

Reporte

Evaluación de la exposición a mercurio en peces y en pobladores de comunidades ribereñas de la cuenca de los ríos Nanay y Pintuyacu (Loreto, Perú)



Resumen

Este es el primer estudio sistemático que documenta los niveles de exposición a mercurio (Hg) en peces y en pobladores de comunidades ribereñas en las cuencas de los ríos Nanay y Pintuyacu, en Loreto, Perú. Esta región constituye un sistema altamente vulnerable debido a sus características ecológicas (zonas de alta productividad y metilación natural), a los patrones de consumo alimentario (consumo muy elevado de pescado en las comunidades), y a la expansión reciente de la minería ilegal de oro en la cuenca del Nanay. En este contexto, el Centro de Innovación Científica Amazónica (CIN CIA), en colaboración con la Sociedad Zoológica de Frankfurt Perú (FZS Perú), realizó una evaluación de la exposición a mercurio en 284 peces (análisis de músculo) y en 273 personas (análisis de cabello) en seis comunidades ribereñas.

Los peces analizados presentaron concentraciones de Hg que oscilaron entre 0.01 y 1.62 mg/kg, con un valor medio de 0.23 mg/kg. Los peces carnívoros registraron los niveles más altos, con un promedio de 0.41 mg/kg. Estos valores son comparables a los niveles reportados en peces de otras zonas amazónicas sin impacto minero aurífero significativo. En las muestras humanas, se detectaron concentraciones de Hg en cabello entre 0.63 y 27.34 mg/kg, con un valor medio de 8.41 mg/kg. Estas concentraciones superan ampliamente el umbral de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2.2 mg/kg, lo que indica una situación de exposición generalizada y preocupante en la población.

El riesgo es especialmente elevado en los grupos más vulnerables:

- En niños de 0 a 4 años, el valor medio fue de 12.99 mg/kg, con un rango de 6.31 a 20.70 mg/kg.
- En mujeres en edad reproductiva (15 a 49 años), las concentraciones se encontraron entre 1.99 y 20.19 mg/kg, con un promedio de 8.31 mg/kg.

Esta situación es particularmente preocupante, dado que el metilmercurio, especie más tóxica del mercurio, atraviesa la placenta y puede afectar el desarrollo neurológico del feto, así como la salud neurológica y cardiovascular en poblaciones adultas expuestas. Del total de personas evaluadas, un 37 % presentó un nivel de exposición a mercurio clasificado como Alto, y un 42 % como Medio, según los rangos definidos en este estudio. Estos niveles de exposición representan un motivo de preocupación en salud pública, especialmente para los grupos más vulnerables, y requieren atención preventiva.

Si bien los niveles actuales de exposición parecen estar determinados principalmente por factores dietéticos y posiblemente naturales, la expansión desordenada de la actividad minera en la cuenca plantea un riesgo real de agravación de la contaminación ambiental y de la exposición humana en los próximos años. Este estudio establece una línea base crítica que puede servir como referencia para la implementación de acciones inmediatas de salud pública, así como para orientar la planificación territorial, las estrategias de prevención sanitaria y los esfuerzos de control y contención frente a la expansión de actividades ilegales que podrían agravar la exposición a mercurio en la región.

1. INTRODUCCIÓN

El mercurio es un metal de origen natural que puede encontrarse en el ambiente en fuentes geológicas como erupciones volcánicas y la erosión de minerales, y por actividades humanas como la minería, la quema de biomasa y la industria. Una vez liberado, puede persistir en el ambiente durante largos períodos de tiempo, incluso hasta un año en su forma elemental en la atmósfera, participando en un complejo ciclo de transporte y transformación que le permite moverse entre el aire, el agua y el suelo (Li et al., 2022). Su capacidad para viajar largas distancias y transformarse en compuestos más tóxicos lo convierte en un contaminante global con impactos significativos (Liu et al., 2012). El mercurio también puede llegar a ríos, lagos y otros cuerpos de agua, donde condiciones anaeróbicas y la presencia de bacterias realizan su transformación en metilmercurio (MeHg), su forma más tóxica (Crespo-Lopez et al., 2021).

El metilmercurio puede ser fácilmente incorporado por los organismos acuáticos, acumulándose progresivamente en sus tejidos a lo largo de su vida, en un proceso conocido como bioacumulación. Además, las concentraciones de mercurio aumentan a medida que se asciende en la cadena alimenticia, es decir el predador tiene concentraciones más elevadas que sus presas; a este fenómeno se le denomina biomagnificación. Esto ocurre, por ejemplo, en los peces carnívoros de gran tamaño, como los grandes bagres consumidos habitualmente en la Amazonía, que tienden a acumular más mercurio que los peces herbívoros.

Loreto es la región amazónica del Perú que reúne el mayor número de comunidades indígenas registradas en el país (INEI, 2018) y presenta el consumo per cápita de pescado más alto a nivel nacional (PRODUCE, 2018), siendo este alimento una de las principales fuentes de proteína en la dieta local. Este hábito no sólo refleja un aspecto cultural y nutricional en la región, sino que también implica un mayor riesgo de exposición al mercurio, especialmente cuando se consumen especies de alto nivel trófico como los peces predadores, que son más propensos a acumular este metal. Una continua exposición al mercurio puede generar efectos adversos en poblaciones que dependen casi exclusivamente de estos recursos acuáticos para su alimentación. Incluso en áreas donde no se desarrollan actividades de riesgo, el consumo habitual de pescado representa la principal vía de exposición al mercurio.

Aunque el mercurio puede encontrarse naturalmente en los ecosistemas, las actividades de origen humano han contribuido al incremento de su presencia en el ambiente. Entre ellas, la Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE) que utiliza mercurio para recuperar oro de los ríos. La MAPE actualmente es la principal fuente de emisiones antropogénicas de mercurio a nivel global, representando el 38 % del total liberado al ambiente. De este porcentaje, el 53 % se emite en América del Sur, y el 80 % de este valor proviene de la región amazónica (UNEP,2020; Crespo-Lopez et al., 2021).

A pesar que la actividad minera es fundamental para la economía nacional ya que genera importantes beneficios económicos, también está asociada a impactos ambientales y sociales, especialmente cuando se desarrolla de manera informal e ilegal. En las últimas décadas, la MAPE ha experimentado un crecimiento significativo en la Amazonía peruana, desarrollándose exclusivamente como minería aurífera aluvial, basada en la extracción de oro de los ríos, algo que está prohibido en la legislación peruana vigente (Capítulo I, Artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1100). La expansión de la minería de oro ha comenzado a intensificarse en algunas regiones como Loreto. Ante la preocupación de una posible contaminación, a inicios de los 2000 se realizaron algunos estudios aislados sobre los niveles de mercurio en el agua y los pescados en el río Nanay. Sin embargo, el posible impacto de esta actividad en la zona,

aún no ha sido estudiado sistemáticamente. Actualmente, en la cuenca del Nanay, la minería ilegal de oro aún es limitada pero está en expansión, lo que refuerza la necesidad de actuar preventivamente.

El Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCA), en colaboración con la Sociedad Zoológica de Frankfurt Perú (FZS Perú), realizaron una evaluación de los niveles de mercurio en peces y poblaciones humanas en comunidades ribereñas de Loreto. Su objetivo es generar información que sirva como punto de partida para futuras acciones de monitoreo y gestión ambiental en la región.

Este informe presenta los primeros resultados de un estudio de línea base que evalúa la presencia de mercurio en peces y cabello humano en comunidades ribereñas de la cuenca de los ríos Nanay y Pintuyacu. Los hallazgos revelan niveles de exposición humana significativamente elevados (incluso en ausencia de una actividad minera aurífera intensiva en la zona) lo que constituye una alerta temprana sobre la vulnerabilidad actual de estas poblaciones.

La combinación de factores naturales de metilación en el ecosistema, patrones dietarios de alto consumo de pescado especialmente predador, y la incipiente expansión de la minería ilegal plantean un escenario de riesgo grave para la salud pública. El presente estudio proporciona datos críticos para orientar acciones inmediatas de prevención sanitaria, así como medidas de protección territorial que impidan una agravación futura de la exposición.

Este momento constituye una ventana única para actuar: si no se adoptan medidas ahora, la experiencia en otras regiones amazónicas demuestra que la introducción de minería aurífera no regulada podría multiplicar los niveles de contaminación y llevar a impactos severos en la salud humana y en los ecosistemas. Por ello, además de fortalecer el monitoreo ambiental, es urgente implementar estrategias de comunicación alimentaria adaptadas a las comunidades y reforzar la capacidad institucional para prevenir la expansión desordenada de actividades mineras en esta cuenca.

2. METODOLOGÍA



2.1 Área de estudio

El estudio se desarrolló en 6 comunidades seleccionadas de las cuencas de los ríos Nanay y Pintuyacu, ubicadas en la región Loreto, al noreste de la Amazonía peruana.

Se incluyen territorios dentro de áreas naturales protegidas, como la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana y el Área de Conservación Regional Alto Nanay-Pintuyacu-Chambira (Nanay).

Estas zonas fueron seleccionadas debido a la detección reciente de actividades de minería ilegal de oro (Yupanqui et al., 2023; SPDA, 2023), la importancia de estas cuencas como fuente de agua potable para la ciudad de Iquitos y como base alimentaria esencial para las comunidades ribereñas e indígenas que las habitan.

Las comunidades estudiadas fueron Mishana y Anguilla en el bajo Nanay; Santa María de Nanay y Diamante Azul en el Alto Nanay y San Juan de Raya y San Antonio en el río Pintuyacu.

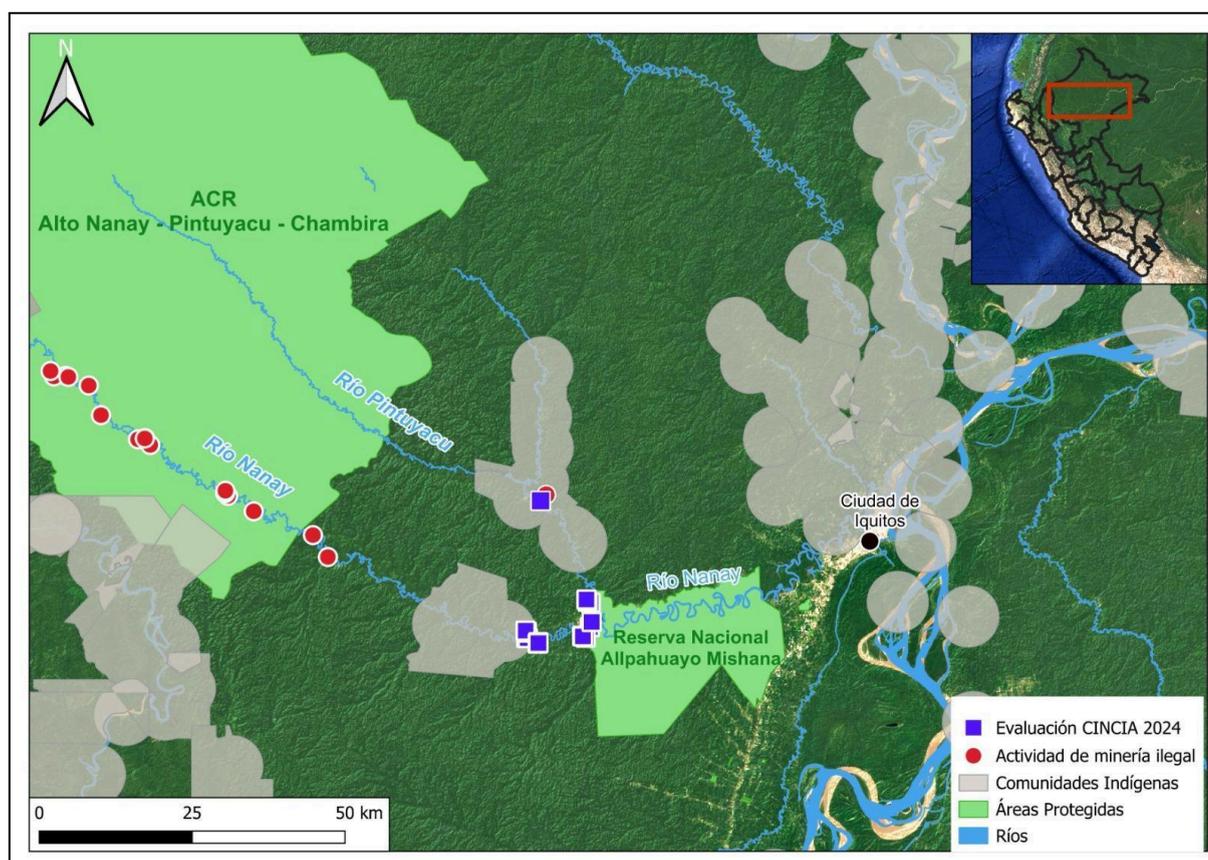


Figura 1. Mapa de ubicación de áreas donde se ha detectado actividades de minería ilegal (rojo) entre 2015 - 2024 (FZS Perú) y áreas cubiertas por el monitoreo de CINCIA/FZS Perú en 2024 (azul). También se observan áreas protegidas y comunidades indígenas afectadas por la actividad minera.

2.2 Diseño del estudio y recolección de datos

El estudio fue aprobado sin modificaciones por el comité de ética de la facultad de medicina de la Universidad Nacional Amazónica Peruana (UNAP), según el dictamen de evaluación N°073-2024-CIEI-VRINV-UNAP.

En todas las comunidades, se presentaron los objetivos del estudio a las autoridades locales y a los miembros de la comunidad, explicando de manera transparente cada uno de los pasos de la evaluación. La participación en el estudio fue completamente voluntaria; los participantes firmaron los consentimientos informados correspondientes, y en el caso de menores de edad, el asentimiento fue firmado por los padres o tutores.

En el 2024, se realizó la colecta de campo en dos etapas: en agosto se visitaron las comunidades de Mishana y Anguila y en octubre las comunidades de Santa María, Diamante Azul, San Juan de Raya y San Antonio.

2.3 Cuestionarios de dieta

Se aplicó un cuestionario enfocado en la dieta, diseñado para identificar las especies de peces más consumidas por la comunidad y la frecuencia de consumo.

2.4 Recolección de muestras

Se recolectaron dos tipos de matrices: músculo de pescado y cabello humano, seleccionadas por ser indicadores validados de la bioacumulación de mercurio en la cadena alimenticia acuática y de la exposición crónica en seres humanos.

Peces

Se colectó tejido muscular dorsal de peces de especies habitualmente capturadas por las comunidades para consumo humano. Las muestras fueron almacenadas en bolsas herméticas (tipo ziplock) registrando para cada muestra los datos asociados: lugar de captura, especie, longitud y peso. Posteriormente, las muestras fueron conservadas en frío y trasladadas al laboratorio para su análisis.

Cabello humano

Las muestras de cabello fueron recolectadas en personas adultas previa firma de consentimiento de participación en el estudio y en el caso de menores de edad los padres firmaron autorización. Se cortó un mechón de cabello de aproximadamente 1 cm de grosor desde la zona de la nuca, lo más cercano posible al cuero cabelludo.

2.5 Análisis de laboratorio

Todas las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Calidad Ambiental, del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), ubicado en Iquitos.

Se empleó el Método EPA 7473: Mercurio en sólidos y soluciones mediante descomposición térmica, amalgamación y espectrofotometría de absorción atómica (U.S. EPA, 2007) para la determinación de mercurio total en todas las muestras. El análisis se realizó utilizando un analizador directo de mercurio Milestone DMA-80, que implementa esta metodología, permitiendo la cuantificación precisa sin necesidad de digestión previa. Los análisis incluyeron controles de calidad, materiales de referencia certificados y lecturas por duplicado o triplicado según el protocolo correspondiente, siguiendo estándares internacionales de precisión y exactitud.

3. RESULTADOS

3.1 Niveles de mercurio en peces

Los peces son bioindicadores clave de la contaminación por mercurio, ya que este metal se bioacumula en sus tejidos y se biomagnifica en la cadena alimenticia, alcanzando concentraciones más altas en los niveles tróficos superiores (Wiener et al., 2003). Las especies carnívoras y longevas tienden a acumular mayores concentraciones de mercurio debido a su dieta basada en otros peces que a su vez acumulan mercurio. En los peces, el mercurio se encuentra predominantemente en su forma orgánica, el metilmercurio (MeHg), que es altamente tóxico.

El consumo de pescado en la Amazonía es una de las principales vías de exposición al mercurio para la población local. El alto consumo de pescado en Loreto, estimado en 45.6 kg/año per cápita en Iquitos (PRODUCE, 2018) y hasta 101 kg/año en comunidades ribereñas (IIAP, 2009), resalta la importancia de evaluar los niveles de mercurio en las especies que forman parte de la dieta habitual. En este contexto, el monitoreo de las concentraciones de mercurio en peces es fundamental para comprender el grado de exposición de la población, los posibles riesgos asociados a su consumo e identificar las opciones de peces más seguras de consumo.

Debido al volumen total de pescado consumido y a la frecuencia de consumo, incluso peces con concentraciones moderadas de mercurio pueden contribuir de manera significativa a la carga corporal de mercurio en estas poblaciones. Este contexto es esencial para comprender por qué se observan niveles elevados de mercurio en cabello humano en estas comunidades, aun cuando la mayoría de los peces no superan los límites internacionales establecidos.

Resultados: concentración de mercurio en peces

Se colectaron 284 individuos en cochas de las comunidades y en el río Nanay. Las concentraciones que se encontraron fueron entre 0.01 mg/kg y 1.62 mg/kg con un valor medio de 0.23 mg/kg.

Al evaluar los niveles de mercurio según el gremio trófico, se observó que los peces carnívoros registraron las concentraciones más altas, con un promedio de 0.41 mg/kg. En contraste, los peces herbívoros presentaron las concentraciones más bajas, con un promedio de 0.05 mg/kg, mientras que los peces detritívoros y omnívoros mostraron valores intermedios de 0.13 mg/kg y 0.25 mg/kg, respectivamente (figura 2).

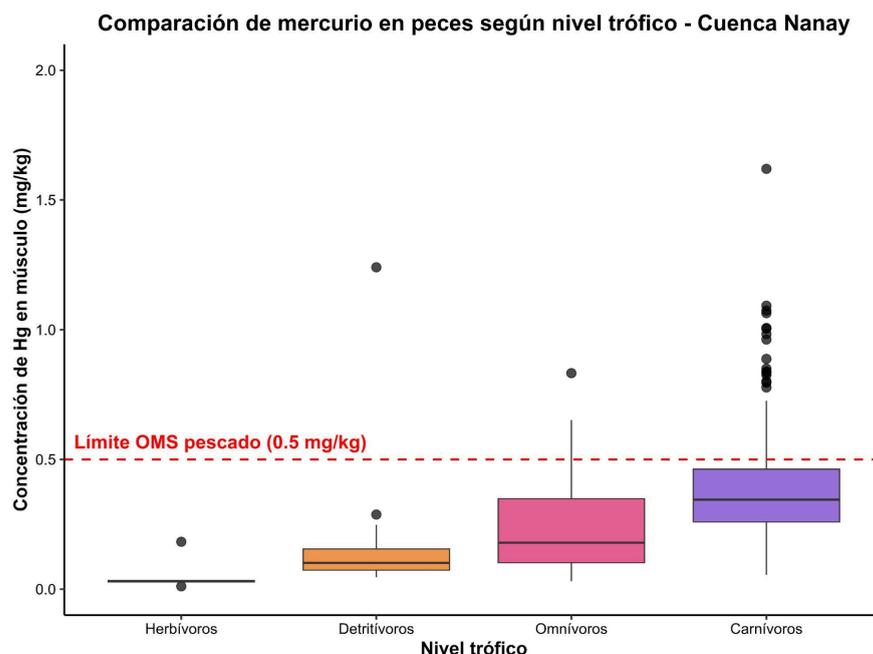


Figura 2: Comparación entre las concentraciones de mercurio en peces por nivel trófico. La línea punteada roja indica el límite de 0.5 mg/kg establecido por la OMS para mercurio en pescado destinado al consumo humano. Cada caja muestra el rango intercuartílico (50 % central de la población), con la línea negra en medio representando la mediana. Los bigotes indican el rango de distribución de valores, y los puntos individuales representan casos con niveles atípicos. En paréntesis se observa el número de individuos capturados por especie.

En la cuenca del Nanay, no se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de mercurio entre peces capturados en cochas y ríos, incluso al clasificar los datos por gremio trófico. Este hallazgo sugiere que la metilación de mercurio y su incorporación en la cadena alimentaria acuática ocurre de manera relativamente homogénea en ambos ambientes. Los niveles de mercurio observados en los peces son consistentes con valores reportados en áreas amazónicas sin impacto significativo de minería aurífera (Barocas et al., 2023). Estos resultados respaldan la interpretación de que la exposición actual de la población está asociada principalmente al consumo habitual de pescado en un sistema naturalmente propenso a la metilación de mercurio, más que a una influencia directa de la actividad minera actual.

En términos de especies, las concentraciones más elevadas se registraron en *Hypophthalmus marginatus* (Maparate) con 1.24 mg/kg, *Serrasalmus sanchezi* (Paña) con 1.07 mg/kg y *Platynemichthys notatus* (Lince) con 1.06 mg/kg. Por otro lado, las especies con menor concentración de mercurio fueron *Myloplus rubripinnis* (Curuhuara) con 0.03 mg/kg, *Metynniss maculatus* (Palometa manchada) con 0.03 mg/kg y *Psectrogaster amazonica* (Ractacara) con 0.10 mg/kg (Figura 3).

En los peces recolectados en cochas y río de la Cuenca del Nanay y Pintuyacu, sólo un 14% superaron el valor para peces recomendado para consumo humano según la OMS (0.5 mg/Kg). Sin embargo, este valor se basa en un supuesto de consumo semanal de 200 g de pescado, cifra que es ampliamente superada por las comunidades ribereñas de Loreto. Por tanto, incluso peces con concentraciones inferiores a 0,5 mg/kg pueden contribuir significativamente a la exposición crónica al mercurio en estas poblaciones.

Concentraciones de mercurio por especies de pescado - Cuenca Nanay

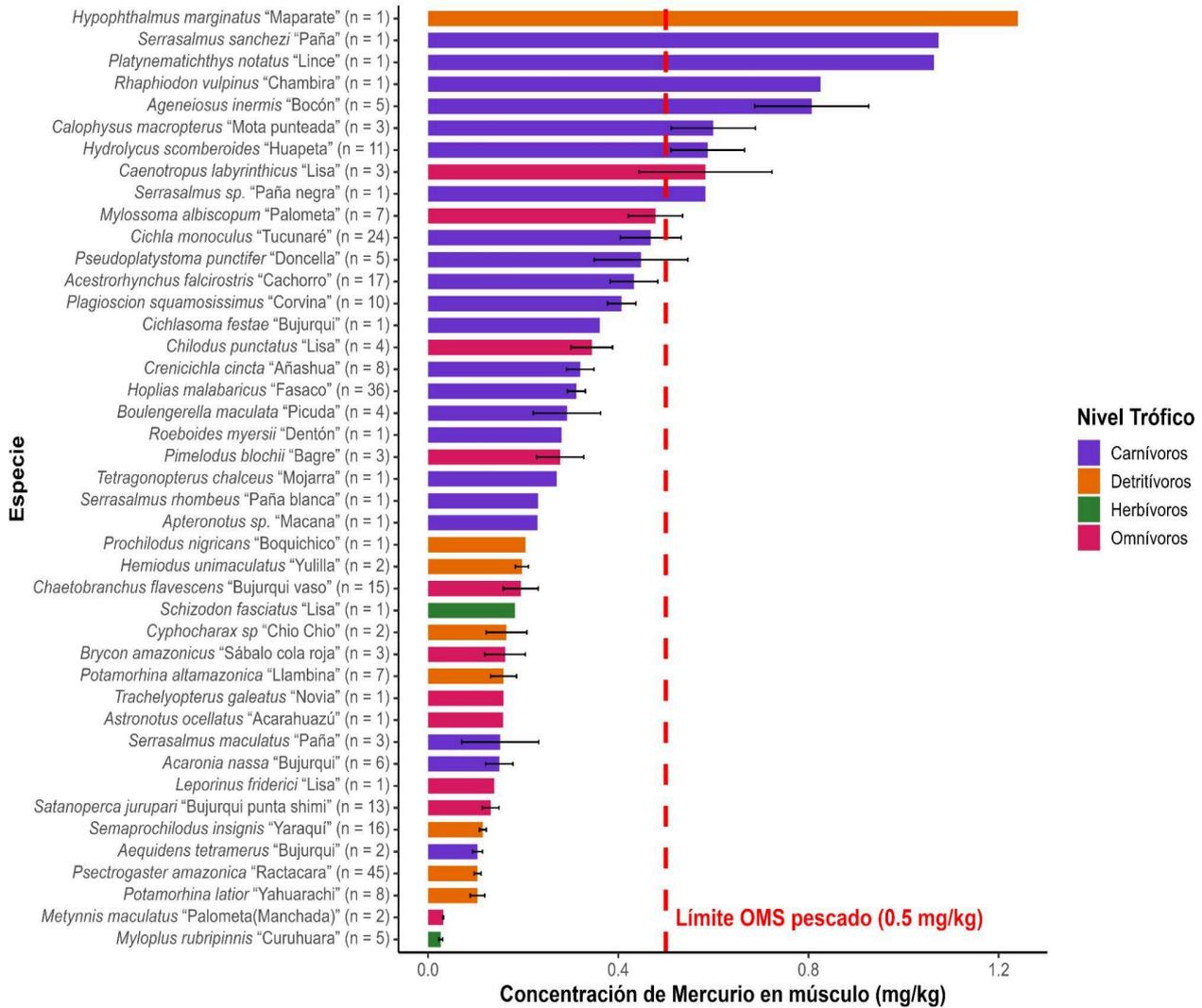


Figura 3. Concentraciones promedio de mercurio en músculo de pescado (mg/kg) según especies colectadas en la cuenca del Nanay. Los colores indican cada nivel trófico, la línea punteada roja indica el límite de 0.5 mg/kg establecido por la OMS para mercurio en pescado destinado al consumo humano. En paréntesis se observa el número de individuos capturados por especie.

3.2 Niveles de mercurio en humanos

Como se describió en la sección anterior, aunque la mayoría de los peces analizados no supera el límite de referencia de la OMS para consumo de pescado (0.5 mg/kg), los patrones dietéticos en estas comunidades (caracterizados por un consumo muy elevado y frecuente de pescado, en particular especies carnívoras) generan una carga corporal acumulativa de mercurio que se refleja en concentraciones en cabello humano que superan ampliamente el umbral de referencia de la OMS para exposición en humanos (2.2 mg/kg), evidenciando niveles preocupantes de exposición en la población.

Loreto es la región con el mayor consumo per cápita de pescado en el país. En comunidades indígenas, donde el pescado representa la principal fuente de proteína, el riesgo de exposición al mercurio puede ser aún mayor. Las poblaciones más vulnerables a la exposición al mercurio incluyen mujeres embarazadas, ya que el metilmercurio atraviesa la placenta y puede

afectar el desarrollo neurológico del feto, y niños en desarrollo, quienes son más susceptibles a los efectos neurotóxicos del mercurio, lo que puede provocar déficits cognitivos, alteraciones motoras y problemas de aprendizaje. En Loreto aún no se han reportado estudios específicos sobre los efectos del mercurio en la población, sin embargo, existe una amplia evidencia internacional que documenta impactos adversos comparables a los niveles de exposición encontrados (Grandjean et al., 1997; Mergler et al., 2007). Se conoce que la exposición a mercurio representa un riesgo significativo para la salud de las poblaciones.

Resultados de los niveles de mercurio en cabello humano

En la cuenca del Nanay y Pintuyacu se recolectaron 273 muestras de cabello. Las concentraciones de mercurio encontradas oscilaron entre 0.63 mg/kg y 27.34 mg/kg, con un valor medio de 8.41 mg/kg. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de mercurio en las diferentes comunidades estudiadas ($p > 0.05$; ver Figura 4).

En todos los grupos etarios evaluados, las concentraciones de mercurio en cabello fueron superiores al umbral de referencia de la OMS de 2.2 mg/kg en la mayoría de los individuos, evidenciando una situación de exposición generalizada en la población. Esta situación es particularmente preocupante en los grupos más vulnerables, donde 45% de los niños y 37% mujeres en edad reproductiva, presentaron concentraciones de mercurio en el cabello asociadas con un riesgo alto para la salud.

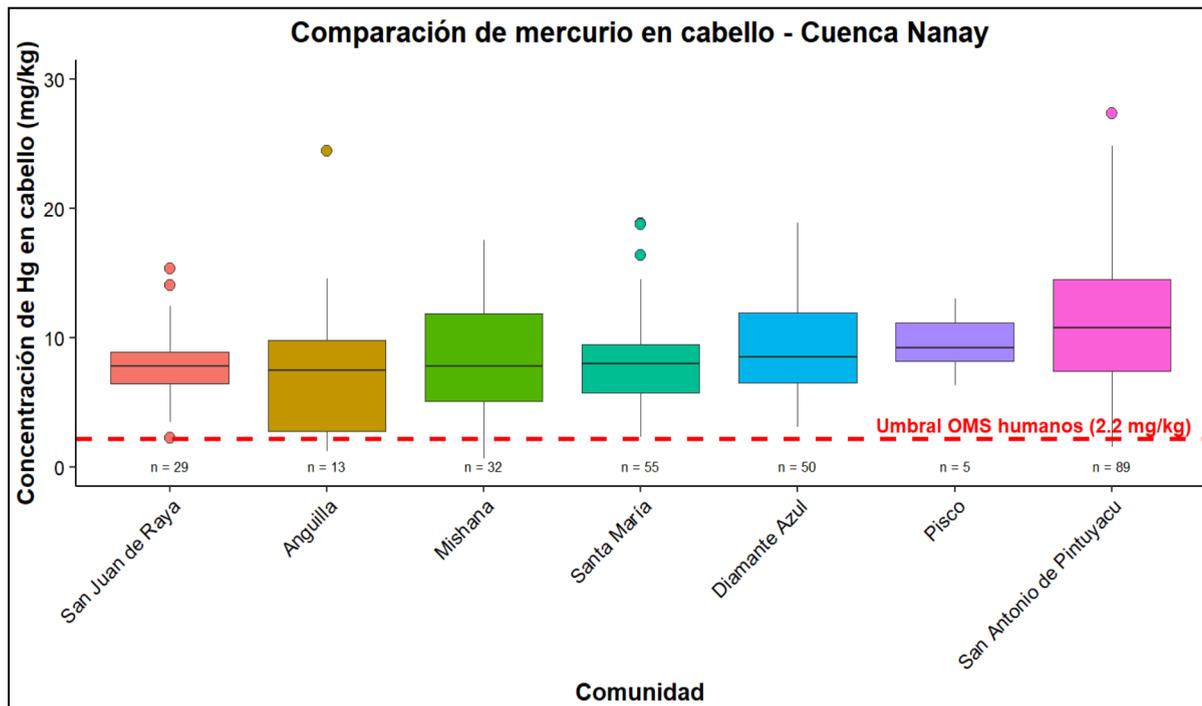


Figura 4. Comparación de las concentraciones de mercurio en cabello (mg/kg) por comunidades evaluadas en la cuenca Nanay. La comunidad de Pisco no estuvo contemplada originalmente en el objeto de estudio, pero sus habitantes acudieron a la comunidad de Santa María para ser evaluados, manteniéndose el registro con su comunidad de origen. La línea roja punteada indica el límite establecido por la OMS para mercurio para concentración de mercurio en cabello humano (2.2 mg/kg). Cada caja muestra el rango intercuartílico (50 % central de la población), con la línea negra en medio representando la mediana. Los bigotes indican el rango de distribución de valores, y los puntos individuales representan casos con niveles atípicos. n = número de individuos.

Distribución por edad y sexo

Al clasificar los datos por sexo y edad podemos observar que no hubo diferencia significativa en las concentraciones de mercurio entre hombres y mujeres como se observa en la figura 5. Sin embargo es importante resaltar que, se identificó que los niños de 0 a 4 años registraron el valor medio más elevado de 12.99 mg/kg, con un rango de valores entre 6.31 y 20.70 mg/kg. El grupo de mujeres de más de 65 años presentaron el segundo valor medio más elevado 12.05 mg/kg con un rango de valores entre 6.10 y 15.08 mg/kg.

Es importante resaltar que el grupo de mujeres en edad reproductiva (15 a 49 años) presentaron concentraciones entre 1.99 y 20.19 mg/kg (valor medio de 8.31 mg/kg). Algunos de estos niveles representan un riesgo alto, documentado internacionalmente, de efectos adversos para la salud materno-infantil, incluyendo daños neurológicos irreversibles en el desarrollo del feto.

Comparación de concentraciones de mercurio según edad y sexo – Cuenca Nanay

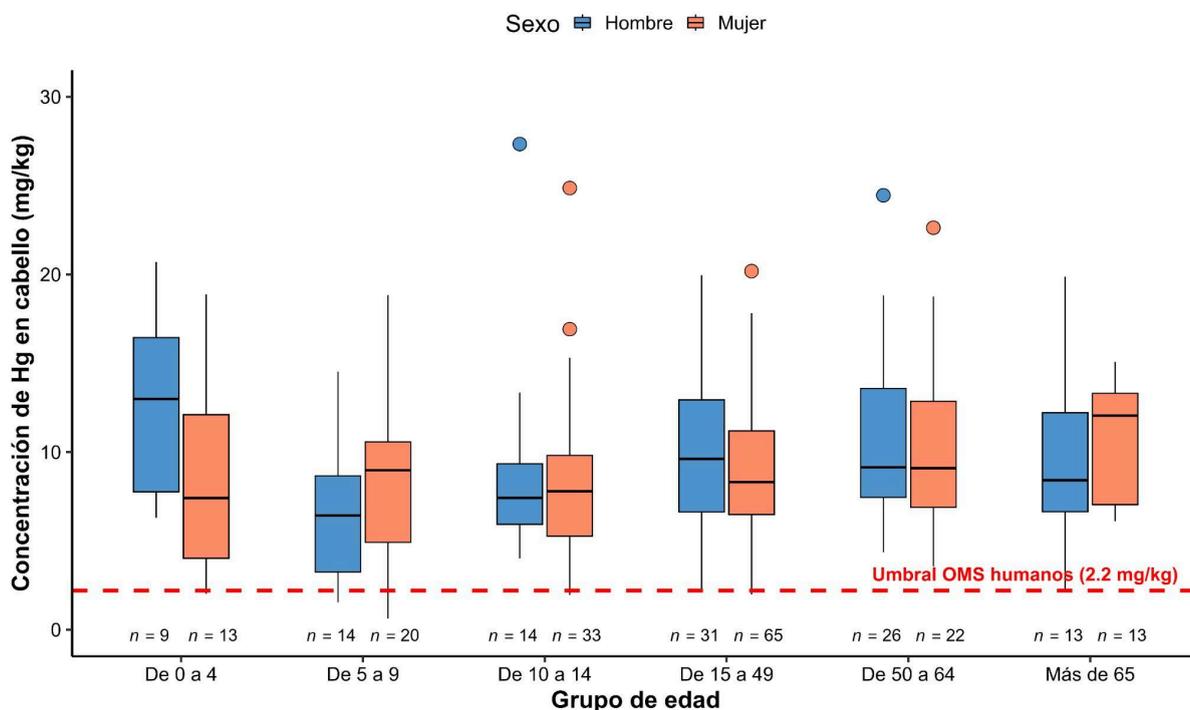


Figura 5. Distribución de los niveles de mercurio en cabello por grupo de edad y sexo. La línea roja punteada indica el límite establecido por la OMS para mercurio para concentración de mercurio en cabello humano (2.2 mg/kg). Cada caja muestra el rango intercuartílico (50 % central de la población), con la línea negra en medio representando la mediana. Los bigotes indican el rango de distribución de valores, y los puntos individuales representan casos con niveles atípicos. n = número de individuos capturados por especie.

Clasificación de los riesgos para la salud humana por exposición al mercurio

De las 273 personas evaluadas, un 79 % presentó niveles de mercurio en cabello que superan el umbral recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2.2 mg/kg, indicando un riesgo potencial para la salud. En particular, un 37 % de las personas se clasificó en el nivel de riesgo “Alto” (>10 mg/kg) y un 42 % en nivel de riesgo “Medio” (6–10 mg/kg), ambos correspondientes a concentraciones superiores al límite de seguridad. Solo un 21 % de la población evaluada presentó niveles considerados dentro del rango de referencia de la OMS

o aceptable (<6 mg/kg), con apenas un 3 % de personas en el nivel “Bajo” (<2 mg/kg) (Tabla 1).

El mercurio es un neurotóxico conocido; exposiciones crónicas a niveles elevados pueden tener efectos adversos en el desarrollo neurológico, la función cognitiva, el sistema cardiovascular y otros sistemas del cuerpo humano. Los niveles observados en estas comunidades reflejan una situación de exposición generalizada, impulsada principalmente por el patrón dietético local, que requiere atención urgente en términos de salud pública.

La tabla a continuación (Tabla 1) muestra la distribución de los niveles de riesgo por comunidad.

Tabla 1. Clasificación de los niveles de riesgo para la salud humana por exposición al mercurio por comunidad según rangos de concentración en cabello en relación con el umbral de referencia de la OMS de 2.2 mg/kg.

| Comunidad | Total de individuos | Bajo (<2 mg/kg) | | Aceptable (2-6 mg/kg) | | Medio (6-10 mg/kg) | | Alto (>10 mg/kg) | |
|--------------------------|---------------------|-----------------|-----------|-----------------------|------------|--------------------|------------|------------------|------------|
| | | # | % | # | % | # | % | # | % |
| Anguilla | 13 | 3 | 23% | 2 | 15% | 5 | 38% | 3 | 23% |
| Diamante Azul | 50 | 0 | 0% | 12 | 24% | 21 | 42% | 17 | 34% |
| Mishana | 32 | 3 | 9% | 7 | 22% | 12 | 38% | 10 | 31% |
| Pisco | 5 | 0 | 0% | 0 | 0% | 3 | 60% | 2 | 40% |
| San Antonio de Pintuyacu | 89 | 3 | 3% | 8 | 9% | 28 | 31% | 50 | 56% |
| San Juan de Raya | 29 | 0 | 0% | 6 | 21% | 17 | 59% | 6 | 21% |
| Santa María | 55 | 0 | 0% | 14 | 25% | 28 | 51% | 13 | 24% |
| TOTAL | 273 | 9 | 3% | 49 | 18% | 114 | 42% | 101 | 37% |

Nota: El umbral de referencia de la OMS para mercurio en cabello es de 2.2 mg/kg. Este valor no representa un nivel de exposición “seguro”, sino un nivel por debajo del cual se espera reducir el riesgo de efectos adversos en la salud, especialmente en poblaciones vulnerables. Los niveles clasificados como “Medio” y “Alto” en esta tabla corresponden a exposiciones que superan este umbral y requieren atención.

3.3 Factores asociados a la exposición al mercurio

La presente sección resume los elementos claves que explican por qué, aun en ausencia de niveles elevados de mercurio en la mayoría de los peces analizados, se registran concentraciones preocupantes de mercurio en la población humana. La elevada frecuencia y volumen de consumo de pescado en estas comunidades con preferencia de peces carnívoros genera una acumulación crónica de mercurio en el organismo. Esto ocurre incluso cuando las concentraciones de mercurio en los peces se mantienen en rangos que serían considerados aceptables. Este contexto es fundamental para interpretar los resultados de exposición en cabello humano.

Frecuencia de consumo de pescado

Los hábitos de consumo en Nanay muestran una alta frecuencia en la ingesta de pescado: el 23% de la población muestreada consume pescado tres veces al día todos los días, y el 40% lo hace dos o tres veces al día diariamente. Estas cifras superan ampliamente los supuestos de consumo utilizados por organismos internacionales para establecer límites de seguridad relacionados con la ingesta de metilmercurio (por ejemplo, la OMS considera una ingesta de referencia basada en un consumo de 200 g semanales).

Especies más consumidas

Las especies más consumidas incluyen al Yaraquí ($n = 117$), Bujurqui ($n = 34$) y Fasaco ($n = 34$)¹. Si bien Yaraquí y Bujurqui son especies de niveles tróficos más bajos, el Fasaco es un pez carnívoro, lo que podría contribuir de manera más significativa a la carga de metilmercurio en la dieta. Es importante considerar que en estas comunidades se consumen múltiples especies, incluyendo un porcentaje significativo de especies depredadoras, de manera frecuente y en grandes cantidades. Esto incrementa la exposición acumulativa en la población.

Patrones dietarios y riesgo acumulativo

El patrón alimentario observado (caracterizado por un consumo diario y repetido de pescado, sobre todo carnívoro), constituye el principal factor que explica los niveles elevados de mercurio en cabello humano documentados en este estudio. Este patrón, en combinación con las características ecológicas de la cuenca del Nanay favorecen la metilación natural del mercurio en ambientes acuáticos y generan una situación de alta vulnerabilidad para la población local. Por tanto, cualquier incremento futuro en la carga ambiental de mercurio, como consecuencia de la expansión de actividades mineras en la cuenca, podría traducirse en aumentos sustanciales en la exposición humana, partiendo ya de una situación de base que es motivo de preocupación en términos de salud pública.

¹ Los nombres que se citan como especies más consumidas son los nombres comunes registrados durante las encuestas, tal como fueron mencionados por las personas de las comunidades. Esto no permite identificar nombres científicos, en muchos casos un mismo nombre común, como "bujurqui", puede referirse a más de una especie, y no siempre es posible saber con certeza a cuál corresponde.

4. DISCUSIÓN



4.1 Interpretación de los hallazgos

Los resultados de este estudio proporcionan una primera línea base sobre los niveles de mercurio en peces y en la población humana en las comunidades ribereñas de la cuenca del Nanay y Pintuyacu.

En los peces, las concentraciones de mercurio observadas son consistentes con valores reportados en Madre de Dios, en peces colectados en cuerpos de agua sin impacto directo de minería aurífera (Barocas et al., 2023). Las concentraciones registradas reflejan aparentemente procesos naturales de metilación del mercurio en los ecosistemas acuáticos de la cuenca, donde las condiciones ambientales favorecen esta transformación química y su incorporación en la cadena alimentaria.

Por otro lado, el consumo frecuente y en grandes cantidades de pescado principalmente carnívoro o predador (característicos de las comunidades ribereñas de Loreto) es el principal factor que explica los niveles elevados de mercurio en cabello humano observados en las comunidades estudiadas. Esto se observa incluso cuando la mayoría de los peces analizados no supera los valores de referencia internacionales, debido a que dichos límites se basan en supuestos de consumo mucho menores que los que prevalecen en esta región.

En este contexto, los niveles elevados de mercurio en cabello observados en este estudio implican una exposición predominante a metilmercurio, una forma altamente tóxica que se acumula en el cuerpo. A mediano y largo plazo, la exposición crónica podría tener consecuencias serias, particularmente para el sistema nervioso. En adultos, puede provocar alteraciones cognitivas, pérdida de memoria, trastornos motores y sensoriales, y en casos severos, daño neurológico permanente. Sin embargo, el mayor riesgo es para las mujeres embarazadas y los niños: el metilmercurio puede atravesar la placenta y afectar el desarrollo

del cerebro del bebé en formación, provocando retrasos en el desarrollo, dificultades de aprendizaje y problemas de conducta que pueden ser irreversibles. Por ello, este tipo de exposición constituye una grave preocupación de salud pública, incluso si las personas afectadas no presentan síntomas inmediatos.

Además, los hallazgos muestran que la transferencia de mercurio a través de la red trófica acuática es un proceso activo y continuo en la cuenca del Nanay, lo que refuerza la vulnerabilidad de la población ante cualquier aumento adicional en la carga ambiental de este metal. En este sentido, la expansión de la minería ilegal de oro en la cuenca representa una amenaza concreta. La experiencia en otras regiones amazónicas demuestra que la actividad minera aurífera descontrolada puede multiplicar los niveles de metilmercurio en el ambiente acuático y, en consecuencia, en las poblaciones humanas expuestas.

El presente estudio aporta evidencia clave que permite caracterizar una situación de alta vulnerabilidad preexistente en la cuenca del Nanay. Esta condición de base debe ser considerada de manera prioritaria en la planificación territorial, en las estrategias de prevención sanitaria, y en los esfuerzos por contener la expansión de actividades que podrían agravar el problema de exposición al mercurio en la región.

4.2 Grupos prioritarios para la vigilancia de exposición al mercurio e intervención

Los hallazgos del presente estudio evidencian niveles elevados de exposición al mercurio en diversos grupos de la población de las comunidades ribereñas del Nanay y Pintuyacu. En particular, ciertos segmentos demográficos presentan una vulnerabilidad significativamente mayor y, por tanto, deben ser priorizados en las estrategias de vigilancia sanitaria y en las intervenciones preventivas (Figura 6).

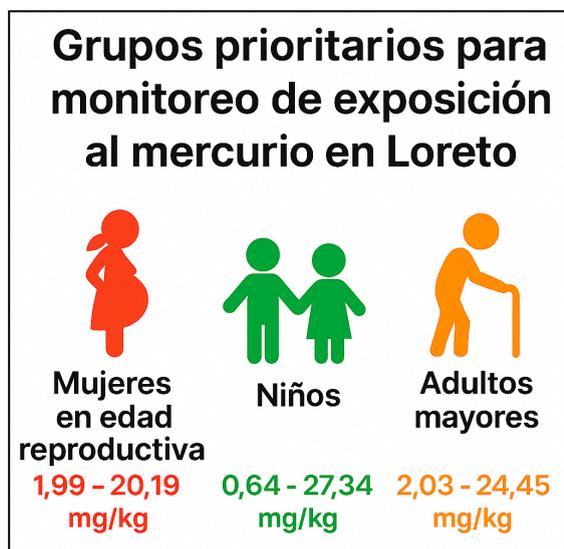


Figura 6. Grupos prioritarios para el monitoreo de exposición al mercurio, identificados en la evaluación. Se muestran los rangos de concentración de mercurio en cabello (mg/kg) para mujeres en edad reproductiva, niños y adultos mayores. Estos grupos fueron priorizados debido a su mayor vulnerabilidad a los efectos del mercurio.

Mujeres en edad reproductiva

Las mujeres en edad reproductiva de 15 a 49 años, presentan niveles de mercurio en cabello que oscilan entre 1.99 y 20.19 mg/kg, con un promedio de 8.31 mg/kg. Esta situación es especialmente preocupante, dado que el metilmercurio atraviesa la placenta y puede afectar el

desarrollo neurológico del feto. La exposición prenatal al metilmercurio está asociada con alteraciones cognitivas, motoras y conductuales irreversibles. Por tanto, este grupo debe ser considerado de alta prioridad para intervenciones de reducción de la exposición y programas de educación alimentaria.

Niños

Los niños de 0 a 4 años, registraron los valores medios de mercurio más elevados en el estudio (12.99 mg/kg, con un rango de 6.31 a 20.70 mg/kg). La exposición al metilmercurio durante las primeras etapas del desarrollo puede tener consecuencias severas y duraderas sobre la función neurológica, afectando el aprendizaje, la memoria, el comportamiento y las habilidades motoras. Es fundamental priorizar este grupo en las acciones de vigilancia biomédica, así como en los esfuerzos de sensibilización comunitaria y de modificación de patrones dietarios.

Adultos mayores

El grupo de mujeres mayores de 65 años presentó concentraciones medias elevadas (12.05 mg/kg), lo que indica una exposición acumulativa prolongada. Aunque los adultos mayores son menos susceptibles a ciertos efectos del metilmercurio en comparación con los fetos y los niños pequeños, las altas concentraciones observadas en este grupo representan un riesgo relevante de deterioro cognitivo, trastornos motores y otros problemas neurológicos.

Relevancia para la acción

Los datos obtenidos subrayan la necesidad de implementar programas de vigilancia que incluya biomonitoreo periódico del mercurio en estos grupos prioritarios, así como la integración de estrategias de educación y comunicación de riesgo específicas y culturalmente adaptadas.

Además, se requiere fortalecer las capacidades locales en el ámbito de la salud pública para atender de manera adecuada a las poblaciones más expuestas, con especial énfasis en la protección de la infancia y en la prevención de daños en el desarrollo neurológico temprano

4.3 Origen probable de la exposición actual y riesgos futuros

En el presente estudio no fueron usadas metodologías de análisis, como la técnica de isótopos de mercurio, que puede diferenciar si la fuente del mercurio es natural o antropogénica. Los resultados reportados muestran que a pesar de no conocer el origen del mercurio, se observan niveles elevados en la población de las comunidades ribereñas del Nanay y Pintuyacu que pueden ser explicados por factores naturales y dietarios. El patrón de consumo diario y repetido de pescado principalmente predador, en combinación con las características ecológicas de la cuenca (que favorecen la metilación natural del mercurio), constituye el principal determinante de la carga corporal de mercurio en la población actual.

Si bien la minería aurífera en la cuenca del Nanay es aún incipiente, su progresiva expansión representa un riesgo significativo. La experiencia en otras regiones amazónicas demuestra que el desarrollo descontrolado de actividades mineras ilegales de oro genera una liberación sustancial de mercurio elemental en el ambiente. Este mercurio, una vez depositado en los sedimentos acuáticos, puede ser transformado en metilmercurio por procesos biogeoquímicos, incrementando los niveles de contaminación en la red alimentaria acuática.

En sistemas acuáticos como el del Nanay, que ya muestran condiciones ambientales favorables para la metilación natural del mercurio, cualquier incremento en la carga ambiental del metal por actividades antropogénicas puede traducirse rápidamente en aumentos sustanciales de la exposición humana. Esta situación es particularmente crítica en comunidades que dependen casi exclusivamente del pescado como fuente de proteína.

El riesgo futuro no se limita a la contaminación local. La literatura científica con decenas de estudios documenta efectos transversales a escalas de cuenca y regionales, con impactos en la salud pública comparables a los registrados en episodios históricos como el de la contaminación en la bahía de Minamata. Aunque los contextos no son idénticos, el caso de Minamata sirve como advertencia del potencial impacto sanitario y social de la contaminación por mercurio en sistemas fluviales altamente productivos.

Por estas razones, es urgente adoptar medidas preventivas que protejan la integridad ambiental de la cuenca del Nanay y reduzcan las fuentes antropogénicas potenciales de mercurio. La implementación de sistemas de vigilancia ambiental y de salud pública, así como el fortalecimiento de la gobernanza territorial, son esenciales para evitar que la situación evolucione hacia escenarios de exposición aún más peligrosos para las poblaciones locales.

Además, diversos actores especializados en la región, como el Observatorio de Minería Ilegal, han formulado recomendaciones concretas para fortalecer el marco de control y prevención de la expansión de la minería ilegal (Ipenza et al., 2024). Estas propuestas incluyen medidas para reforzar la fiscalización estatal, establecer obligaciones ambientales desde el inicio de operaciones mineras, y proteger áreas ecológicamente sensibles frente a nuevas autorizaciones de actividad minera. Si bien el presente estudio no evalúa la política minera ni la legislación vigente, sus hallazgos respaldan la necesidad de considerar con la máxima prioridad la protección efectiva de la cuenca del Nanay frente a fuentes adicionales de contaminación por mercurio.

5. CONCLUSIONES



Este estudio aporta la primera línea base integral sobre los niveles de mercurio en peces y en la población humana en comunidades ribereñas de la cuenca de los ríos Nanay y Pintuyacu.

Los resultados revelan una situación de exposición generalizada y preocupante, especialmente en los grupos más vulnerables como mujeres en edad reproductiva, niños pequeños y adultos mayores.

Las concentraciones de mercurio en los peces analizados son consistentes con las reportadas en otras zonas amazónicas sin impacto minero directo, reflejando procesos naturales de metilación y acumulación progresiva de mercurio en la cadena trófica de los ecosistemas acuáticos de la cuenca. Sin embargo, los patrones dietarios locales caracterizados por un consumo elevado y frecuente de pescado (sobre todo predador o carnívoro), generan una acumulación crónica de mercurio en la población humana, resultando en niveles de exposición que superan ampliamente los umbrales internacionales de referencia.

La exposición al metilmercurio en estos niveles implica riesgos para la salud, con posibles efectos neurológicos severos y duraderos, particularmente en niños y en el desarrollo fetal. Estos hallazgos constituyen una alerta temprana que debe orientar tanto la acción sanitaria como la gestión territorial en la región.

Además, la expansión actual de la minería aurífera ilegal en la cuenca del Nanay plantea una amenaza concreta de agravamiento de la exposición, al incrementar potencialmente la carga ambiental de mercurio en un sistema ecológico ya vulnerable. La experiencia en otras regiones amazónicas demuestra que, sin medidas preventivas efectivas, este tipo de dinámicas puede derivar en escenarios de crisis sanitaria y ambiental.

Por tanto, es imperativo adoptar acciones coordinadas y multisectoriales que aborden la situación actual y prevengan una mayor intensificación del problema. La protección de la salud de las poblaciones ribereñas del Nanay y la integridad ecológica de la cuenca deben ser prioridades en la agenda regional y nacional.

6. RECOMENDACIONES



Con base en los hallazgos del presente estudio, se proponen las siguientes recomendaciones para orientar las acciones de política pública, gestión territorial y salud ambiental en la cuenca del Nanay y Pintuyacu:

1. Promover una alimentación segura, alineada a la realidad de las poblaciones amazónicas.

En un contexto donde el pescado es la principal fuente de proteína para la población loreтана, es prioritario diseñar un programa de educación alimentaria nutricional que promueva el consumo de pescado seguro y otras fuentes de proteína. Este programa debe contemplar recomendaciones diferenciadas por localidades, tipo de especie y frecuencia de consumo, integrando además el conocimiento tradicional y los valores culturales de las comunidades indígenas y ribereñas. Asimismo, se debe complementar con el desarrollo de información sobre los riesgos de la contaminación con mercurio y la importancia de optar por especies de peces que se encuentren en la base de la cadena alimenticia y poseen una baja concentración del contaminante. Esta estrategia debe priorizar a grupos vulnerables como mujeres en edad reproductiva, niños y adultos mayores, promoviendo prácticas alimentarias que reduzcan su exposición sin comprometer su seguridad nutricional.

2. Implementar un sistema integral de monitoreo ambiental y sanitario.

Ante los riesgos crecientes de exposición al mercurio, es necesario establecer un sistema regional de monitoreo ambiental y sanitario que permita generar alertas tempranas y apoyar la toma de decisiones orientadas a la protección de la salud humana y de los ecosistemas.

Este sistema debe incluir la vigilancia de las concentraciones de mercurio en peces, en la población humana, y en el ecosistema acuático, y debe generar información oportuna para la gestión territorial y sanitaria. Un sistema de monitoreo robusto permitirá identificar tendencias en la exposición al mercurio y zonas de riesgo prioritario para la intervención en salud pública y gestión ambiental. Además, contribuirá a prevenir impactos severos y a diseñar políticas más efectivas de control y mitigación.

3. Fortalecimiento de Programas y Sistemas de Salud Pública

La evidencia de afectación a la salud humana por la presencia de contaminantes implica el fortalecimiento de los Programas y Sistemas de Salud Pública descentralizados con enfoque preventivo, de tamizaje y monitoreo y de atención a personas afectadas. El abordaje de estos programas debería ser de carácter interinstitucional y multisectorial, descentralizado a unidades por lo menos distritales y con plataformas itinerantes (PIAS).

4. Reforzar el control y vigilancia territorial frente a la minería ilegal

La expansión de la minería ilegal representa una amenaza creciente para la salud humana y ambiental de Loreto, por lo que resulta imprescindible fortalecer el accionar del Estado para la implementación de medidas de prevención y control. Estas deberían incluir el uso de herramientas tecnológicas para mejorar la custodia del territorio y control en zonas remotas, fortalecer los mecanismos de fiscalización fluvial y aérea, y controlar el ingreso de insumos y maquinaria utilizados en actividades extractivas ilícitas. Solo a través de una acción firme y sostenida en el tiempo será posible contener la expansión de esta actividad y proteger los ecosistemas amazónicos.

5. Fortalecer la gestión territorial en Loreto para prevenir la expansión de la minería ilegal

Es prioritario reforzar la capacidad del Estado para planificar, ordenar y gestionar el territorio en Loreto, a fin de prevenir la expansión de la minería ilegal, especialmente en zonas ambientalmente sensibles como áreas naturales protegidas, cabeceras de cuenca y territorios indígenas.

Los hallazgos de este estudio evidencian que las comunidades ribereñas del Nanay ya presentan niveles preocupantes de exposición al mercurio, producto de la dinámica natural de metilación en la cuenca y de patrones dietarios locales. En este contexto, cualquier incremento adicional en las cargas ambientales de mercurio asociado a la expansión minera podría agravar significativamente la situación de salud pública.

Por lo tanto, es fundamental consolidar una gestión territorial efectiva que limite el avance de actividades mineras ilegales y preserve la integridad ecológica de la cuenca. Para ello, se requiere fortalecer las capacidades técnicas, legales y operativas del Gobierno Regional de Loreto (GOREL), en articulación con el gobierno nacional, los gobiernos locales y las comunidades indígenas y ribereñas, asegurando una acción coordinada y sostenida en el tiempo.

6. Impulsar una agenda amazónica de cooperación frente a la contaminación por mercurio

La contaminación por mercurio en la Amazonía es un problema que no tiene fronteras. Por eso, es fundamental fortalecer la coordinación entre los países que comparten esta región (como Perú, Brasil, Colombia, Ecuador, entre otros) para enfrentar este reto de manera conjunta. Esta cooperación debe enfocarse en mejorar el intercambio de información, realizar acciones de vigilancia, promover buenas prácticas que reduzcan el uso y liberación de mercurio, y avanzar hacia criterios compartidos que ayuden a proteger los ecosistemas y la salud de las personas. Además, se puede trabajar en una hoja de ruta regional que impulse alternativas más seguras y sostenibles, con la participación activa de las comunidades locales e indígenas.

Referencias bibliográficas

- Barocas, A., Vega, C., Alarcon, A., Araujo, J. M., Fernandez, L., Groenendijk, J., Pisconte, J., Macdonald, D. W., & Swaisgood, R. R. (2023). Local intensity of artisanal gold mining drives mercury accumulation in neotropical oxbow lake fishes. *Science of the Total Environment*, 886(April), 164024. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164024>
- Crespo-López, M. E., et al. (2021). Mercury: What can we learn from the Amazon? *Environment International*, 146, 106223. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106223>
- Grandjean, P., Weihe, P., White, R. F., & Debes, F. (1998). Cognitive performance of children prenatally exposed to "safe" levels of methylmercury. *Environmental research*, 77(2), 165–172. <https://doi.org/10.1006/enrs.1997.3804>
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). (2009). *Diagnóstico del consumo y comercialización de pescado en la ciudad de Iquitos y pueblos aledaños*. Dirección de Investigación en Ecosistemas Acuáticos Amazónicos. <http://iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL885.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). *III Censo de Comunidades Nativas 2017: Resultados definitivos* (Tomo I). Lima, Perú: INEI. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1598/TOMO_01.pdf
- Ipenza Peralta, C., Zapata Perez, M., Arana Cardo, M., Ramirez Valle, D., Castro Sánchez-Moreno, M., Garay Tapia, K., Rivadeneyra Tello, G., Vega Ruiz, C., & Cabanillas Vasquez, F. (2025). *10 propuestas para la formalización efectiva de la pequeña minería y minería artesanal*. Observatorio de Minería Ilegal. https://www.observatoriomineriailegal.org.pe/wp-content/uploads/2025/05/10_propuestas_ley_MAPE_020525.pdf
- Liu, G., Cai, Y., & O'Driscoll, N. (Eds.). (2012). *Environmental chemistry and toxicology of mercury*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118146644>
- Li, C., Chen, J., Angot, H., Zheng, W., Shi, G., Ding, M., Du, Z., Zhang, Q., Ma, X., Kang, S., Xiao, C., Ren, J., & Qin, D. (2020). Seasonal Variation of Mercury and Its Isotopes in Atmospheric Particles at the Coastal Zhongshan Station, Eastern Antarctica. *Environmental science & technology*, 54(18), 11344–11355. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c04462>
- Mergler, D., Anderson, H. A., Chan, L. H., Mahaffey, K. R., Murray, M., Sakamoto, M., & Stern, A. H. (2007). Methylmercury exposure and health effects in humans: a worldwide concern. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 36(1), 3–11. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[3:meahei\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[3:meahei]2.0.co;2)
- Ministerio de la Producción (PRODUCE). (2018). *Consumo per cápita de pescado en los hogares peruanos creció de 12,9 a 14,5 kilos* [Nota informativa]. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/1309-produce-consumo-per-capita-de-pescado-en-los-hogares-peruanos-crecio-de-12-9-a-14-5-kilos>

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA). (2023). Minería ilegal: imágenes alertan que el Nanay se estaría convirtiendo en la nueva “La Pampa”. Actualidad Ambiental.

<https://www.actualidadambiental.pe/mineria-ilegal-imagenes-alertan-que-el-nanay-se-estaria-convirtiendo-en-la-nueva-pampa/>

United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2007). *Method 7473: Mercury in solids and solutions by thermal decomposition, amalgamation, and atomic absorption spectrophotometry*. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/7473.pdf>

Wiener, J. G., Krabbenhoft, D. P., Heinz, G. H., & Scheuhammer, A. M. (2003). *Ecotoxicology of mercury*. In D. J. Hoffman, B. A. Rattner, G. A. Burton Jr., & J. Cairns Jr. (Eds.), *Handbook of ecotoxicology* (2nd ed., pp. 409–463). CRC Press.

<https://doi.org/10.1201/9781420032505.ch16>

Yupanqui, O., Novoa, S., Finer, M., García, C., & Saboya, B. (2023). Proliferación de la minería ilegal en los ríos de la Amazonía peruana – Región norte (MAAP: 187). Monitoring of the Andean Amazon Project (MAAP). <https://www.maaprogram.org/es/mineria-loreto-peru/>

Proyecto

Este reporte se realizó en el marco del proyecto **“Reduciendo el avance de la minería ilegal de oro y sus impactos en áreas prioritarias de biodiversidad, corredores de conservación y paisajes transfronterizos de Colombia, Perú y Brasil”**, implementado por el Centro de Innovación Científica Amazónica (CIN CIA), la Sociedad Zoológica de Frankfurt - Perú (FZS) y la Fundación para la Conservación y Desarrollo Sostenible (FCDS), con el apoyo financiero de la Fundación Gordon y Betty Moore.

Financiamiento

Este estudio fue financiado por la Fundación Gordon y Betty Moore.

Autores

Claudia M. Vega, Coordinadora del Programa de Mercurio, Centro de Innovación Científica Amazónica (CIN CIA).

Jessica Pisconte, Especialista del Programa de Mercurio, Centro de Innovación Científica Amazónica (CIN CIA).

Claus Garcia, Gerente del Paisaje Yaguas, Frankfurt Zoological Society Perú (FZS-Peru)

Marta Torres, Coordinadora del Programa de Educación y Gestión Integral Sostenible, Centro de Innovación Científica Amazónica (CIN CIA)

Katee Salcedo, Especialista de Comunicaciones, Centro de Innovación Científica Amazónica (CIN CIA)

Luis E. Fernandez, Director Ejecutivo, Centro de Innovación Científica Amazónica (CIN CIA); Profesor y Senior Fellow, Andrew Sabin Family Center for Environment and Sustainability, Wake Forest University.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las comunidades participantes de la cuenca del Nanay por su colaboración y confianza en el desarrollo de este estudio. Agradecemos también el apoyo del equipo técnico del Centro de Innovación Científica Amazónica (CIN CIA), Sociedad Zoológica de Frankfurt (FZS) y de la Fundación para la Conservación y Desarrollo Sostenible (FCDS) en la implementación del proyecto. El estudio contó con la colaboración del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), cuyo laboratorio realizó el análisis de las muestras, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) que apoyaron en la logística de transporte y comunicación con las comunidades, Gerencia Regional de Salud (GERESA) que facilitaron el apoyo desde los puestos de salud. También agradecemos el

respaldo institucional de la Wake Forest University, a través del Andrew Sabin Family Center for Environment and Sustainability, con quién CINCIA mantiene una alianza científica estratégica para el desarrollo conjunto de investigaciones y la generación de evidencia que contribuye a la mitigación de los impactos del mercurio en la Amazonía peruana.

Este estudio se realizó con el consentimiento informado de las personas participantes y respetando los principios éticos aplicables a la investigación con comunidades locales.

Cita sugerida

Vega, C. M., Pisconte, J. N., García, C., Torres, M. I., Salcedo, K.D. & Fernandez, L. E. (2024). *Niveles de exposición a mercurio en peces y en pobladores de comunidades ribereñas en la cuenca del río Nanay y Pintuyacu (Loreto, Perú)*. Puerto Maldonado, Perú: Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCIA) y Fundación para la Conservación y Desarrollo Sostenible (FCDS).

