. Mientras, la absorción de los compuestos orgánicos por esta vía es del 95%, independiente de si el radical metilo está unido a una proteína o no.¹⁸

2. **Vía respiratoria:** es por inhalación, el mercurio elemental como inorgánico y sus compuestos puede ingresar por inhalación y alcanzar la sangre con una eficiencia del 80%.¹⁸
3. **Vía cutánea:** es por contacto, existen casos de intoxicación por aplicación tópica de compuestos que contenían metilmercurio. Sin embargo, es posible que en el caso de aplicación de pomadas, el tóxico penetre en el organismo por inhalación, a partir del ungüento en la piel, más que atravesándola directamente, por lo que esta vía no es tan relevante en salud ocupacional.¹⁸

TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

De manera general, el 90% de los compuestos orgánicos se transporta en las células rojas, mientras que el 50% del mercurio inorgánico es transportado unido a la albúmina.¹⁹

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 sulfhídricos libres, afinidad con los componentes celulares y velocidad de asociación/disociación del complejo mercurio-proteína.¹⁹

Cabe enfatizar, que presenta una gran afinidad por el encéfalo, debido a que 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 de mercurio son encontrados en ciertos grupos neuronales del cerebelo, médula espinal, pedúnculos y mesencéfalo, además, se ha detectado en epitelio de tiroides y páncreas, en células medulares de las glándulas adrenales, en espermatozoides, epidermis y cristalino.²⁰

Los efectos tóxicos de todas las formas de mercurio inorgánico se deben a la acción de los iones mercúrico, debido a que el mercurio elemental no puede formar enlaces químicos.²⁰

Los iones de mercurio inorgánico se distribuyen en los tejidos y en pocas horas se concentran especialmente en riñones, hígado, sangre, mucosa respiratoria, pared intestinal y colon, piel, glándulas salivares, corazón, músculo esquelético, cerebro y pulmón. Después de una semana, el 85 a 95% de todo el mercurio inorgánico se almacena en el riñón.²⁰

Los mercuriales orgánicos debido a sus dos propiedades toxicocinéticas: su capacidad de atravesar membranas celulares y su gran resistencia a la biotransformación en los tejidos, se depositan a nivel del sistema nervioso central.²⁰

BIOTRANSFORMACIÓN DEL MERCURIO

Se realiza por cuatro vías:

- 1. Por oxidación del vapor de mercurio metálico a mercurio divalente:** la oxidación, mediada por el hidrógeno peróxido-catalasa en los peroxisomas, determina el tiempo de permanencia del vapor inhalado, al disminuir su liposolubilidad y por tanto su toxicidad, sin embargo, la tendencia a la bioacumulación aumenta cuando esta oxidación se realiza en los tejidos. El mercurio tiene una gran afinidad por los grupos –SH de las proteínas. Estos son tan abundantes que solo le permiten una breve presencia en estado iónico. El mercurio se une de igual manera a grupos fosforilos, carboxilo, amida y amina.²¹
- 2. Por reducción del mercurio divalente a mercurio metálico:** la reducción es mediada por la xantina oxidasa.²¹
- 3. Por metilación del mercurio inorgánico:** se desconoce el lugar exacto de esta metilación, sin embargo, pueda que se realice en el hígado. Cabe enfatizar que la metilación no ha sido demostrada en humanos.²¹
- 4. Por conversión del metilmercurio en mercurio inorgánico:** se conoce en varios tejidos, no obstante, es en el hígado donde se realiza en mayor proporción.²¹

La vida media plasmática es de 23 a 40 días para los compuestos inorgánicos y de 50 a 70 días para los compuestos orgánicos, siendo la circulación enterohepática responsable de su tiempo de vida media prolongada.²²

ELIMINACIÓN

Se elimina principalmente por la orina, aunque se halla fracciones en heces. La eliminación inicia inmediatamente al absorberse. La vida media del mercurio es aproximadamente de dos meses.²¹

Los alquimercuriales de cadena corta, debido a su capacidad de atravesar membranas presentan recirculación enterohepática, principalmente el metilmercurio. Se ha observado que al pasar por la vesícula biliar se producen cambios en la distribución del metilmercurio, las sales mercuriales que llegan al intestino son liposolubles, de manera que se pueden reabsorber creando ciclos enterohepáticos. Por lo cual, los alquimercuriales son más tóxicos, ya que el organismo humano lo absorbe más y lo excreta en mayor cantidad.²¹

TOXICIDAD DEL MERCURIO

La toxicidad del mercurio se encuentra directamente relacionada a su unión covalente con los grupos sulfhidrilos (SH). El mercurio también tiene alta afinidad a los grupos carboxilos, amidas, aminas y fosforilos, lo que contribuye a su toxicidad. A nivel de la membrana citoplasmática esta posee grupos sulfhidrilos que son esenciales para las propiedades normales de permeabilidad y transporte de la membrana celular, estos grupos SH tienen una elevadísima afinidad por el mercurio. Los compuestos orgánicos de mercurio son capaces de inhibir la síntesis de proteínas, esto se debe a alteraciones del ARN de transferencia, lo que podría explicar las aberraciones cromosómicas y anomalías congénitas observadas durante las intoxicaciones alimentarias con metilmercurio, asimismo afecta la homeostasis del ión calcio, incluso en exposiciones a corto plazo (menores a 24 horas) produciendo muerte neuronal.¹⁵

La neurotoxicidad se caracteriza por:

- Ruptura de cadenas de ADN
- Daño del neurodema
- Daño enzimático
- Daño mitocondrial (falta de ATP)
- Activación de proteasas ICE-like o Cospasa-3.
- Estimulación de apoptosis.¹⁶

FACTORES DE RIESGO

Medio ambiente

- ◆ Ingesta de agua contaminada por efluentes industriales, de la minería informal u hospitalaria.
- ◆ Habitar cerca de fuentes de exposición como son las empresas minero metalúrgicas o lugares donde se explota oro, como en la minería de Bonanza.²³

Relacionada a la persona

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

- ◆ La susceptibilidad individual que hacen a una persona vulnerable a la intoxicación. (hipersensibles o atópicos).
- ◆ Ingesta accidental (ruptura de los termómetros en las casas).
- ◆ Personas con antecedente de enfermedades pulmonares y renales crónicas.
- ◆ 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.

- ◆ 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.²²

Ocupacional

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

- ◆ La extracción del mineral de mercurio, emisión de industrias o plantas termoeléctricas durante la generación de energía a partir de combustibles fósiles.
- ◆ La producción metalúrgica de mercurio metálico, tratamiento de minerales auríferos y argentíferos incluyendo la minería artesanal y en pequeña escala.
- ◆ La producción de hidróxidos sódico y potásico, tintes y lámparas fluorescentes.
- ◆ La producción y reparación de aparatos de medición eléctricos incluyendo las de electrolisis e instrumentos de laboratorio.
- ◆ Fabricación de baterías, producción electrolítica de clorina y preparación de zinc amalgamado para pilas eléctricas.
- ◆ La producción de amalgamas en odontología.
- ◆ El tratamiento de semillas y la protección de la madera mediante compuestos orgánicos de mercurio.²²

Por otro lado, entre los factores de riesgo que determinan eventuales efectos sobre la salud, así como su gravedad, están los siguientes:

- ◆ La forma de mercurio que se trate.
- ◆ La dosis.
- ◆ La edad o el estadio de desarrollo de la persona expuesta.

- ◆ La duración de la exposición.
- ◆ La vía de exposición (inhalación, ingestión o contacto cutáneo).²²

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.²³

Intoxicación aguda

Intoxicación con mercurio metálico: Las manifestaciones agudas ocurren cuando hay exposición súbita a altas concentraciones de vapores de mercurio ocasionando bronquitis y bronquiolitis erosiva con neumonitis intersticial, esto origina un cuadro de edema pulmonar agudo no cardiogénico; el paciente puede morir por insuficiencia respiratoria. La ingestión de mercurio metálico tiene pocos efectos sistémicos debido a su muy baja absorción en el tracto gastrointestinal; localmente puede producir un efecto irritativo menor.²³

Intoxicación crónica

Es la forma de intoxicación más frecuente en el medio laboral, causado por:

Mercurio elemental y compuestos inorgánicos:

- ◆ **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.²⁴
- ◆ **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 adiadococinesia, marcha cerebelosa y en raras

ocasiones nistagmos características típicas de un temblor de origen cerebeloso.²⁴

- ◆ **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".²⁴
- ◆ **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.²⁴
- ◆ **Alteraciones Otorrinolaringológicas:** Se ha descrito hipoacusia en aquellos trabajadores expuestos a vapor de mercurio por lesión del nervio acústico.²⁴
- ◆ **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.²³
- ◆ **Otras Alteraciones:** Cefalea, alteraciones visuales (visión estrecha o en túnel), dermatitis de contacto, rinitis, conjuntivitis, hiperlipidemias. Además, se han descrito dismenorreas, abortos espontáneos, malformaciones congénitas y atrofia testicular.²⁴

Cabe destacar, que el mercurio orgánico llamado metilmercurio ocasiona daño cerebral en el desarrollo del bebé cuando la madre está expuesta ante este metal durante su embarazo.²⁴

Mercurio orgánico (Metilmercurio):

- ◆ **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.²⁶

- ◆ **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.²⁵

EVOLUCIÓN

- ◆ **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.²⁵
- ◆ **Intoxicación Crónica:** evoluciona en forma insidiosa y desfavorable si existe daño neurológico y renal, sobre todo si la intoxicación se dio en etapa prenatal.²⁵

DIAGNÓSTICO

Pruebas de laboratorio

- ◆ **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).
- ◆ **Electrolitos séricos y gases arteriales:** Sodio, potasio, cloro, bicarbonato, calcio para ver el estado ácido/base (en caso de deshidratación aguda o problemas gastrointestinales).
- ◆ **Pruebas de función renal:** urea, creatinina sérica o urinaria, depuración de creatinina y proteinuria en 24 horas. (se espera elevación de creatinina y proteinuria elevada).
- ◆ **Grupo y factor sanguíneo** debido al riesgo potencial de hemorragia gastrointestinal y perforación por ingesta de mercurio inorgánico.¹³

EVALUACIÓN NEUROCONDUCTUAL:

La evaluación neuroconductual consiste en la utilización de pruebas no invasivas para evaluar el funcionamiento del sistema nervioso. Debido a la diversidad de efectos del mercurio sobre el sistema nervioso, en esta tesis se utilizaron una selección de test de diferentes baterías a fin de evaluar las áreas afectadas por la exposición a este metal. A continuación, se describe el set de pruebas utilizadas según el área de desempeño.

Desempeño cognitivo

- ◆ **Test de cubos:** El Test de Cubos del WISC-IV mide esencialmente la percepción visual, la capacidad de establecer relaciones espaciales y la coordinación visuomotriz. Esta tarea requiere capacidad de visualización espacial, tanto a la hora de percibir los diseños-modelo, como de reproducirlos. Perteneció al Índice de Razonamiento Perceptivo.²⁶
- ◆ **Dígitos (Digit span):** La prueba de dígitos es una subtarea verbal de la Escala Wechsler de Inteligencia de Adultos (WAIS). y forma parte de la Neurobehavioral core Test Battery (NCTB). Valora el dominio cognitivo y evalúa la memoria de corto plazo. Perteneció al Índice de Memoria de Trabajo.²⁶
- ◆ **Cancelación:** Evalúa la velocidad de procesamiento, la atención selectiva visual y el descuido visual. Perteneció al Índice de Velocidad de Procesamiento.²⁶

Desempeño motor

- ◆ **Examen neurológico cuantitativo de Panisset:** Evalúa las funciones motoras voluntarias. Puede detectar disfunciones leves del sistema motor. Sin embargo, el examen de Panisset es cuantitativo y por ello puede detectar disfunciones leves del sistema nervioso.²⁷

Desempeño sensorial

- ◆ **Discriminación Cromática. Prueba de Lanthony de D-15:** Dentro de las pruebas visuales empleadas para la detección de efectos neurotóxicos tempranos, se encuentran las de degradación y discriminación de colores, el Lanthony 15 Hue Desaturado valora dominio sensorial y evalúa discriminación cromática.²⁶

Síntomas neuropsiquiátricos

- ◆ **Inventario breve de síntomas (IBS):** El IBS valora Síntomas neuropsicológicos y neuropsiquiátricos que pueden verse presentes en individuos expuestos a mercurio, El Inventario breve de síntomas (BSI) tiene 53 preguntas y fue desarrollado para reflejar patrones de síntomas psicológicos, tanto en pacientes psiquiátricos como en individuos que no son pacientes.²⁶

HIDRARGIRISMO

La exposición a mercurio asociada a malas prácticas de higiene laboral favorece el desarrollo de la intoxicación ocupacional que se manifiesta por el cuadro clínico llamado hidrargirismo.⁵

En la fase de absorción o impregnación, los síntomas son generales e inespecíficos: pérdida de apetito, adelgazamiento, cansancio fácil, cefalea, mareos, insomnio, artralgias y parestesia.⁵

En fase de intoxicación, encontramos los siguientes síndromes:

- ◆ **Síndrome digestivo:** caracterizado por sabor metálico, halitosis (mal aliento), náuseas, vómitos y diarrea.⁵
- ◆ **Síndrome neurológico:** se evidencia irritabilidad, tristeza, ansiedad, insomnio, sueño agitado, temor, debilidad muscular, pérdida de memoria, excesiva timidez, susceptibilidad emocional o depresión producidos por

daño en los centros corticales del sistema nervioso central, que puede llevar encefalitis.⁵

- ◆ **Síndrome renal:** hay lesión mínima de aspecto semejante a la nefrosis lipoide, hasta glomerulonefritis proliferativa extracapilar con proliferación del epitelio de la cápsula de Bowman y glomerulonefritis extramembranosa.⁵
- ◆ **Síndrome oftalmológico:** se observa escotomas anulares y centrales y visión tubular.⁵

Otras alteraciones encontradas son las siguientes:

- ◆ **Piel:** Dermatitis de contacto localizada en manos, antebrazos o cara y lesiones hiperqueratósicas que pueden ulcerarse y en exposición crónica, alopecia reversible.⁵
- ◆ **Rinitis y conjuntivitis** causadas por acción irritativa directa del mercurio.⁵
- ◆ **Hipersensibilidad:** en exposición a sales de mercurio inorgánico o fenilmercurio se puede encontrar acrodinia, reacción de hipersensibilidad caracterizada por descamación, color rosado de las mejillas y plantas de los pies y manos, fotofobia, sudoración, irritabilidad e insomnio.⁵

EFFECTOS DE LA INTOXICACIÓN POR MERCURIO

Efecto sobre el sistema nervioso: temblores, eretismo (caracterizado por una anormal irritabilidad, o reactividad a la estimulación), inestabilidad emocional, insomnio, pérdida de memoria, alteraciones neuromusculares, cefaleas, polineuropatía y déficits en las pruebas de las funciones cognitivas y motoras.²⁸

Efectos renales: proteinuria transitoria macroscópica o leve, alteraciones de la excreción urinaria de ácido, hematuria, oliguria e insuficiencia renal aguda.²⁸

Efectos cardiovasculares: elevación de la presión arterial, palpitaciones y aumento de la frecuencia cardíaca.²⁸

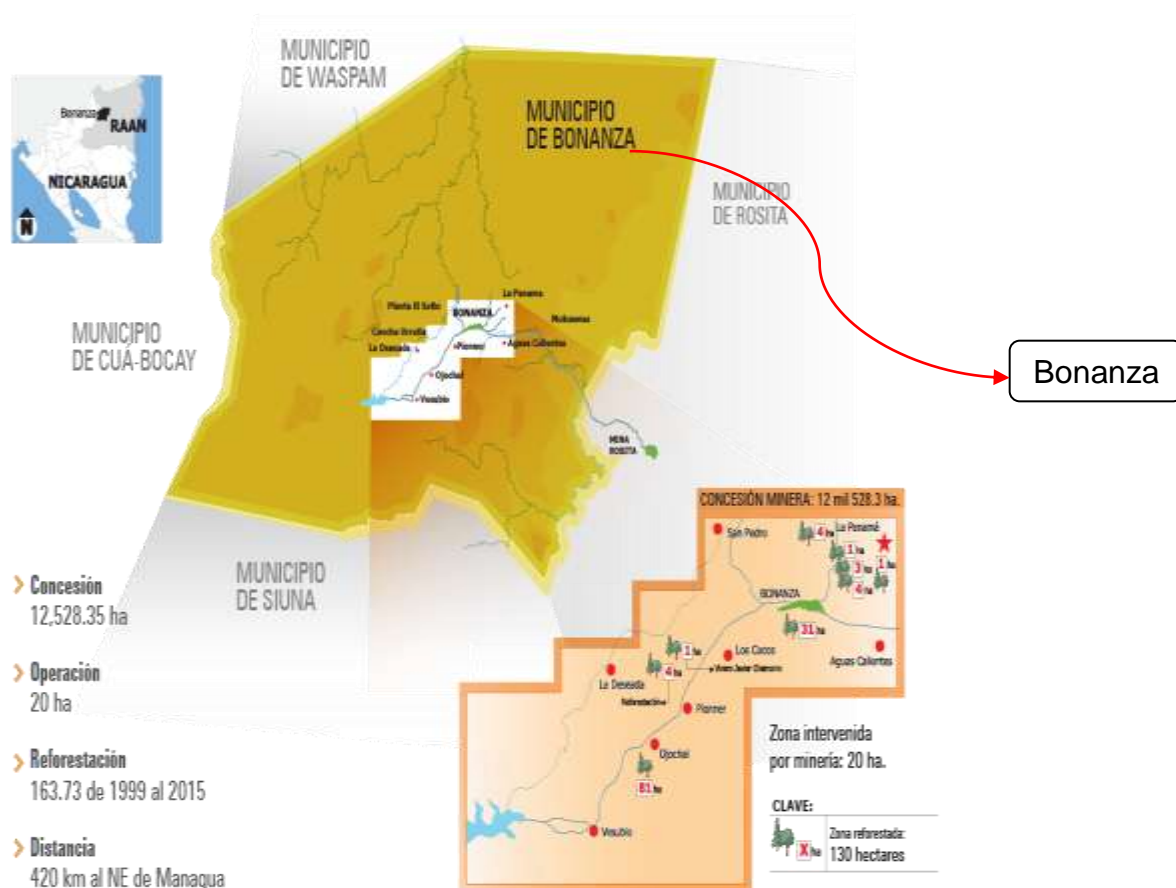
Efectos cutáneos: erupciones, habones, dermatitis y acroдинia (coloración rosada de las manos y los pies que suele acompañarse de insomnio, irritabilidad y fotofobia).²⁸

Efectos respiratorios: tos, disnea y opresión en el pecho, neumonitis, disminución de la función respiratoria, obstrucción de las vías respiratorias, hiperinsuflación, disminución de la capacidad vital, dificultad respiratoria, edema pulmonar y fibrosis por neumonía lobular.²⁸

VII. Material y Métodos

Tipo de estudio: se realizó un estudio de corte transversal analítico, con el fin de determinar los efectos a la salud por exposición a mercurio en mineros artesanales en la ciudad de Bonanza, Nicaragua.

Área de estudio: Se realizó en la ciudad de Bonanza, la cual limita al Norte con el municipio de Waspán, al Sur con Siuna, al Este con Rosita y al Oeste con los municipios de El Cuá y San José de Bocay. En integración con los municipios de Rosita y Siuna conforman lo que en la actualidad se conoce como el Triángulo Minero de la RAAN.



Población de estudio: En el municipio de Bonanza, laboran un total de 223 mineros en 3 cooperativas que utilizan mercurio para la lixiviación del oro

mediante tómbolas y rastras, las cooperativas son Aspemina, Coopvesubio y Copromina (datos proporcionados por HEMCO). De éstas tres cooperativas se seleccionaron al azar, por el método de la lotería, 50 mineros (22.4%) y como grupo no expuesto se seleccionó un familiar de cada minero, que habitara en la ciudad de Bonanza pero no en la misma vivienda y que no laborara actualmente ni hubiera trabajado previamente en minería, los 50 no expuestos provenían de ocupaciones como comerciantes, seguridad y de transporte público.

Fuente de información: primaria, se recolectó la información directamente de los participantes por medio de un cuestionario y una batería de pruebas neuroconductuales.

Instrumento de recolección de datos:

Se aplicó un cuestionario general y sobre datos de exposición que estaba constituido por preguntas cerradas en su mayoría. El cuestionario indagó sobre datos sociodemográficos, historia laboral, donde se enfatizó las preguntas relacionadas con la exposición a mercurio, hábitos de bebidas y alimentos y otras exposiciones (Ver anexo), el cual fue administrado por los investigadores, con una previa explicación de cada uno de los ítems contenidos en dicha encuesta, uno de los investigadores estuvo disponible en todo momento para contestar cualquier duda que haya quedado. Además, se llenó una historia clínica con examen físico la cual fue administrada por los autores del estudio, con la finalidad de examinar los signos vitales de cada participante (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión arterial, temperatura), se realizaron mediciones antropométricas (IMC), se indagó sobre antecedentes personales patológicos, si utilizaban equipo de protección.

Se utilizaron pruebas neuroconductuales para valorar la afectación de mercurio en los mineros (pruebas validadas por la OMS), dentro de estas estaban divididas en pruebas de dominio cognitivo, neurológico y neuro-psiquiátrico.

Antes de la aplicación del instrumento clínico, se realizó una prueba piloto con el fin de evaluar si el lenguaje utilizado era el adecuado.

Procedimiento de recolección de datos

Primeramente, se solicitó autorización para la realización del estudio a los participantes, en el cual se les explicó el objetivo del estudio y el proceso de recolección de datos, al mismo tiempo se les entregó el consentimiento informado al cual se le asignó un código.

Se capacitó a dos personas, las cuales cooperaron voluntariamente en la recolección de los datos. La recolección se realizó en 8 horas, empezando desde las 8 de la mañana hasta las 12 del mediodía y se reanudaba a las 2 de la tarde dándose por concluida la jornada diaria a las 5 de la tarde.

Al llegar a la minería se le explicó a cada participante de qué trataba la encuesta con un lenguaje comprensible, posteriormente se procedió a encuestar.

Finalmente al completar la jornada del día se realizaba un control de calidad, que consistía en que se seleccionaba 5 cuestionarios al azar de los realizados por cada entrevistador, para luego rotarlo con el resto de los entrevistadores, con el fin de cerciorarnos de que las encuestas aplicadas se encontraban totalmente llenadas.

Para la realización de las pruebas neuroconductuales se llevaron los siguientes procedimientos de acuerdo a cada prueba:

Test de cubos: Al principio se presentó un modelo real que construimos delante del trabajador y que él debe reproducir. Posteriormente, el individuo tuvo que componer diseños que aparecieron dibujados en unas láminas, siempre dentro de un tiempo límite, existiendo en los items más avanzados bonificación por acabar antes del tiempo señalado.

Dígitos (Digit span): Se valoraron dos tipos de orden. 1) Dígitos en el mismo orden y 2. dígitos en orden inverso. La prueba de dígitos en el mismo orden se iniciaba directamente, sin práctica previa. Decía “voy a decir algunos números. Escuche con atención y luego repítalos exactamente en el mismo orden”. Pronuncie cada dígito claramente, a razón de uno por segundo. Mantenga uniformes el tono y el ritmo de su voz, excepto para el último dígito de cada secuencia, donde debe bajar el tono. Cuando la persona ha completado una secuencia bien o mal, pase inmediatamente a la siguiente. La prueba era descontinuada cuando la persona falla dos secuencias de la misma longitud. Se brindaba un puntaje el cual es 1 punto por cada secuencia correcta. El máximo puntaje en la prueba de dígitos en el mismo orden era de 14 puntos y aplicaba de igual manera para dígitos de orden inverso.

Examen neurológico cuantitativo de Panisset: La persona examinada debía hacer los movimientos indicados por el examinador de forma tan rápida y precisa como podía y se valoraba en una de ellas la presencia de temblor postural y ataxia.

Discriminación Cromática. Prueba de Lanthony de D-15: La prueba de discriminación de colores estaba constituida por 15 pastillas móviles de diferentes colores que la persona debía ordenar según disposición cromática, a partir de una pastilla de referencia fija. Las pastillas eran numeradas en su parte posterior. Su disposición se registraba en un diagrama que permite identificar la naturaleza de una eventual lesión, es decir permitía clasificar la discromatopsia como congénita o adquirida. La persona debía colocar por orden de semejanza cromática las 15 pastillas de color, que se ponen de manera desorganizada delante del sujeto bajo condiciones de iluminación especial. Se instruyó a la persona de no tocar la parte coloreada de las fichas por que se pueden borrar los colores, y había que estar atento a eso durante toda la prueba.

El Test de Cancelación del WISC-IV: Para evaluar la velocidad de procesamiento, el individuo tuvo que observar dos grupos de dibujos, uno de ellos con dibujos ordenados siguiendo una estructura de filas y columnas y el segundo

con dibujos dispuestos de forma aleatoria. Su tarea consistió en marcar los dibujos que se le indican en un tiempo determinado (45 segundos en cada grupo). Lo que se pedía al sujeto es que trabaje lo más rápido que pueda pero sin equivocarse, y si lo hacía, no pararse a borrar, sino continuar. Se obtuvieron dos puntuaciones de procesamiento diferentes:

- 1) Animales al azar (AnA) y 2) Animales Ordenados (AnO). Si se comparó ambas puntuaciones, se pudo obtener información de la diferencia de funcionamiento del niño en tareas de exploración visual de estímulos al azar o de estímulos que sigan una estructura ordenada

Inventario breve de síntomas (IBS): Para la aplicación del IBS se responden 53 preguntas que se mide en una escala de cinco puntos que tienen un rango de 'ni una sola vez' hasta 'muchas veces'. El IBS tiene nueve escalas de síntomas, Se sumó el puntaje para cada escala y se le divide por el número de preguntas en esa categoría. También se sumaron todas las diferentes escalas para obtener un "Gran total"

Control de Sesgos

Sesgo	Problema	Solución
Sesgo de selección	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Una muestra voluntaria podría alterar los resultados ▪ Una muestra seleccionada por conveniencia podría haber alterado los resultados 	Para evitar esto se eligió al azar por método de lotería
Sesgo de información	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizar un sistema de medición para la intoxicación por mercurio que sea difícil de entender para el entrevistado. 	Se utilizó un cuestionario realizado por los autores con un lenguaje sencillo para que comprenda las preguntas.

Plan de análisis

Los datos obtenidos en la investigación se agruparon según el instrumento aplicado, siguiendo el orden de acuerdo a los objetivos establecidos en el estudio.

Los datos recolectados fueron introducidos en el programa IBM SPSS® versión 22, a lo que luego se realizó una depuración y se hizo control de calidad de los mismos.

Se calculó la distribución de frecuencia y porcentaje de las diferentes variables (grupo etario, sexo, procedencia, etc.), de igual manera se realizó la prueba de T Student a las variables cuantitativas y Chi cuadrado para las variables categóricas. Para establecer si existen diferencias según la exposición de la población a estudio, se calculó la Razón de Prevalencia con su respectivo intervalo de confianza al 95% entre las variables relacionadas con la exposición, con los signos y/o síntomas de intoxicación por mercurio.

Operacionalización de las variables:

VARIABLES	DEFINICIÓN	VALORES
Edad	Tiempo en años transcurrido desde el nacimiento hasta el día de aplicación del instrumento	Mayores de 18 años
Sexo	Características fenotípicas que diferencian al hombre de la mujer	1. Masculino 2. Femenino
Procedencia	Lugar donde habita actualmente el participante.	1. Urbano 2. Rural

Variables	Definición	Valores
Escolaridad de los participantes	Nivel de instrucción alcanzado por el participante al momento de la entrevista	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analfabeto 2. Primaria incompleta 3. Primaria completa 4. Secundaria incompleta 5. Secundaria completa
Estado civil	Estado en que se encuentra una persona en virtud de compromisos conyugales legalmente establecidos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Soltero 2. Casado 3. Viudo 4. Divorciado 5. Unión estable
Exposición a mercurio	Si en el trabajo realiza actividades en las que manipule o esté en contacto con el mercurio. Se consideraran expuestos a los que se dedican a la minería artesanal y no expuestos a los trabajadores de otras ocupaciones.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Expuesto 2. No expuesto
Años de trabajo en la minería	Tiempo en años que ha trabajado como minero artesanal.	Años
Horas de trabajo al día	Número de horas de la jornada laboral	Horas
Consumo de alcohol	Gramos de alcohol consumido por día (OMS 2007)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo < 25 gramos 2. Alto > 25 gramos

Variables	Definición	Valores
Consumo de cigarrillo	Número de cigarrillos consumidos por día(2006)	1. Tabaquismo leve: 1-5 paq/año 2. Tabaquismo Moderado: 6-15 paq/año 3. Tabaquismo severo : 15 ó mas paq/año
Hipertensión Arterial	Cifras de presión sistólica y diastólicas por encima de 120/80mmHg	1. Si 2. No
Diabetes	Antecedente personal patológico de haber sido diagnosticado con diabetes anteriormente	1. Si 2. No
Enfermedad Renal Crónica	Antecedente personal patológico de haber sido diagnosticado con Enfermedad Renal Crónica anteriormente	1. Si 2. No
Enfermedad Cerebrovascular	Antecedente personal patológico de haber sido diagnosticado con Enfermedad Cerebrovascular anteriormente	1. Si 2. No

Variables	Definición	Valores
<p>Efectos a la salud por exposición a mercurio</p>	<p>Alteraciones clínicas relacionadas con la exposición laboral a mercurio.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Náuseas, mareos, tos 2. Dermatitis en áreas expuestas 3. Estertores crepitantes 4. Palpitaciones 5. Fasciculaciones 6. Poliuria

Consideraciones éticas:

- ◆ Antes de aplicar el cuestionario se les informó a las participantes acerca del estudio y los objetivos del mismo, se les pidió su colaboración voluntaria en el estudio, se les explicó las posibles incomodidades derivadas del mismo, los beneficios de los resultados y principalmente su derecho de participar o no en el estudio y de retirarse en cualquier momento.

En el cuestionario se utilizó códigos, con el objetivo de respetar y proteger la privacidad de los participantes y además para mantener la confiabilidad y autenticidad del estudio.

- ◆ Por ningún motivo el cuestionario indagó datos ajenos a los objetivos del estudio y los resultados obtenidos serán utilizados solo con fines académicos.

VIII. Resultados

En la Tabla 1 se presentan las características sociodemográficas de la población de estudio, podemos observar, que los expuestos y no expuestos son similares en cuanto a edad, procedencia, estado civil, hábitos de consumo de alcohol y tabaquismo.

Tabla 1. Características sociodemográficas y hábitos de los mineros artesanales y población con actividad laboral no minera en Bonanza.

Característica	Expuestos(n=50)		No Expuestos(n=50)	
	Media (DE)	Frecuencia (%)	Media (DE)	Frecuencia (%)
<i>Características sociodemográficas</i>				
Edad	34.3 (12.2)		35.7 (10.3)	
menor de 30		21 (42%)		19 (38%)
mayor o igual a30		29 (58%)		31 (62%)
Procedencia				
Urbano		26 (52%)		33 (66%)
Rural		24 (48%)		17 (34%)
Nivel académico				
Analfabeto		4 (8%)		0 (0%)
Primaria incompleta		17 (39%)		8 (16%)
Primaria completa		12 (24%)		14 (28%)
Secundaria incompleta		12 (24%)		17 (34%)
Secundaria completa		5 (10%)		9 (18%)
Universidad		0 (0%)		2 (4%)
Estado civil				
Casado		15 (30%)		18 (36%)
Soltero		15 (30%)		7 (14%)
Unión de hecho estable		20 (40%)		25 (50%)
<i>Hábitos</i>				
Paquetes de cigarro año				
Leve		6 (28.6)		3 (23.1)
Moderado		13 (61.9)		9 (69.2)
Severo		2 (9.5)		1 (7.7)
Gramos de alcohol por día				
Menos de 25 gr		17 (77.3)		10 (62.8)
Mayor o igual a 25 gr		5 (22.7)		6 (37.5%)

Los trabajadores de minería (n=50) tenían entre 2 a 25 años de laborar en contacto con el mercurio con una media de 9.6 ± 6.1 , las jornadas de trabajo eran de 8 a 14 horas con una media de 19.3 ± 2.1 . Los trabajadores no expuestos (n=50) no tenían historia de laborar en minería, laboraban como comerciantes, conductores o trabajadores de seguridad.

Los trabajadores de minería no disponían de equipo de protección adecuado para la manipulación del mercurio, 19 (38%) utilizaban gafas de protección, 4 (8%) utilizaban guantes, 22 (44%) utilizaban mascarilla, 3 (6%) usaban casco y 9 (18%) botas de hule.

En general, la prevalencia de síntomas fue más alta en los trabajadores expuestos a mercurio que en los trabajadores no expuestos. El 100% de la población tiene al menos un síntoma. Las razones de prevalencia indican que fue 16 veces más probable encontrar trabajadores con hipertensión sistólica (IC 95% 4 - 63.2) y 10.7 más probable encontrar trabajadores con hipertensión diastólica (IC 95% 3.5 - 32.6), en los expuestos a mercurio respecto a los no expuestos. Así mismo, la prevalencia de roncos y gingivitis fue mayor en los trabajadores expuestos a mercurio (Tabla N. 2).

Tabla 2. Prevalencia de signos y síntomas en los participantes y asociación con la exposición al mercurio.

Signos/Síntomas	Población	Prevalencia (%)	RP (IC 95%)	P
Hipoacusia	Expuesto	28	-	-
	No Expuesto	0		
Hiperemia Nasal	Expuesto	28	-	-
	No Expuesto	0		
Dermatitis de contacto	Expuesto	70	-	-
	No Expuesto	0		
Amputación	Expuesto	14	-	-
	No Expuesto	0		
Ruidos pulmonares				
Roncus	Expuesto	24	6(1.4-25.6)	<0.01
	No Expuesto	4		
Sibilantes	Expuesto	8	-	-
	No Expuesto	0		
Hipertensión sistólica	Expuesto	64	16(4-63.2)	<0.01
	No Expuesto	4		
Hipertensión diastólica	Expuesto	64	10.7(3.5-32.6)	<0.01
	No Expuesto	6		
Gingivitis	Expuesto	58	7.3(2.8-19.1)	<0.01
	No Expuesto	8		
Ataxia	Expuesto	52	-	-
	No Expuesto	0		
Tremor	Expuesto	12	-	-
	No Expuesto	0		

Fuente: Entrevista y examen clínico general

En las pruebas de dominio cognitivo (Tabla 3) los expuestos a mercurio tuvieron un menor desempeño, lo que se refleja en un menor puntaje en las pruebas aplicadas. La diferencia de las medias entre expuestos y no expuestos fue estadísticamente significativa ($P < 0.05$ por T Student para muestras independientes) excepto para la prueba de dígitos mismo orden, prueba de cancelación desalineado y prueba cancelación alineado.

Tabla 3. Desempeño de los participantes en las pruebas del dominio cognitivo y sensorial y asociación con la exposición al mercurio.

Prueba	Expuestos (50 trabajadores)		No expuestos (50 trabajadores)		P*
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Prueba de dígitos: repetición en mismo orden	5.12	1.51	5.98	1.17	0.098
Prueba de dígitos: repetición en orden inverso	3.48	1.34	4.82	1.10	0.042
Prueba de dígitos: puntaje total	8.60	2.39	10.74	1.65	0.013
Prueba de diseño con cubos puntaje total	15.16	6.25	32.96	4.18	0.012
Prueba de Cancelación. Desalineados	22.68	6.02	43.34	5.78	0.973
Prueba de cancelación. alineado	23.90	5.81	44.54	5.13	0.852
	n	%	n	%	
Discromatopsia adquirida	20	40	0	0	
Discromatopsia congénita	8	16	7	14	
Discromatopsia mixta	6	12	0	0	
Sin discromatopsia	16	32	43	86	

Fuente: Pruebas del dominio cognitivo y test de Lanthony

*T de Student

En la Tabla 4, se presenta el Examen Neurológico de Panisset el cual evalúa funciones motoras varias. Los trabajadores expuestos a mercurio tuvieron un tiempo de reacción mayor, la diferencia de medias fue estadísticamente significativa para todos los procesos motrices excepto Prueba A derecha (Toque secuencial pulgar-dedo.), Prueba A izquierda (Toque secuencial pulgar-dedo), prueba E derecha (abrir y cerrar la mano) ($P < 0.05$ por T Student para muestras independientes).

Tabla 4. Desempeño motor de los participantes y asociación con la exposición al mercurio.

Prueba	Expuestos(n=50)		No expuestos(n=50)		P*
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Examen neurológico de Paniset					
A. Toque secuencial pulgar-dedo. Derecha	34.40	3.20	23.24	4.28	0.416
A. Toque secuencial pulgar-dedo. Izquierda	33.60	3.62	22.78	3.92	0.964
B. Prono-supinación mano. Derecha	22.06	3.25	18.70	1.50	0.003
B. Prono-supinación mano. Izquierda	21.78	3.23	19.42	1.80	0.001
C. Cruce de manos	21.22	3.18	18.30	1.58	0.015
D. Movimientos alternos coordinados. Derecha	24.58	4.53	19.90	2.28	0.000
D. Movimientos alternos coordinados. Izquierda	24.33	5.16	20.18	2.20	0.000
E. Abrir y cerrar la mano. Derecha	19.56	2.37	18.64	1.40	0.061
E. Abrir y cerrar la mano. Izquierda	20.18	2.62	19.04	1.47	0.011
G. Manos cerradas y abiertas	33.04	3.61	29.32	2.33	0.004
H. Golpeteo con el pie. Derecha	11.14	1.77	9.18	1.19	0.017
H. Golpeteo con el pie. Izquierda	10.82	1.76	9.74	1.16	0.023

Fuente: Examen neurológico de Panisset

*T de Student

En la Tabla 5 podemos observar que en el Inventario Breve de Síntomas los expuestos a mercurio obtuvieron un mayor puntaje, lo cual refleja un mayor número de respuestas positivas. La diferencia de medias fue estadísticamente significativa ($P < 0.05$ por T Student para muestras independientes) para todas las sub-escalas, excepto la ansiedad y el psicotismo.

Tabla 5. Síntomas neuropsiquiátricos y su asociación con la exposición al mercurio.

Prueba	Expuestos(n=50)		No expuestos(n=50)		P*
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Pruebas de la escala neuropsiquiátrica					
Inventario breve de síntomas puntaje total	48.42	17.17	18.46	10.75	0.024
Somatización puntaje	0.93	0.46	0.28	0.27	0.002
Síntomas obsesivo- compulsivos	0.92	0.43	0.25	0.23	0.001
Sensibilidad interpersonal	1.14	0.65	0.50	0.47	0.016
Depresión	0.88	0.40	0.27	0.27	0.007
Ansiedad	0.80	0.40	0.34	0.38	0.880
Hostilidad	0.92	0.56	0.44	0.42	0.033
Ansiedad fóbica	0.85	0.56	0.27	0.31	0.000
Paranoía	0.96	0.56	0.34	0.39	0.002
Psicotismo	0.80	0.49	0.34	0.36	0.058
Síntomas adicionales	1.01	0.58	0.20	0.26	0.000

Fuente: Inventario Breve de Síntomas

*T de Student

IX. Discusión

Este estudio es el primero en explorar los efectos del mercurio en la salud de mineros artesanales en Nicaragua. Los resultados muestran que la exposición al mercurio se asocia significativamente con los signos y síntomas presentados por los mineros y con el desempeño en las pruebas del dominio motor, cognitivo y neuropsiquiátrico.

Dentro de los datos sociodemográficos destacó que casi en su totalidad los trabajadores que se dedican a este oficio son personas con baja escolaridad, coincidiendo con el estudio de Vallejo y García donde plantean la baja escolaridad y la pertenencia a estratos socioeconómicos de bajo nivel.²⁹ Por otro lado, tenemos que aproximadamente la mitad de esta población obrera son consumidores de alcohol y de tabaco en porcentajes importantes, similar al estudio de Silbergeld E, en el cual el 70% eran fumadores y un porcentaje similar informó el consumo de alcohol.⁸

Dentro de la sintomatología que presentan los mineros artesanales encontramos en altos porcentajes la presencia de dermatitis de contacto, gingivitis, hiperemia nasal, hipoacusia e hipertensión arterial, de la misma manera en el estudio de Muñoz en Ecuador, donde cuantificaron las concentraciones de mercurio en sangre encontraron presente la misma sintomatología a excepción de la hipertensión arterial.⁵ El dato de hipertensión en este estudio es de vital importancia debido a las conocidas complicaciones en el aparato cardiovascular que esta puede producir, este aumento de las cifras de tensión arterial se produce por un engrosamiento de la capa íntima media de las arterias por la exposición continua al mercurio, esta información es similar a la encontrada en el artículo de la OMS donde se demostró hipertensión arterial con riesgo de enfermedad cardiovascular.³⁰ En un metaanálisis de 29 estudios en poblaciones expuestas ocupacional o ambientalmente al mercurio se encontró que el el OR combinado general para la hipertensión fue 1.24 (95%

CI: 1,00, 1,52; valor de p para heterogeneidad <0: 0001) y el OR combinado considerando solo las exposiciones altas a mercurio fue de 1.35 (95% CI: 0.99, 1.83; valor de p para heterogeneidad = 0:003).³³

Mediante el IBSS logramos demostrar el riesgo de los mineros expuestos a mercurio en comparación a no expuestos a presentar síntomas de las diez dimensiones neuropsiquiátricas, en este estudio se encontró una diferencia significativa en todas las dimensiones entre expuestos y no expuestos, con un puntaje incluso más alto en la dimensión obsesivos compulsivos, depresión, sensibilidad interpersonal y síntomas adicionales. En el estudio de Aragón y Rojas en Honduras donde se evaluó el efecto de clorpirifos con IBSS donde encontraron que existe un exceso en todas las dimensiones con excepción de la dimensión de paranoia y sensibilidad interpersonal.³¹ De acuerdo a una revisión de 17 estudios de los efectos por exposición a mercurio en comunidades de pequeña minería en 10 países se encontró que los efectos más comunes por exposición a mercurio son los efectos neurológicos. Los efectos más reportados fueron temblores, ataxia, disminución de los reflejos profundos, pobre coordinación motora, problemas de memoria y desordenes de la visión.³⁴ Estos hallazgos son coherentes con los resultados de nuestro estudio donde encontramos asociación con discromatopsia, pobre coordinación motora y disminución en el desempeño cognitivo.

En los trabajadores expuestos en el cual se valoró la síntesis y coordinación visoespacial, coordinación motora, la memoria inmediata y de trabajo así como las habilidades de rapidez asociativa y coordinación viso manual por medio de las pruebas neuroconductuales se encontró un desempeño menor en los trabajadores expuestos lo que es indicativo de una disminución del índice de coeficiente intelectual esto mismo es confirmado por Otero, Porcayo, Aguirre, Pedraza en México se aplicaron prueba en los dominios cognitivos, visoespacial y motor mostrando un deterioro de estos acápites.³²

Validez del estudio:

El estudio tiene varias fortalezas. La selección de la población de estudio, los mineros artesanales conforman una población expuesta al mercurio bien definida. Se evitó la inclusión selectiva de aquellos trabajadores que tenían menos de un año de trabajar con mercurio, en general todos los participantes estaban expuestos.

El alto índice de participación tanto de la población expuesta como no expuesta, indica que es un sesgo de selección improbable, otra fortaleza es que la población expuesta son de la misma región y del mismo estrato socioeconómico por lo cual minimiza el sesgo de confusión, otra ventaja para estudiar los efectos en la salud por exposición a mercurio en los trabajadores fue que no había exposición simultánea a plaguicidas o plomo, la razón principal es que la actividad económica de esta región se basa en la industria minera y comercio.

Una limitación de este estudio fue que por razones de presupuesto no se pudo cuantificar el nivel de exposición a mercurio en los participantes y por tanto se tuvo que utilizar como indicador de exposición el contacto ocupacional con el mercurio en la minería artesanal. La limitación de este indicador es que no permite establecer una relación dosis-respuesta.

Los métodos empleados para medir el efecto en el estudio (Panisset, IBSS, pruebas de dominio cognitivo) han sido validadas para su uso en población latinoamericana y además están dentro de la batería de pruebas recomendadas para identificar los efectos por exposición a sustancias tóxicas. En Nicaragua han sido utilizadas en diversos estudios en poblaciones expuestas a plaguicidas y existe experiencia de uso por lo que no se prevé errores en la clasificación de los efectos. A pesar de que no se tuvo acceso a pruebas de mercurio en sangre y orina, la asociación entre el contacto ocupacional y el desempeño en las pruebas demuestra efectos por exposición a mercurio coherentes con lo publicado en la literatura internacional.

X. Conclusiones

- 1) Las características de los mineros artesanales de la Ciudad de Bonanza, que participaron en este estudio son hombres, la mayoría entre los 24 y 46 años que proceden del casco urbano, donde la mayoría tiene un grado de escolaridad de primaria incompleta.
- 2) Los trabajadores de la pequeña minería tenían entre los 2 años a 25 años de trabajar con mercurio para la extracción del oro, trabajando al día hasta 14 horas diarias y no utilizaban el equipo de protección adecuado.
- 3) Se encontró una asociación entre exposición ocupacional a mercurio e hipertensión arterial, 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 sub-escalas de depresión, y ansiedad fóbica.

XI. Recomendaciones

A mineros artesanales y las autoridades municipales de la Ciudad de Bonanza

Pedir a las autoridades competentes apoyo técnico, formalización del proceso y proyectos donde puedan realizarse capacitaciones sobre efectos en la salud por exposición a mercurio.

Realizar una reunión con todos los mineros artesanales del municipio para fomentar medidas de seguridad laboral entre las que se consideraría reducir el tiempo de jornada laboral y el uso de equipos de protección personal gafas, guantes, tapa boca.

Al Ministerio de Salud

Brindar planes de capacitación para que los trabajadores de la salud puedan identificar la sintomatología presente por exposición al mercurio y cuando los trabajadores acudan a la unidad de salud puedan detectarlos, además realizar campañas interinstitucionales que proponen una mayor actividad de los mineros artesanales para el cuidado de la salud y el manejo de las patologías presentadas en estos.

A la empresa privada

Crear un proyecto social que capacite a los mineros artesanales en temas de seguridad laboral y manejo de mercurio ya que las empresas siempre cuentan con un personal capacitado en estas áreas (siempre y cuando los mineros artesanales lo permitan y lo hayan solicitado a dicha empresa) aunque la ley no establece que como empresa privada estos deban involucrarse de manera bipartita con este gremio, sino crear proyectos donde esté involucrada también toda la comunidad.

XII. Referencias bibliográficas

1. Gutiérrez-Mosquera H, Sujitha SB, Jonathan MP, Sarkar SK, Medina-Mosquera F, Ayala-Mosquera H, Morales-Mira G, Arreola-Mendoza L. Mercury levels in human population from a mining district in Western Colombia. *J Environ Sci (China)*. 2018 Jun;68:83-90.
2. Cano S. Contaminación con mercurio por la actividad minera. Instituto Nacional de Salud. *Biomédica*. Colombia 2012; 32 (3).
3. Steckling N. Los pesos de discapacidad para la intoxicación crónica por mercurio resultantes de las actividades de minería del oro: resultados de una encuesta en línea de comparaciones por pares. *Revista Public Health*, 14 (1), 57, 2017.
4. El mercurio y la salud. [en línea]. 2017. [fecha de acceso el 7 de Abril del 2018] URL disponible en:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/es/>
5. Muñoz-García G. Determinación de mercurio en mineros artesanales en la comunidad Puzuno de la ciudad del Tena. [Tesis de Licenciatura]. Ecuador. Universidad Técnica de Ambato; 2016.
6. Molina C, Arango C, Sepulveda H. Contaminación por mercurio en madres lactantes de municipios con explotación minera de oro de Antioquia. *Biomédica* 2017; 38 (1): 1-34.
7. Bose-O'Reilly S. Un estudio preliminar sobre los efectos en la salud de los aldeanos expuestos al mercurio en una zona de minería de oro artesanal en pequeña escala en Indonesia. *Investigación ambiental* 2017; 149: 279-281.

8. Silbergeld E. Exposición al mercurio y prevalencia de la malaria entre los mineros del oro en Pará, Brasil. Revista de Sociedades Brasileira de Medicina Tropical 2002; 35 (5): 1-10.
9. Jirón-Mena L. 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; 2016.
10. Gaiolia M, Amoedoa D, González D. Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente. Revista Pediatría práctica 2012; 110 (3).
11. Hentshel T, Felix Hruschka Reporte global de la minería artesanal y de pequeña escala. [en línea]. 2002. Revista [fecha de acceso el 21 de Abril del 2018] URL disponible en: <http://www.miningfacts.org/Comunidades/Que-es-la-mineria-artesanal-y-de-pequena-escala/>
12. Ley 387 Constitución de la República de Nicaragua, ley especial de exploración y explotación de minas. Capítulo V, artículos del 39-48.
13. Burgos Aliaga. Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la Intoxicación por Mercurio. [en línea]. 2013 [fecha de acceso 21 de Abril del 2018] URL disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3245.pdf>
14. Organización Panamericana de la Salud. Diagnóstico e Investigación epidemiología de las enfermedades transmitidas por alimentos. [en línea]. 2011. [fecha de acceso 21 de Abril del 2018] URL disponible en: <http://www.ops.org.ar/publicaciones/publicaciones%20virtuales/libroETAs/modulo5/modulo5m.html>
15. Ramírez A. Intoxicación ocupacional por mercurio. An Fac med 2008; 69 (1): 46-51.

16. Delgado L. J. El mercurio y su importancia en la nutrición. Archivos de Investigación Pediátrica de México, 8 (2): 20-26.
17. El uso del mercurio en la minería del oro artesanal y en pequeña escala. [en línea]. [fecha de acceso 15 de septiembre del 2018] URL disponible en: https://ige.org/archivos/IGE/mercurio_en_la_Mineria_de_Au.pdf
18. Calero Contreras E, Cuenca Sánchez de Castro, C. Límites de exposición Profesional para Agentes Químicos en el Trabajo de España para el año 2010. [en línea]. 2010. [fecha de acceso 21 de Abril del 2018] URL disponible en: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=c4fdaa651c0a6210VgnVCM1000000705350aRCRD&vgnnextchannel=75164a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca80RCRD>
19. Español Cano S. Toxicología del mercurio. Actuaciones preventivas en sanidad laboral y ambiental. Jornada Internacional sobre el impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Perú 2001.
20. Crespo López M, A.M. Herculano, T.C. Corvelo, J.L. Do Nascimento. Mercurio y neurotoxicidad. Revista de Neurología 2005; 40 (7): 441-447.
21. Poulin J, Gibb H. Mercurio Evaluación de la carga de morbilidad ambiental a nivel nacional y local. Serie Carga de Morbilidad Ambiental, Ginebra 2008. N° 16.
22. Díez Sáez C, Esteban López, J. Ayala Curiel. Intoxicación por hierro y otros metales. [en línea]. 2011. [fecha de acceso el 21 de Abril del 2018] URL

disponible en:

<http://www.seup.org/seup/html/gtrabajo/manualIntoxicaciones/capitulo19.pdf>

23. Pérez F, Martínez Coronel, Bellot Iglesias. Intoxicación por productos industriales. [en línea]. 2009. [fecha de acceso el 21 de abril del 2018] URL disponible en: <http://www.tratado.uninet.edu/c100804.html>
24. Alberola AI, Begoña Escutia, Lucia Carnero. Trastornos cutáneos inducidos por el mercurio. [en línea]. 2010. [fecha de acceso el 21 de Abril del 2018] URL disponible en:
http://www.doyma.es/revistas/ctl_servlet?_f=7264&articuloid=13084570&revistaid=21
25. Betes J, Velásquez P. Toxicología. [en línea]. 2011. [fecha de acceso el 21 de Abril del 2018] URL disponible en:
http://www.normon.es/media/manual_8/capitulo_35.pdf
26. Weschler, D (2003). WISCH-IV technical and interpretive manual. San Antonio, Tx: The Psychological corporation.
27. O De Joode B, Mergler D, wesseling C, Henao S, Amador R, Castillo L. Manual de pruebas neuroconductuales. 1st ed. San José, Costa Rica; 2000.
28. Olivero Verbel J. Efectos de la minería en Colombia sobre la salud humana. [en línea]. [fecha de acceso el día 7 de Abril del 2018] URL disponible en:
<http://concienciaciudadana.org/wp-content/uploads/2017/06/Efectos-de-la-Miner%C3%ADa-en-Colombia-sobre-la-Salud-Humana-Jes%C3%BA-Olivero-Verbel.pdf>.
29. Muñoz-Vallejo, Luisa Fernanda, García-Ardila, Luisa Fernanda, Rodríguez-Gázquez, María de los Ángeles, Percepción sobre daños a la salud y utilidad de medidas de protección de personas expuestas

ocupacionalmente al mercurio en la minería del oro. Revista Lasallista de Investigación [Internet]. 2012;9(1):53-61. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/69524955003>

30. Poulin Gibb H. Mercurio: evaluación de la carga de morbilidad ambiental a nivel nacional y local [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2013 [cited 18 September 2019]. Recuperado de : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/78130>
31. Efectos de clorpirifos sobre la salud de trabajadores bananeros de La Lima, Honduras / Catharina Wesseling, Aurora Aragón, Marianela Rojas, Lylliam López, Luis Blanco, Arlen Soto, Aura Fúnez, Et al. Heredia, Costa Rica : SALTRA, IRET-UNA, CISTA, UNAN-León, 2006. 55 p.
32. Otero, Gloria; Porcayo, Rosario; Aguirre, Dalia María; Pedraza, Mérida. Estudio neuroconductual en sujetos laboralmente expuestos a plaguicidas. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, vol. 16, núm. 2, 2000, pp. 67-74. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.
33. Hu XF, Singh K, Chan HM. Mercury Exposure, Blood Pressure, and Hypertension: A Systematic Review and Dose-response Meta-analysis. Environ Health Perspect. 2018 Jul 31;126(7).
34. Gibb H, O'Leary KG. Mercury exposure and health impacts among individuals in the artisanal and small-scale gold mining community: a comprehensive review. Environ Health Perspect. 2014 Jul;122(7):667-72.

ANEXOS

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Código _____

HOJA DE INFORMACIÓN PARA EL RESPONSABLE DEL PARTICIPANTE DE LA INVESTIGACIÓN

Somos estudiantes de V año de la carrera de Medicina de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNAN-León, estamos realizando un estudio sobre La salud de los mineros artesanales expuestos a mercurio en la ciudad de Bonanza, Nicaragua, el cual pretende caracterizar los aspectos socio-demográficos de los mineros artesanales, determinar la prevalencia de la intoxicación por mercurio, identificar los factores de riesgo y establecer sus efectos en la salud de los mineros artesanales.

Por este motivo, le solicitamos su autorización para realizar la entrevista y la toma de muestra de sangre a usted. La participación es absolutamente voluntaria. En cualquier momento tiene derecho de no participar si lo considera conveniente.

La información brindada se mantendrá en completa confidencialidad, de manera que su nombre no aparecerá en el estudio, ya que en los datos se asignará un código.

Si usted tiene dudas puede aclararlas en cualquier momento durante la autorización o puede llamar a Br. Kikurus Fagoth Paiz (autor del estudio) al celular: 82087243 y/o Br. Enrique José Corea Flores (autor del estudio) Celular: 88345655 los días Lunes a Viernes entre 4 y 5 de la tarde.

Si usted está de acuerdo en participar, lo único que hará será llenar un cuestionario y realizarse una muestra de sangre.

Aclaremos que usted no tendrá ningún gasto económico por participar en el estudio.

USTED SE PREGUNTARÁ SI SU USTED CORRE ALGUN RIESGO CON ESTA

INVESTIGACIÓN: Con la aplicación del cuestionario usted no debe preocuparse, ya que no estará expuesto a ningún riesgo físico y las respuestas serán guardadas con la adecuada confidencialidad. Asimismo, la muestra de sangre será tomada por personal de salud capacitado.

USTED SE PREGUNTARÁ ¿MI PARTICIPACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN TRAERÁ ALGÚN BENEFICIO?

La información que nos brindarán los participantes será de gran utilidad, ya que ayudará en la toma de medidas preventivas ante éste problema. Además, proporcionará información para todas aquellas personas interesadas en el tema.

EN CUANTO A LA COMUNICACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados del cuestionario serán publicados en un documento que estará disponible en la biblioteca de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.

Para mantenernos en contacto le dejaremos este documento que llamamos **Consentimiento**, en el cual está escrito lo que le acabamos de explicar. Reiterando anteriormente se adjuntó un número telefónico al cual puede contactarnos y el horario en que puede hacerlo.

Las firmas

Aceptar la participación es opción suya. Al firmar este consentimiento usted afirma que participará en este estudio. Si usted comprende la información brindada, proceda a firmar abajo. Asegúrese que todas sus dudas fueron contestadas y que usted comprende el estudio.

**HOJA DE CONSENTIMIENTO PARA EL PARTICIPANTE DE LA
INVESTIGACIÓN**

Yo doy por comprendido de que me explicaron con un lenguaje sencillo y claro, el investigador me ha aclarado la finalidad del estudio y con qué propósito se realiza. Yo he tenido la oportunidad de hacer preguntas en cuanto a mis dudas sobre el cuestionario y todas las que me planteé fueron contestadas.

Nombre del participante

Firma del participante

Nombre del investigador

Firma del investigador

Encuesta No.			
---------------------	--	--	--

Fecha: _____



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, León
CARRERA DE MEDICINA

1. DATOS GENERALES.

Nombre (iniciales): _____ Edad: _____ Estado civil: _____

Procedencia: Urbano Rural Sexo: Masculino Femenino

Nivel académico: Analfabeto Primaria incompleta Primaria completa

Secundaria incompleta Secundaria completa

2. HISTORIA LABORAL.

a. ¿Cuánto tiempo tiene de trabajar? _____ años/meses

b. ¿Cuál es su principal actividad laboral? _____

c. ¿Cuántas horas trabaja al día? _____

d. ¿Usted considera que su trabajo es peligroso? _____

e. ¿Se ha enfermado durante el trabajo? _____

3. HÁBITOS Y ESTILO DE VIDA

a. ¿Fuma? Sí No (pase a la pregunta 4)

b. ¿Cuántos cigarrillos fuma al día?

c. ¿A qué edad comenzó a fumar?

d. Si no fuma actualmente: ¿Fumó antes? Sí No (pase a la pregunta 7)

- e. ¿Cuántos cigarrillos fumaba al día?
- f. ¿Durante cuántos años fumó? _____ Edad inicio
 _____ Edad que lo dejó
 _____ Años
- g. ¿Consume algún tipo de bebida alcohólica actualmente? Sí No

h. ¿Qué tipo de licor consume?

Tipo	Cantidad	Frecuencia (semanal, mensual, etc)	Años consumiendo este tipo de alcohol
Cerveza	_____botellas 12 onzas (1 litro=3 botellas)		
Ron	_____tragos (1 media= 13 tragos)		
Caballito	_____tragos (1 media= 13 tragos)		
Otros			

4. Factores de riesgo

- ¿Toma agua contaminada por mercurio o limpia? Sí No
- ¿Su casa queda cerca de su área de trabajo? Sí No
- ¿Usted es alérgico al mercurio? Sí No
- ¿Se cambia de ropa al llegar a su casa? Sí No
- ¿Se baña al llegar a casa? Sí No
- ¿Su casa queda cerca de su área de trabajo? Sí No

5. Equipo de Protección Personal (EPP)

¿Qué tipo de EPP conoce?

Gafas	Lo usa	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Guantes	Lo usa	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Mascarillas	Lo usa	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Zapatos	Lo usa	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Casco	Lo usa	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Tapones para el oído	Lo usa	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

6. Ingesta de alimentos

- ¿Consume mariscos? Sí No
- ¿Qué cantidad de mariscos consume? _____ diariamente
_____ semanal
_____ mensual
- ¿De dónde provienen estos mariscos? _____ de la misma zona de la minería
_____ comprados lejos de la zona de la minería
- ¿Siente usted que aumenta la sintomatología al consumir mariscos? Sí No

Evaluación de afectación

Signos vitales

PA _____ FC _____ FR _____ T° _____

Peso _____ Talla _____ IMC _____

Antecedentes Personales Patológicos

Diabetes Mellitus Si No

Enfermedad Renal Crónica Si No

Hipertensión Arterial Crónica Si No

Enfermedad Cerebrovascular Si No

Inventario Breve de Síntomas. Formulario de aplicación y registro

Código:

Fecha:

Hora de empezar:

Hora de terminar:

“Ahora voy a leer una lista de malestares y problemas que algunas personas tienen a veces. Escuche cada uno con cuidado e indíqueme si durante el último mes, incluyendo hoy, ha tenido ese problema: Nunca, pocas veces, regularmente, bastante o muchas veces. Observe esta regla que está dividida en cuadros con una cantidad creciente de puntos negros. el cuadro sin puntos con el número 0 significa “ni una sola vez”; el siguiente cuadro con el número 1 que tiene algunos puntos, significa

“pocas veces”; el cuadro del centro con el número 2 significa “regularmente”; el cuadro con el número 3 significa ‘bastante’ y el último con el número 4 que más puntos tiene, significa ‘muchas veces.’”

“Practiquemos un momento: Si yo le digo: “en el último mes usted ha tenido calor, ¿cuál cuadro me indicaría usted? Si yo le digo: “en el último mes usted ha tenido frío,” cuál cuadro me indicaría usted? Ahora le voy a leer la lista de malestares. Utilice la regla para indicar su respuesta: ni una sola vez, pocas veces, regularmente, bastante o muchas veces.

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA TENIDO:

- 1) Nerviosismo o temblores internos ()
- 2) Sensación de desvanecimiento o mareos ()
- 3) La idea de que otra persona controla sus pensamientos ()
- 4) Sentimientos de que otros son los culpables de la mayoría de sus problemas ()
- 5) Dificultad para acordarse de cosas ()
- 6) Se ha sentido fácilmente enojado o molesto ()

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA TENIDO:

- 7) Dolores en el corazón o el pecho ()
- 8) Miedo a los espacios abiertos o afuera en la calle ()
- 9) Pensamientos de poner fin a su vida ()
- 10) Sentimientos de que no se puede confiar en la mayoría de las personas ()
- 11) Falta de apetito ()

EN EL ÚLTIMO MES USTED SE HA SENTIDO:

- 12) Asustado de repente sin ninguna razón en particular ()
- 13) Ha tenido ataques de cólera o enojo que usted no puede controlar ()

- 14) Sentimientos de soledad aún cuando está con gente ()
- 15) Sentimientos de estar bloqueado para hacer cosas ()
- 16) Sentimientos de soledad ()
- 17) Sentimientos de tristeza ()
- 18) Falta de interés en cualquier cosa ()
- 19) Sentimientos de temor ()
- 20) Se ha sentido fácilmente resentido ()

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA SENTIDO:

- 21) Que la gente es poco amable o que no lo quiere ()
- 22) Que usted se siente menos que otras personas ()
- 23) Ganas de vomitar o malestar estomacal ()
- 24) Que otros le están mirando o están hablando sobre usted ()
- 25) Problemas de dormir ()
- 26) Ha tenido que revisar varias veces lo que está haciendo ()
- 27) Dificultad para tomar decisiones ()
- 28) Miedo para viajar en bus ()
- 29) Falta de aire ()
- 30) Calores o escalofríos de repente ()

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA SENTIDO:

- 31) Que tiene que evitar algunas lugares, personas, o situaciones porque le dan miedo ()
- 32) Que su mente se queda en blanco ()
- 33) Hormigueos o que se le duermen partes del cuerpo ()
- 34) Que usted merece ser castigado por sus pecados ()
- 35) Sin esperanza para el futuro ()
- 36) Dificultada para concentrarse ()
- 37) Debilidad en partes de su cuerpo ()
- 38) Tensión o ansiedad ()

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA TENIDO:

- 39) Pensamientos sobre la muerte o morir ()
- 40) Ganas de golpear, pegar o herir a alguien ()
- 41) Ganas de romper o destruir cosas ()
- 42) Mucha preocupación sobre como les cae usted a los demás ()

- 43) Se ha sentido incómodo en lugares donde hay mucha gente,
por ejemplo en el estadio, la plaza de toros o la iglesia ()
- 44) Que nunca se siente en confianza con otra persona o cercana de alguien ()
- 45) Momentos de terror o pánico ()
- 46) Que se pelea frecuentemente con la gente ()

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA SENTIDO:

- 47) Nerviosismo cuando está solo ()
- 48) Que otros no le reconocen suficientemente sus éxitos o logros ()
- 49) Una inquietud tan grande que no puede quedarse sentado ()
- 50) Ha tenido sentimientos de que usted no vale nada ()
- 51) Que las demás personas se aprovecharán de usted si se lo permitiera ()
- 52) Ha tenido sentimientos de culpa ()
- 53) La idea de que algo anda mal en su mente ()

Examinador:

La persona entendió Si () No ()

Tuvo cuidado al contestar Si () No ()

Observaciones: _____

Puntaje:

El IBS tiene nueve escalas de síntomas.

Escala	Preguntas
Somatización	2, 7, 23, 29, 30, 33, 37
Síntomas obsesivo-compulsivos	5, 15, 26, 27, 32, 36
Sensibilidad interpersonal	20, 21, 22, 42
Depresión	9, 16, 17, 18, 35, 50
Ansiedad	1, 12, 19, 38, 45, 49
Hostilidad	6, 13, 40, 41, 46
Ansiedad fóbica	8, 28, 31, 43, 47
Paranoia	4, 10, 24, 48, 51
Psicotismo	3, 14, 34, 44, 53
Síntomas adicionales	11, 25, 39, 52

Se suma el puntaje para cada escala y se le divide por el número de preguntas en esa categoría. También se suman todas las diferentes escalas para obtener un 'Gran total'. Para una descripción detallada de los puntajes se puede referir al 'The brief symptom inventory (BSI). Administration, scoring and procedures manual-1' (Derogatis & Spencer, 1982).

Prueba de dígitos - Formulario de aplicación y registro

Código:

Fecha:

Hora:

En el mismo orden	Correcto	Orden inverso	Correcto
5-8-2	<input type="checkbox"/>	2-4	<input type="checkbox"/>
6-9-4	<input type="checkbox"/>	5-8	<input type="checkbox"/>
6-4-3-9	<input type="checkbox"/>	6-2-9	<input type="checkbox"/>
7-2-8-6	<input type="checkbox"/>	4-1-5	<input type="checkbox"/>
4-2-7-3-1	<input type="checkbox"/>	3-2-7-9	<input type="checkbox"/>
7-5-8-3-6	<input type="checkbox"/>	4-9-6-8	<input type="checkbox"/>
6-1-9-4-7-3	<input type="checkbox"/>	1-5-2-8-6	<input type="checkbox"/>
3-9-2-4-8-7	<input type="checkbox"/>	6-1-8-4-3	<input type="checkbox"/>
5-9-1-7-4-2-3	<input type="checkbox"/>	5-3-9-4-1-8	<input type="checkbox"/>
4-1-7-9-3-8-6	<input type="checkbox"/>	7-2-4-8-5-6	<input type="checkbox"/>
5-8-1-9-2-6-4-7	<input type="checkbox"/>	8-1-2-9-3-6-5	<input type="checkbox"/>
3-8-2-9-5-1-7-4	<input type="checkbox"/>	4-7-3-9-2-2-8	<input type="checkbox"/>
2-7-5-8-6-2-5-8-4	<input type="checkbox"/>	9-4-3-7-6-2-5-8	<input type="checkbox"/>
7-1-3-9-4-2-5-6-8	<input type="checkbox"/>	7-2-8-1-9-6-5-3	<input type="checkbox"/>

Números adicionales

En el mismo orden	Correcto	Orden inverso	Correcto
6-1-9	<input type="checkbox"/>	3-8	<input type="checkbox"/>
5-3-1-8	<input type="checkbox"/>	7-4-9	<input type="checkbox"/>
9-4-7-2-6	<input type="checkbox"/>	8-3-1-5	<input type="checkbox"/>
6-3-1-8-5-7	<input type="checkbox"/>	5-8-2-4-7	<input type="checkbox"/>
4-8-2-6-3-7-1	<input type="checkbox"/>	3-9-5-6-1-7	<input type="checkbox"/>
4-1-3-6-8-2-9-5	<input type="checkbox"/>	5-2-8-1-9-6-3	<input type="checkbox"/>
3-7-6-8-4-2-1-5-9	<input type="checkbox"/>	6-9-2-4-7-3-1-8	<input type="checkbox"/>

Digitos en el mismo orden _____ puntos
puntos

Dígitos en orden inverso _____

Puntaje total _____ puntos

Examen neurológico cuantitativo de Panisset. Formulario de registro

Código:

Fecha:

Hora:

Mano dominante = Derecha _____
Izquierda _____

Prueba A Derecha _____ Segundos Izquierda _____ Segundos

Prueba B Derecha _____ Segundos Izquierda _____ Segundos

Prueba C _____ Segundos

Prueba D Derecha _____ Segundos Izquierda _____ Segundos

Reinició la prueba _____ Si _____ No

No pudo hacer la prueba _____

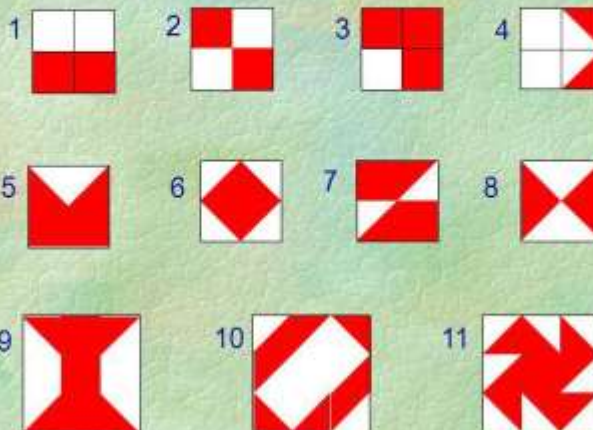
Prueba E Derecha _____ Segundos Izquierda _____ Segundos

Prueba F Tremor postural _____ Si _____ No

Ataxia _____ Si _____ No

Prueba H Derecho _____ Segundos Izquierdo _____ Segundos

Diseños utilizados en el WISC-R



Cuadernillo de respuestas 2

Nombre del niño: _____

Examinador: _____

Fecha de evaluación: _____ Edad: _____

Animales



Muestra:



Práctica:





Gracias por su atención