

Vulnerabilidad sociolaboral y riesgo a la salud en mineros de subsistencia en las principales cuencas de Colombia

Irina Maudith Campos-Casarrubia⁽¹⁾, María Osley Garzón-Duque⁽²⁾, Carlos Alberto Molina-Polo⁽³⁾

¹Enfermera, Especialista y Magister en Cuidado crítico. Estudiante de Doctorado en Salud Pública, Universidad CES. Grupo de Investigación: Observatorio de la Salud Pública, Escuela de Graduados, Medellín, Colombia.

²Administradora en Salud – Gestión Sanitaria y Ambiental, Magister en Epidemiología, PhD en Epidemiología y Bioestadística. Docente – Investigadora, Universidad CES-Facultad de Medicina, Medellín

³Ingeniero Electrónico, Candidato a Magister en Ciencias Ambientales, Universidad de Córdoba. Docente – Investigador, Universidad del Sinú, Montería

Correspondencia:

Irina Maudith Campos Casarrubia

*Dirección: Calle 60#9-20 la Castellana, Montería,
Córdoba -Colombia*

Correo electrónico: campos.irina@uces.edu.co

La cita de este artículo es: I. Campos-Casarrubia et al. Socio-occupational vulnerability and health risk in artisanal gold miners in main colombian basins. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2023; 32(3): 176-188

RESUMEN.

Objetivos: Evaluar la influencia de las condiciones socio-demográficas y de la existencia de asociaciones entre las condiciones de seguridad laboral y la prevalencia de efectos en la salud.

Material y Métodos: Estudio transversal con intención analítica realizado con fuentes secundarias de variables socio-demográficas, laborales, de condición y efectos sobre la salud asociados a la práctica de la minería aurífera y al uso de mercurio, los registros n=367. La realización de pruebas y estimaciones estadísticas de rigor a un nivel de confianza del 95% (p<0,05).

Resultados: Las mujeres en su mayoría, de 45 a 49 años, analfabetos. Los efectos sobre la condición física y la salud asociados a su labor, demuestran la prevalencia de alteraciones como pérdida de: fuerza,

COMBINED HYDRATION AND EFFECTS ON THE VOCAL HEALTH IN SPEECH LANGUAGE PATHOLOGY STUDENTS

ABSTRACT

Objectives: Develop an assessment of socio-demographic conditions influence as well significant associations among occupational safety conditions and health effects prevalence on gold small-scale miners vulnerability in Colombia.

Material and Methods: Cross-sectional study with analytical intent conducted with secondary sources of socio-demographic, labor, condition and health effects variables associated with the practice of gold mining and the use of mercury, records n=367. The performance of tests and statistical estimates of rigor at a confidence level of 95% (p<0.05).

visión y cabello. Las regresiones lineales entre las concentraciones orgánicas de Hg (sangre, orina y cabello) y el tiempo de realización de esta labor, apuntan que existen asociaciones proporcionales significativas ($p < 0,05$)

Conclusiones: El uso de medidas de seguridad laboral puede incidir significativamente en la reducción de riesgos asociados a la exposición al mercurio, principalmente en segmentos poblacionales con mayor vulnerabilidad.

Palabras clave: Vulnerabilidad social; Poblaciones vulnerables; condiciones de trabajo; Salud pública; Minería.

Results: Women are mostly illiterate aged 45 to 49. The effects on physical condition and health associated with their work demonstrate the prevalence of alterations such as loss of: strength, vision and hair. The linear regressions between the organic concentrations of Hg (blood, urine and hair) and the time of performance of this work, indicate that there are significant proportional associations ($p < 0.05$).

Conclusions: The assessment of occupational safety measures might have a significant impact on potential risks reduction associated with mercury usage and exposure, mainly in population segments with higher vulnerability tendencies.

Key Words: Social Vulnerability; Vulnerable Populations; Occupational Risk; Occupational Safety; Public Health, Mining.

Fecha de recepción: 22 de octubre de 2022

Fecha de aceptación: 26 de julio de 2023

Introducción

El ejercicio de la minería aurífera en general, se constituye en una actividad laboral relevante en zonas y regiones del mundo en las que tiende a presentarse un número relativamente limitado de ofertas y oportunidades laborales y económicas⁽¹⁾. En este sentido las poblaciones que se dedican a la minería “artesanal o informal”, generalmente habita, generalmente habitan las zonas geográficas de influencia minera, ya que las dinámicas sociales y demográficas de estas poblaciones, particularmente de aquellas que derivan su sustento deriva de la minería artesanal, son significativamente dependientes del desarrollo de esta actividad laboral y la cual les implica unas exposiciones laborales ambientales, sociales, económicas y culturales, que determinan en buena parte su labor de subsistencia, y un aporte considerable para configurar su condición vulnerabilidad a nivel social, laboral y económico⁽²⁾. Por las razones anteriormente expuestas, condiciones

laborales como las que se observan en la minería artesanal o minería de subsistencia se concentra en poblaciones de comunidades rurales en países en vía de desarrollo, con altos índices de inequidad tal como sucede en como Colombia⁽³⁾, , donde los mineros de subsistencia (barequeros), se ubican en pequeñas poblaciones y asentamientos rurales próximos, a los lugares donde realizan sus actividades de extracción de oro, con minería aluvial en pequeña escala a lo largo de la extensión de las cuencas hidrográficas de grandes ríos como el Atrato, el Magdalena, el Cauca, el Mitú, el Orinoco, el Amazonas, etc⁽⁴⁾. Aunque las labores de extracción minera requieren condiciones y cuidados especiales, el minero(a) artesanal, generalmente carece de formación e información técnica y de las condiciones de seguridad laboral necesarias para la extracción y el procesamiento del oro, utilizando tradicionalmente mecanismos rudimentarios como el bateo y el tamizaje de los sedimentos de los lechos de estos cuerpos de agua⁽⁵⁾, situaciones que no sólo los llevan a una exposición

individual, familiar y comunitaria, en tanto que sus lugares de vivienda están alrededor de sus sitios de trabajo, máxime si se tiene en cuenta que la utilización permanente del mercurio (Hg) como agente amalgamador para facilitar la extracción de oro, se ha evidenciado como un agente que desencadena graves consecuencias en el ambiente y en la salud pública de las poblaciones mineras que utilizan este método de extracción, principalmente porque al ser calentada la aleación que conforma la amalgama, el Hg se volatiliza en forma de vapores y es retenido vía respiratoria cruzando la barrera alveolar y la hematoencefálica, siendo absorbido para diseminarse a través del organismo en su forma bioactiva: metilmercurio $[\text{CH}_3\text{Hg}]^+$ la cual es mucho más tóxica que su forma inorgánica⁽⁶⁾. Es importante tener presente que, aunque la exposición al mercurio por inhalación es una de las vías más sensibles y estudiadas, esta no es la única vía de ingreso del contaminante al organismo humano, siendo la absorción (dérmica) y la ingesta (oral) otras de las formas en las que el agente contaminante puede entrar en contacto con los trabajadores, que dentro de sus actividades manipulan o se exponen al Hg^(7,8). De igual forma, el Hg que es liberado y desechado en estos procesos llega a los cuerpos de agua y se biomagnifica generando contaminación ambiental a gran escala⁽⁹⁾. Como consecuencia, en el ser humano la contaminación con Hg está asociada principalmente a alteraciones de salud de orden neuromotor, hematológico, genético, teratogénico y comportamental⁽¹⁰⁾. No obstante lo anterior, aun es escasa la evidencia registrada para poblaciones de trabajadores informales en la minería artesanal, en ubicaciones geográficas particulares del territorio nacional. Por las razones anteriormente expuestas con el presente estudio se buscó evaluar la influencia de algunas condiciones socio-demográficas, laborales y de exposición al mercurio, y su influencia en las condiciones de salud, en trabajadores de la minería artesanal de oro los ríos en los departamentos de Choco, Nariño y Vaupés en Colombia; en las principales cuencas de Tadó, Riosucio, Carmen de Darien, Istmina, Medio San Juan, Acandí, Tumaco, Magüí, Barbacoas, Taraira. Con el fin de aportar

evidencia a la configuración de su condición de vulnerabilidad socio ambiental y laboral.

Material y Métodos

Estudio transversal con intensidad analítica, realizado con fuentes secundarias de información, del Ministerio de Salud para Colombia, del Repositorio Documental en la bases de datos reportadas sobre *La evaluación epidemiológica de los efectos en salud por exposición ocupacional y ambiental al mercurio (Hg) (2018)*⁽¹¹⁾, realizada en este segmento socio-laboral en las cuencas de los principales ríos del país. Para el presente subproducto, se abordaron específicamente variables puntuales de interés en lo relativo a 3 componentes específicos: los socio-demográficos, los de seguridad laboral y los efectos sobre la condición y la salud de los barequeros asociados al desarrollo de la actividad minera. La población de referencia, fueron los registros de los 1792 mineros incluidos en el estudio marco del Ministerio de salud, de los cuáles se tomaron por censo, los 367 registros de aquellos trabajadores mineros artesanales que realizaban su labor como barequeros, y que se constituyen a su vez en la población para el presente estudio. Para evaluar las condiciones de salud de los trabajadores se realizaron valoraciones médicas ocupacionales, previa firma del consentimiento informado, en un periodo de 2016 a 2018. Utilizando un muestreo no probabilístico según el documento en MINSALUD reportado. Al incluir los registros del presente análisis, se realizó una depuración de los datos y un control, de la calidad del dato que permitiera incluir sólo las variables que contenían más de 80% de sus datos.

Para el tratamiento de la información, en primer lugar, se definieron dos grupos de variables principales: las variables continuas que correspondieron a Hg en sangre ($\mu\text{g/L}^{-1}$), Hg en orina ($\mu\text{g/L}^{-1}$), Hg en cabello ($\mu\text{g/g}^{-1}$), y Tiempo ejerciendo el oficio de barequero (meses). A estas variables se les calculó la estadística descriptiva y se corroboró su distribución normal a través de la prueba de Kolmogórov-Smirnov ($p < 0,05$) y una transformación log-normal $y = \log(x)$, así como

también fue determinada la homogeneidad de las varianzas utilizando la distribución de Fisher. Por consiguiente, se determinó el grado de dependencia y correlación de las concentraciones de Hg en la sangre, en la orina y en el cabello de los barequeros respecto al tiempo de realización de este oficio, mediante una regresión lineal $Y = \beta_0 + \beta_1 x$ ($p < 0,05$). Correspondieron a Hg en sangre ($\mu\text{g/L}^{-1}$), Hg en orina ($\mu\text{g/L}^{-1}$), Hg en cabello ($\mu\text{g/g}^{-1}$). Las concentraciones medias de Hg en la sangre, la orina y el cabello fueron contrastadas con los límites máximos permisibles sin efectos adversos observables (NOAEL) para las cantidades de este metal pesado en matrices humanas, descritos por la WHO/UNEP (2008)⁽⁷⁾; los cuales corresponden a 15 $\mu\text{g/L}^{-1}$ para sangre, 25 $\mu\text{g/L}^{-1}$ para orina, y 5 $\mu\text{g/g}^{-1}$ para cabello.

Por otra parte, las variables categóricas fueron subdivididas en nominales y ordinales, siendo las variables nominales las correspondientes al componente socio-demográfico: Sexo-Condición biológica de nacimiento, Escolaridad, Rango de edad, Zona de procedencia y Cobertura de seguridad social, para estas variables se realizó una caracterización porcentual entre sus diferentes descriptores en la población de barequeros estudiada. En tanto que las variables ordinales correspondieron a las de seguridad laboral y a las de los efectos sobre la condición física y la salud de los barequeros asociados a su labor, siendo estas: Uso de Hg, Hg en casa, Amalgama en casa, Uso de ropa de trabajo, Uso de botas de caucho, Uso de guantes, Uso de peto, Pérdida de peso, Pérdida de cabello, Pérdida de audición, Pérdida de visión, Pérdida de fuerza, Ataxia y Nerviosismo. A estas variables ordinales se les otorgó una magnitud binomial en función de la respuesta suministrada por los barequeros, correspondiendo la respuesta negativa a 1 y la respuesta afirmativa a 2. A partir de lo anterior se realizó un análisis multivariado de asociación entre la similitud de las probabilidades de prevalencia de los efectos sobre la condición y la salud con las probabilidades del uso de los implementos y medidas de seguridad laboral descritos, efectuando un análisis de clustering jerárquico de variables categóricas (CA) ($p < 0,05$), fundamentado en el algoritmo de las K-modas⁽²⁷⁾. Para

la construcción de los conglomerados del clúster se utilizó el método de estandarización de las variables, en función del grado de correlación de los grupos. El tratamiento estadístico se realizó con el paquete SPSS 26 de IBM.

La conceptualización de la vulnerabilidad socio-laboral en las poblaciones de barequeros, se realizó a partir de los hallazgos realizados en investigaciones que han abordado este fenómeno en poblaciones y comunidades dedicadas a la minería aurífera artesanal como principal actividad de subsistencia^(28,29,30,31), por consiguiente para efectos del presente estudio la vulnerabilidad socio-laboral se caracterizó como el conjunto de factores que inciden en la capacidad de poblaciones con una alta o total dependencia de actividades económicas asociadas a la extracción en pequeña escala de oro; para prevenir, responder y recuperarse con suficiencia de impactos negativos sobre la estabilidad, el desarrollo, el crecimiento económico, y la salud pública en sus distintas escalas territoriales. Siendo direccionado este fenómeno principalmente por las condiciones de seguridad laboral de los mineros y por la prevalencia de alteraciones en la salud, las cuales pueden ser de carácter sistemático, secuencial y acumulativo como producto directo e indirecto de la exposición al Hg por múltiples vías.

Resultados

En la caracterización de las condiciones socio-demográficas de los barequeros estudiados se puede observar que la estructuración poblacional describe patrones puntuales, siendo la composición de Sexo-Condición biológica de nacimiento conformada mayoritariamente por mujeres, en tanto que el grado de escolaridad analfabeto predomina sobre los demás niveles formativos siendo seguido por barequeros con educación primaria incompleta. Así mismo en lo concerniente a los rangos de edad de los barequeros es notable que existe una homogeneidad generalizada estando el mayor número de personas ubicadas en el rango de edad de los 45 a los 49 años. Por su parte los barequeros estudiados tienen una composición de procedencia similar, siendo la mayor

TABLA 1. CARACTERIZACIÓN SOCIO-DEMOGRÁFICA DE LOS BAREQUEROS ESTUDIADOS

Variable	Descriptor	n	Composición porcentual	Total
Sexo-Condición biológica de nacimiento	Femenino	240	65,4	367
	Masculino	127	34,6	
Escolaridad	Analfabeto	119	32,4	367
	Primaria incompleta	107	29,2	
	Primaria completa	44	12	
	Secundaria incompleta	57	15,5	
	Secundaria completa	25	6,8	
	Técnico completo	11	3	
	Tecnólogo	1	0,3	
Rango de edad	Universitario incompleto	3	0,8	367
	De 18 a 24 años	33	9	
	De 25 a 29 años	29	7,9	
	De 30 a 34 años	35	9,5	
	De 35 a 39 años	44	11,9	
	De 40 a 44 años	45	12,2	
	De 45 a 49 años	55	15,3	
	De 50 a 54 años	36	9,8	
	De 55 a 59 años	42	11,4	
	De 60 a 69 años	36	9,8	
Zona de procedencia	De 70 años ó más	12	3,2	367
	Cabecera municipal	192	52,3	
Cobertura de seguridad social	Rural (vereda)	175	47,7	367
	Subsidiados (Sisbén)	300	81,7	
	No Afiliado	55	14,9	
	Contributivo	11	3,13	
	Especial	1	0,27	

zona de procedencia las cabeceras municipales. El estado de cobertura de seguridad social de los barequeros muestra que una amplia mayoría se encuentra afiliada al régimen subsidiado a través de la afiliación al Sisbén, en contraste el segundo grado de composición porcentual está conformado por personas sin ningún tipo de cobertura o seguridad social (Tabla 1).

Las concentraciones medias de Hg en la sangre, la orina y el cabello de los barequeros estudiados, revelan que ninguna de estas medidas excedió los límites máximos permisibles sin efectos adversos observables (NOAEL) para las cantidades de este metal pesado en matrices humanas, descrito por la WHO/UNEP (2008)⁽⁷⁾. En tanto que estas concentraciones medias estuvieron dentro de

TABLA 2. CONCENTRACIONES MEDIAS DE HG EN LAS MATRICES ORGÁNICAS DE LOS BAREQUEROS CON LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES NOAEL PARA SUS CONCENTRACIONES Y TIEMPO DE REALIZACIÓN DE ESTA LABOR MINERA

Variable	Media	Desv. Est.	I.C. Del 95 %	Mediana	Mín	Máx	Q1	Q3	n
Hg en sangre (µg/L)	4,742	3,722	4,6398 - 4,8444	2,93	2,58	23,8	2,58	5,4	367
Hg en orina (µg/L)	4,203	7,042	4,1008 - 4,3054	1,18	0,5	53,01	0,5	4,21	
Hg en cabello (µg/g)	1,378	2,869	1,2754 - 1,4800	1,06	0,01	45,28	0,29	1,377	
Tiempo de barequero (meses)	250,54	190,63	250,437 - 250,642	240	6	864	72	384	
VRef Hg NOAEL- sangre	15 µg/L								
VRef Hg NOAEL- orina	25 µg/L								
VRef Hg NOAEL- cabello	5 µg/g								

los intervalos de confianza del 95% logrados para cada distribución, presentando rangos de concentración con una baja variabilidad. No obstante, el Tiempo de labor como barequero describe una alta variabilidad relativa entre el primer cuartil y el tercer cuartil, siendo por tanto más heterogénea su distribución y su desviación muestral entre las personas que componen esta población (Tabla 2).

Partiendo de la caracterización de las condiciones de seguridad laboral, el uso de Hg describe una distribución prácticamente equitativa siendo ligeramente mayor el número de barequeros que sí hacen uso de este metal pesado en sus labores mineras. Para la tenencia de Hg en sus casas la mayor parte de la población de barequeros no almacena ni hace uso de este contaminante en sus residencias, y en lo que respecta a la realización del proceso de amalgamación a nivel doméstico una mayoría moderada de los barequeros con diferencia aproximada del 9% no amalgama el oro con Hg en sus casas. En contraste para el uso de ropa de trabajo una mayoría ampliamente significativa de los barequeros no usa ropa de trabajo, sino que realizan sus actividades mineras con la ropa de diario o informal. Contrario a lo anterior el uso de botas de caucho se caracteriza por ser

porcentualmente la medida e implemento de seguridad laboral mayoritariamente utilizado entre todos los descritos a nivel poblacional. Mientras que tanto el uso de guantes como el uso de peto representan porcentualmente los implementos y medidas de seguridad laboral menos utilizados por los barequeros para la extracción de oro a nivel general en la población estudiada (Tabla 3).

La caracterización de los efectos sobre la condición física y la salud de los barequeros asociados a su labor, arroja resultados que demuestran la prevalencia mayoritaria de alteraciones puntuales en las condiciones físicas y de salud generales de esta población como: pérdida de fuerza, pérdida de visión y pérdida de cabello respectivamente. Mientras que la evaluación de los efectos neurológicos sobre la salud asociados al uso de Hg por parte de los barequeros describe una prevalencia significativamente alta de nerviosismo y una baja prevalencia de ataxia entre los mineros. (Tabla 3).

Las regresiones lineales entre las concentraciones orgánicas de Hg (sangre, orina y cabello) en los barequeros y el tiempo de realización de esta labor minera, apuntan claramente que existen asociaciones directamente proporcionales que son significativas ($p < 0,05$) entre los grados de contaminación y el tiempo total en meses que cada

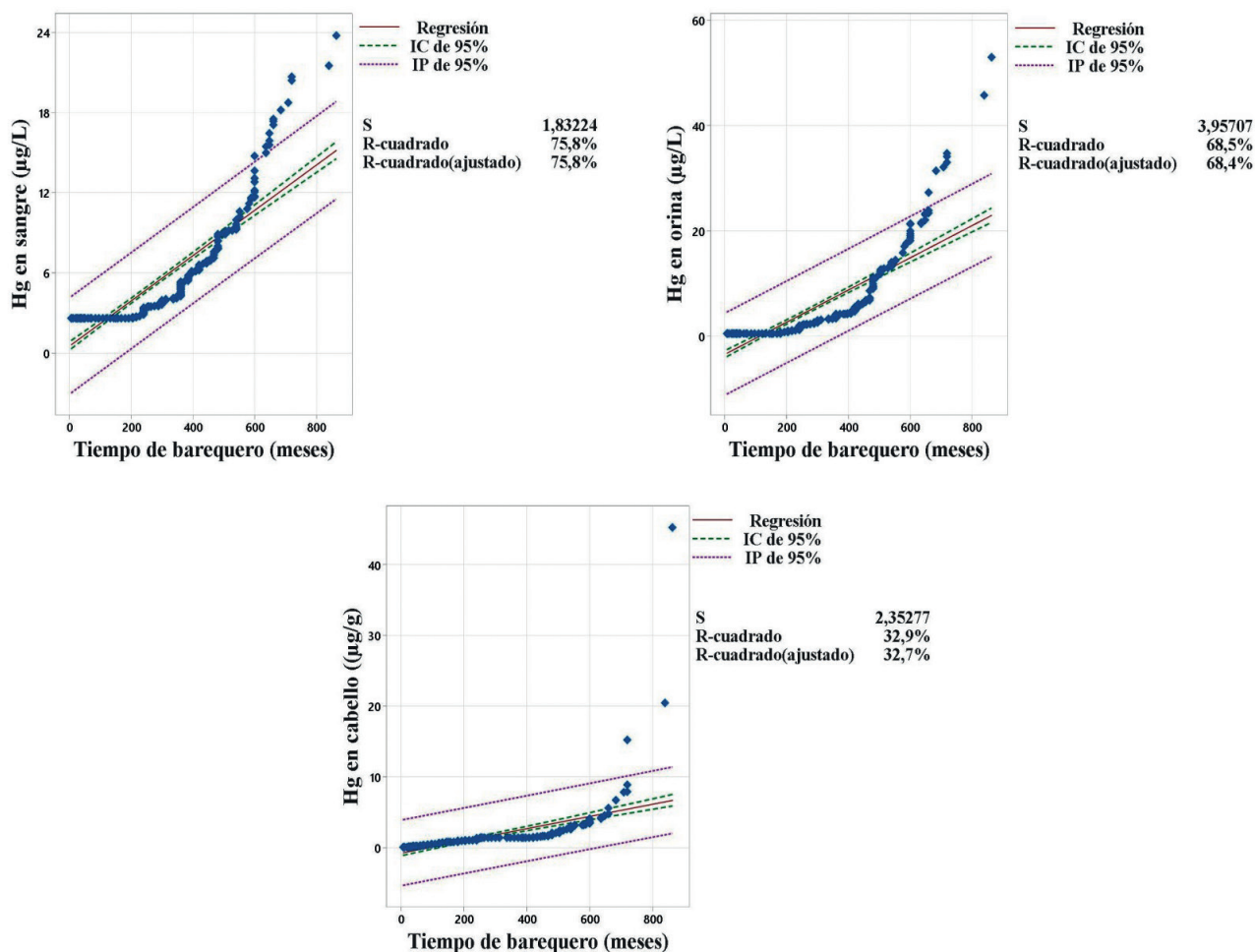
TABLA 3. CARACTERIZACIÓN DE LA SEGURIDAD LABORAL Y DE LOS EFECTOS SOBRE LA CONDICIÓN Y LA SALUD DE LOS BAREQUEROS ASOCIADOS AL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD MINERA

Tipo de variables	Nombre	Descriptor	n	Composición porcentual	Total
Laborales	Uso de Hg	Afirmativo	189	51,5	367
		Negativo	184	48,5	
	Hg en casa	Afirmativo	95	25,9	367
		Negativo	272	74,1	
	Amalgama en casa	Afirmativo	166	45,2	367
		Negativo	201	54,8	
	Uso de ropa de trabajo	Afirmativo	71	19,3	367
		Negativo	296	80,7	
	Uso de botas de caucho	Afirmativo	280	76,3	367
		Negativo	87	23,7	
	Uso de guantes	Afirmativo	28	7,6	367
		Negativo	339	92,4	
	Uso de peto	Afirmativo	8	2,2	367
		Negativo	359	97,8	
Condición física y efectos sobre la salud	Pérdida de peso	Afirmativo	167	45,5	367
		Negativo	200	54,5	
	Pérdida de cabello	Afirmativo	190	51,8	367
		Negativo	177	48,2	
	Pérdida de audición	Afirmativo	70	19,1	367
		Negativo	297	80,9	
	Pérdida de visión	Afirmativo	191	52,1	367
		Negativo	176	47,9	
	Pérdida de fuerza	Afirmativo	214	58,3	367
		Negativo	153	41,7	
	Ataxia	Afirmativo	45	12,3	367
		Negativo	322	87,7	
	Nerviosismo	Afirmativo	224	61,1	367
		Negativo	143	38,9	

minero lleva realizando este oficio durante toda su vida. En este sentido, el mayor grado de dependencia fue estimado para las concentraciones de Hg en la

orina ($\mu\text{g}/\text{L}^{-1}$) con un coeficiente determinación R^2 ajustado del 75,8%, mientras que las concentraciones de este elemento en la sangre ($\mu\text{g}/\text{L}^{-1}$) de los

FIGURA 1. CORRELACIÓN ENTRE LAS CONCENTRACIONES DE HG EN SANGRE, ORINA Y CABELLO DE LOS BAREQUEROS CON EL TIEMPO DE REALIZACIÓN DE LABOR MINERA.

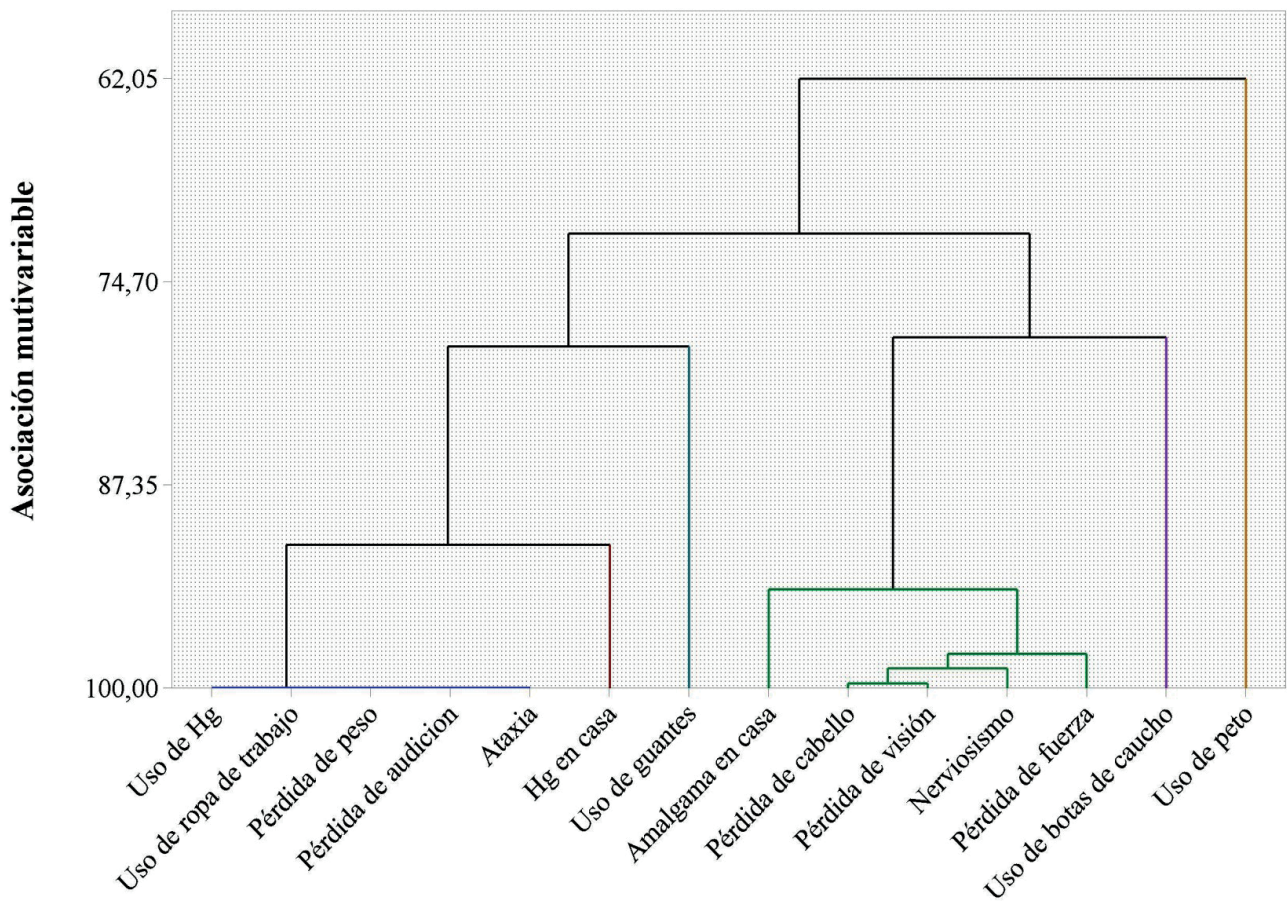


barequeros describieron una dependencia R^2 ajustada del 68,4%, y el menor grado de correlación fue calculado para las concentraciones de este contaminante en el cabello ($\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$) de los mineros con una correlación proporcional R^2 del 32,7%. Todas las correlaciones determinadas sugieren una alta y una moderada influencia del tiempo de trabajo de los barequeros sobre las dinámicas y los grados de acumulación de este metal en estas matrices orgánicas respectivamente, explicando en la misma medida la variabilidad poblacional de exposición al Hg, ajustándose a los intervalos de predicción y confianza del 95% logrados. (Figura 1).

Para el análisis de asociación multivariable entre las

variables de seguridad laboral y los efectos sobre la condición física y la salud de los barequeros, el clúster jerárquico formado revela la existencia de 6 grupos principales ($p < 0,05$), los cuales están formados a partir del grado de similitud de los coeficientes de las variables de seguridad laboral respecto a las prevalencias de los efectos sobre la condición física y la salud descritos. En consecuencia, el uso de Hg y el uso de ropa de trabajo por parte de los barequeros están fuertemente ligados a la ocurrencia de efectos como la pérdida de peso, la pérdida de audición y la ataxia, con un coeficiente de asociación superior al 98%. En relación a este grupo, la tenencia y uso del Hg en las residencias de los barequeros presenta

FIGURA 2. CLÚSTER JERÁRQUICO PARA LA ASOCIACIÓN (P<0,05) DE LAS VARIABLES DE SEGURIDAD LABORAL Y LOS EFECTOS SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA Y LA SALUD DE LOS BAREQUEROS.



una asociación con la prevalencia de los efectos anteriormente descritos en un 91,08%, mientras que el uso de guantes influye en un 78,72%. Por su parte, la realización del proceso de amalgamación del oro con Hg en las residencias de los barequeros tiene una alta asociación 93,87% con la prevalencia de efectos tales como la pérdida de cabello, la pérdida de visión, nerviosismo y la pérdida de fuerza. Mientras que el uso de botas de caucho influye en la aparición de estos efectos en los barequeros en un 77,18%. El uso de peto se constituyó como la variable de seguridad laboral con menor influencia en la ocurrencia de efectos sobre la condición física y la salud de los barequeros a nivel general con un 62,08% de asociación. (Figura 2).

Discusión

Las dinámicas sociales y demográficas de la población de barequeros en las principales cuencas de Colombia muestran que este grupo socio-laboral en términos generales, presenta características puntuales que lo hacen proclive a experimentar disparidades, carencias y falta de medios y recursos para generar un proceso de resiliencia integral en el tejido social, y así responder de manera adecuada a los distintos tenses y riesgos que puedan afectar su estructura, equilibrio y en última instancia su composición⁽¹²⁾. Lo anterior se puede explicar debido a que estas poblaciones están constituidas mayoritariamente por personas que proceden de

zonas y regiones afectadas por problemáticas y conflictos sociales, económicos, laborales y políticos de carácter sistemático⁽¹³⁾, como el desplazamiento forzado y los conflictos de orden público, la pérdida de la frontera y de la territorialidad agrícola, altos índices de pobreza, acceso nulo a oportunidades de desarrollo, gestión territorial insuficiente por parte del estado, niveles de formación y educación precarios, falta de ejecución de políticas públicas pertinentes, falta de oportunidades de desarrollo y laborales, etc⁽¹⁴⁾. En este sentido, la composición por Sexo-Condición biológica de nacimiento de la población muestra que el 65,4% de los barequeros evaluados corresponden a mujeres, en tanto que un porcentaje significativo de la población presenta un grado de formación educativa nulo (analfabeto) y precario (primaria incompleta) correspondiendo el 65,1% de su composición total; estos índices superan lo descrito por la Organización Internacional del Trabajo (OIT)⁽¹⁵⁾ en lo referente a la composición mundial por Sexo-Condición biológica de nacimiento de la Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE), donde se establece que el porcentaje medio global de mano de obra femenina es del 50%. Así como también los resultados del análisis de la información secundaria del sector minero de Colombia realizado por FEDESARROLLO⁽¹⁶⁾ en el que se muestra que los mineros de oro artesanales y en pequeña escala del país tienen una media de analfabetismo apenas del 13,6%. Consecuente con este panorama la composición de la seguridad social y de las zonas de procedencia de los barequeros, sigue el patrón generalizado de comportamiento nacional, en el que es notable la tenencia mayoritaria de una cobertura por parte del régimen subsidiado (Sisbén) (71%) y que quienes ejercen esta labor son personas de origen rural⁽¹⁶⁾.

Este complejo entramado de factores y condiciones que inciden en los grados de vulnerabilidad estructural de las poblaciones de barequeros en las principales cuencas del país, está estrechamente vinculado a los grados de vulnerabilidad laboral, ya que los barequeros estudiados no cumplen con los lineamientos de seguridad ni con los lineamientos técnicos mínimos estipulados en la Política

Nacional de Seguridad Minera (resolución N° 18-1467 de 2011⁽¹⁷⁾). Siendo esto producto directo de las condiciones socio-económicas intrínsecas y extrínsecas a las comunidades a las que pertenecen los mineros, fundamentalmente porque estas carencias obedecen a la falta de recursos para adquirir las herramientas los equipamientos y las medidas de seguridad pertinentes, a la falta de formación, a la falta de conocimientos, a la falta de planes de acción y contingencia, a la falta de logística, y a la falta de organización y de cobertura y acompañamiento estatal a niveles regionales y finalmente a niveles locales⁽¹⁸⁾.

Lo anterior propicia una alta ocurrencia y prevalencia de riesgos y efectos negativos para la condición física, la salud y finalmente para la integridad de los barequeros, los cuales están asociados al entramado de condiciones socio-demográficas y laborales descritas, así como también al desarrollo sistemático de procesos de extracción y purificación de oro a partir de la implementación del Hg, como la amalgamación⁽¹⁹⁾.

El análisis de salud y riesgo ocupacional de la población de barequeros realizado mediante las pruebas de regresión lineal y la asociación multivariable de clúster, evidencia que las carencias y la vulnerabilidad anteriormente descritas tienen un rol preponderante en cómo los barequeros están expuestos a procesos de contaminación crónicos y a efectos deletéreos de salud debido a su labor minera. Ya que la especificidad de la dependencia de los patrones de acumulación es explicada por la capacidad bioacumulativa del Hg a nivel ambiental y orgánico, así como también por su gran afinidad con los sustratos moleculares que conforman estructural y funcionalmente la sangre, la orina y el cabello⁽²⁰⁾, en conjunto con el tipo de protección y barreras que ofrecen los equipamientos evaluados y las vías puntuales a través de las que se produce la exposición al Hg⁽²¹⁾, además de los métodos y patrones específicos de extracción de oro y de uso de Hg implementados por los barequeros. Posibilitando su diseminación en el organismo para desencadenar alteraciones en los barequeros de orden neurológico, motor y cognitivo en primera instancia, subsecuente

de afecciones en los componentes sanguíneos, celulares y genéticos que dan lugar a problemas de salud de vital importancia dados los resultados de la caracterización socio-demográfica, como la capacidad carcinogénica y la capacidad teratogénica para generar toxicidad y mortalidad prenatal en mujeres gestantes^(22,23). Acompañadas estas alteraciones de síndromes y condiciones clínicas crónicas debido a la acumulación y retención orgánica de Hg en ciertas matrices tisulares, lo que conlleva a la generación de procesos de toxicidad que pueden presentarse a lo largo de toda la vida de los barequeros⁽²⁴⁾.

Puesto que son múltiples las vías de exposición al Hg, las poblaciones de barequeros estudiadas en función de sus condiciones sociales, demográficas y ambientales, las cuales implican una alta dependencia a actividades de subsistencia como la agricultura y la pesca⁽²⁵⁾, pueden presentar mayores niveles de vulnerabilidad los cuales son acrecentados por la inclusión del Hg en su labor minera, dado que este metal pesado posee un gran potencial contaminar los sustratos y componentes ambientales (agua, animales, plantas y alimentos en general) así como también un elevado potencial toxicológico aún en bajas dosis⁽²⁶⁾.

Dada esta multiplicidad de escenarios, el uso de medidas seguridad laboral por parte de las poblaciones de barequeros en las cuencas de los principales ríos del país, se constituye como un aspecto crítico para controlar y disminuir de manera significativa los riesgos e impactos sobre la salud cuando se hace uso de Hg en los procesos de minería, y para la generación de medidas de contingencia efectivas en función de eventuales problemáticas sociales y de salud pública. Por consiguiente, a partir de los resultados del presente estudio se sugiere la evaluación, la planeación e implementación de políticas públicas que atiendan y respondan con especificidad a las problemáticas y a los factores sociales y laborales involucrados en la ocurrencia y la persistencia de las condiciones de vulnerabilidad en las poblaciones de barequeros en las cuencas de los ríos de Colombia, con miras a remediar y a prevenir riesgos sistemáticos sobre la salud pública y la integridad de estas comunidades.

Consideraciones éticas

Los autores declaran que este artículo es original y son responsables de su contenido.

Conflicto de intereses

Declaramos que no tenemos ningún conflicto de interés con el tema abordado.

Bibliografía

1. Le Billon P, Spiegel S. Cleaning mineral supply chains? Political economies of exploitation and hidden costs of technical fixes. *Review of International Political Economy*. 2021;29(3):768-791. doi:10.1080/09692290.2021.1899959
2. Ofosu G, Dittmann A, Sarpong D, Botchie D. Socio-economic and environmental implications of Artisanal and Small-scale Mining (ASM) on agriculture and livelihoods. *Environmental Science & Policy*. 2020;106:210-220. doi:10.1016/j.envsci.2020.02.005
3. Veiga MM, Marshall BG. The Colombian artisanal mining sector: Formalization is a heavy burden. *The Extractive Industries and Society*. 2019;6(1):223-228. doi:10.1016/j.exis.2018.11.001
4. Jonkman J. A different kind of formal: Bottom-up state-making in small-scale gold mining regions in Chocó, Colombia. *The Extractive Industries and Society*. 2019;6(4):1184-1194. doi:10.1016/j.exis.2019.10.014
5. Veiga MM, Angeloci-Santos G, Meech JA. Review of barriers to reduce mercury use in artisanal gold mining. *The Extractive Industries and Society*. 2014;1(2):351-361. doi:10.1016/j.exis.2014.03.004
6. Calao-Ramos C, Bravo AG, Paternina-Uribe R, Marrugo-Negrete J, Díez S. Occupational human exposure to mercury in artisanal small-scale gold mining communities of Colombia. *Environment International*. 2021;146:106216. doi:10.1016/j.envint.2020.106216
7. World Health Organization - UN Environmental Programme. Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. *Mercury publications*. 2008. <https://wedocs.unep.org/>

- bitstream/handle/20.500.11822/11786/IdentifyingPopnatRiskExposuretoMercury_2008Web.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. Risher JF, Amler SN. Mercury Exposure: Evaluation and Intervention. *NeuroToxicology*. 2005;26(4):691-699. doi:10.1016/j.neuro.2005.05.004
9. Afrifa J, Opoku YK, Gyamerah EO, Ashiagbor G, Sorkpor RD. The Clinical Importance of the Mercury Problem in Artisanal Small-Scale Gold Mining. *Front Public Health*. 2019;7. doi:10.3389/fpubh.2019.00131
10. Yang L, Zhang Y, Wang F, Luo Z, Guo S, Strähle U. Toxicity of mercury: Molecular evidence. *Chemosphere*. 2020;245:125586. doi:10.1016/j.chemosphere.2019.125586
11. Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud). Base de datos de la evaluación epidemiológica de los efectos en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos de Chocó, Nariño y Vaupés, Colombia, RID-Repositorio Institucional Digital. [Internet]: 2019. [citado 2022 agosto 1]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Paginas/results.aspx?k=%28%28dcispartof%3a%22Mercurio%22%29%29>
12. Prieto AV, García-Estévez J, Ariza JF. On the relationship between mining and rural poverty: Evidence for Colombia. *Resources Policy*. 2022;75:102443. doi:10.1016/j.resourpol.2021.102443
13. van Uhm D. The Diversification of Organized Crime into Gold Mining: Domination, Crime Convergence, and Ecocide in Darién, Colombia. *Illegal Mining*. Published online 2020:105-146. doi:10.1007/978-3-030-46327-4_5
14. Massé F, Le Billon P. Gold mining in Colombia, post-war crime and the peace agreement with the FARC. *Third World Thematics: ATWQ Journal*. 2017;3(1):116-134. doi:10.1080/23802014.2017.1362322
15. Organización Internacional del Trabajo (OIT). Información sobre la minería en pequeña escala. <https://www.ilo.org/public/spanish/bureau/inf/download/wssd/pdf/mining.pdf>
16. Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo (FEDESARROLLO). Análisis de la información secundaria del sector minero en Colombia. 2012. <http://hdl.handle.net/11445/377>
17. Ministerio de Minas y Energía (MinMinas). Política de nacional de seguridad minera. Resolución N° 18-1467 de 2011. 2011. <https://servicios.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteRevistas/7800.pdf>
18. Lara-Rodríguez JS. How institutions foster the informal side of the economy: Gold and platinum mining in Chocó, Colombia. *Resources Policy*. 2021;74:101582. doi:10.1016/j.resourpol.2020.101582
19. Lara-Rodríguez JS. All that glitters is not gold or platinum: Institutions and the use of mercury in mining in Chocó, Colombia. *The Extractive Industries and Society*. 2018;5(3):308-318. doi:10.1016/j.exis.2018.03.011
20. Queipo-Abad S, González PR, Martínez-Morillo E, Davis WC, García Alonso JI. Concentration of mercury species in hair, blood and urine of individuals occupationally exposed to gaseous elemental mercury in Asturias (Spain) and its comparison with individuals from a control group formed by close relatives. *Science of The Total Environment*. 2019;672:314-323. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.03.367
21. Tsang VWL, Lockhart K, Spiegel SJ, Yassi A. Occupational Health Programs for Artisanal and Small-Scale Gold Mining: A Systematic Review for the WHO Global Plan of Action for Workers' Health. *Annals of Global Health*. 2019;85(1):128. doi:10.5334/aogh.2592
22. Rivera-Parra JL, Beate B, Diaz X, Ochoa MB. Artisanal and Small Gold Mining and Petroleum Production as Potential Sources of Heavy Metal Contamination in Ecuador: A Call to Action. *IJERPH*. 2021;18(6):2794. doi:10.3390/ijerph18062794
23. Diaz SM, Palma RM, Muñoz MN, Becerra-Arias C, Fernández Niño JA. Factors Associated with High Mercury Levels in Women and Girls from The Mojana Region, Colombia, 2013–2015. *IJERPH*. 2020;17(6):1827. doi:10.3390/ijerph17061827
24. Steckling N, Tobollik M, Plass D, et al. Global Burden of Disease of Mercury Used in Artisanal Small-Scale Gold Mining. *Annals of Global Health*. 2017;83(2):234. doi:10.1016/j.aogh.2016.12.005
25. Diaz FA, Katz LE, Lawler DF. Mercury pollution in Colombia: challenges to reduce the use of mercury in

artisanal and small-scale gold mining in the light of the Minamata Convention. *Water International*. 2020;45(7-8):730-745. doi:10.1080/02508060.2020.1845936

26. Xu Z, Lu Q, Xu X, et al. Multi-pathway mercury health risk assessment, categorization and prioritization in an abandoned mercury mining area: A pilot study for implementation of the Minamata Convention. *Chemosphere*. 2020;260:127582. doi:10.1016/j.chemosphere.2020.127582

27. Naouali S, Ben Salem S, Chtourou Z. Clustering Categorical Data: A Survey. *Int J Info Tech Dec Mak*. 2020;19(01):49-96. doi:10.1142/s0219622019300064

28. Moody KH, Hasan KM, Aljic S, et al. Mercury emissions from Peruvian gold shops: Potential ramifications for Minamata compliance in artisanal and small-scale gold mining communities. *Environmental Research*. 2020;182:109042. doi:10.1016/j.envres.2019.109042

29. Moura ACM, Zyngier CM, Sena ÍS, Freitas VI. Geodesign Experiments in Areas of Social Vulnerability in the Iron Quadrangle, Minas Gerais, Brazil. *Land*. 2021;10(9):958. doi:10.3390/land10090958

30. Aram SA. Managing occupational health among goldminers in Ghana: Modelling the likelihood of experiencing occupational related health problems. Mosa AM, ed. *PLoS ONE*. 2021;16(7):e0254449. doi:10.1371/journal.pone.0254449

31. Ferring D, Hausermann H. The Political Ecology of Landscape Change, Malaria, and Cumulative Vulnerability in Central Ghana's Gold Mining Country. *Annals of the American Association of Geographers*. 2019;109(4):1074-1091. doi:10.1080/24694452.2018.1535885

COOLSPORT®
GEL FRÍO EFERVESCENTE

ÁCIDO HIALURÓNICO · ÁRNICA · HARPAGOBITO
CAFÉINA · CASTAÑO DE INDIAS · MENTOL

TECNOLOGÍA CRACKLING

- 👤 Efecto masaje
- 👤 Rápida absorción y acción inmediata



MODO DE EMPLEO
Con el bote en posición vertical aplicar sobre la zona afectada y masajear suavemente.



POSOLOGÍA
Utilizar en cantidad suficiente, tantas veces como se considere necesario.

C.N.: 173797.7



FABRICADO EN ESPAÑA POR **Nutra OTC**

PARA EL FARMACÉUTICO:

En caso de no encontrar este producto en su mayorista, rogamos se ponga en contacto con este distribuidor:

losa
losaica · salud
MED

LOSAMED S.L.
Teléfono 93 541 72 19
pedidos@losamed.com