

SERIE DE RESUMENES DE INVESTIGACIÓN

# MERCURIO EN EL PARQUE NACIONAL DEL MANU

## EXPOSICIÓN A MERCURIO AMBIENTAL EN COMUNIDADES MATSIGENKAS

Resumen de Investigación No. 6 | Octubre 2020

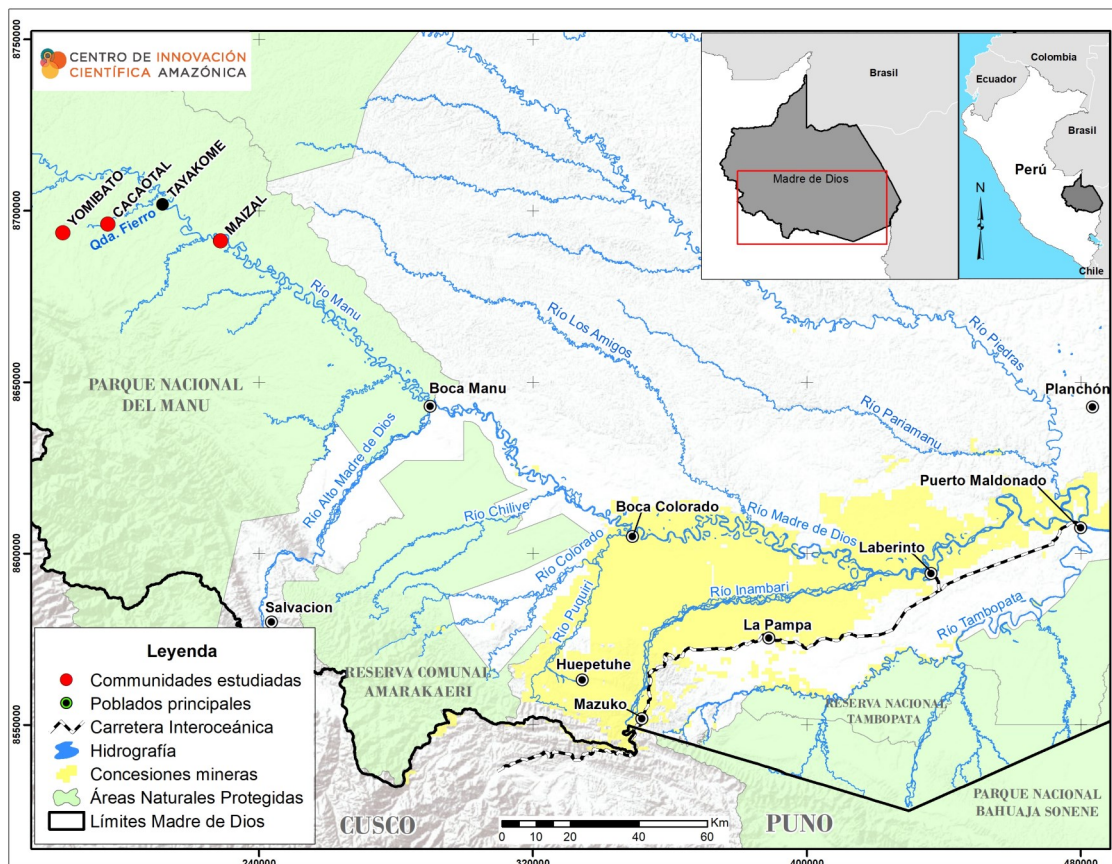
Palabras clave: Niveles de mercurio en cabello humano y en pescados /comunidades nativas



### Puntos Clave:

- ⇒ Entre 2014 y 2018 se realizó un estudio preliminar de niveles de mercurio en cabello en 3 comunidades Matsigenkas dentro del Parque Nacional del Manu (PNM), Madre de Dios, Perú.
- ⇒ La media de los valores de mercurio encontrados está por encima de los niveles de referencia (OMS), siendo Maizal la comunidad mas afectada.
- ⇒ En la muestra de 2018, solo el 19% presentó concentraciones de mercurio en cabello por debajo del nivel de referencia de la OMS.
- ⇒ El muestreo de peces señala que las especies herbívoras tienen niveles más bajos de mercurio que las especies piscívoras, demostrando para el PNM un patrón común de biomagnificación para comunidades acuáticas.
- ⇒ Se debe consumir pescado con bajas concentraciones de mercurio, principalmente mujeres embarazadas y niños menores de 5 años.

**Figura 1. Ubicación de las comunidades Matsigenka. Sector Parque Nacional Manu, departamento de Madre de Dios—Perú.**



## INTRODUCCIÓN

Madre de Dios, declarada capital de la biodiversidad del Perú, está conformada también por una gran diversidad cultural y étnica. Se estimó en 2017 la presencia de más de 4000 personas pertenecientes a 14 grupos culturales indígenas, distribuidos ampliamente en toda la región (Vanthomme et al. 2019). Estos grupos presentan diferentes grados de contacto con centros urbanos, algunos de ellos son de contacto reciente y otras se encuentran en aislamiento voluntario.

En el departamento de Madre de Dios, la principal actividad económica es la minería de oro artesanal, donde se usa el mercurio para la obtención del oro. El mercurio es considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), entre las 10 sustancias más tóxicas para la salud humana y el ecosistema.

En 2012 se realizó un estudio que reportó que las concentraciones de mercurio en comunidades indígenas en Madre de Dios presentaron un promedio 2.5 veces más elevado en comparación con poblaciones no indígenas (CAMEP 2013). Consecuentemente, surgió la preocupación de líderes de comunidades Matsigenka sobre la posible exposición a este metal en sus

comunidades. Los Matsigenkas, en Madre de Dios, son comunidades indígenas de contacto inicial que residen mayormente en el Parque Nacional del Manu (PNM), un área prístina y remota, declarada Reserva de Biosfera por las Naciones Unidas en el año de 1977.

Este resumen de investigación presenta los resultados preliminares de 3 años de estudio (2014, 2017 y 2018) durante los cuales fueron evaluados los niveles de mercurio en comunidades Matsigenkas ubicadas en el Parque Nacional del Manu.

## METODOLOGÍA

Este estudio fue conducido en tres de las cuatro comunidades Matsigenka que habitan en el Parque Nacional del Manu (PNM). La comunidad de Maizal (*Tsirerishi*, en idioma Matsigenka), que participó en noviembre de 2014, junio de 2017 y julio de 2018; y las comunidades de Cacaotal (*Sarigueminiki*, en idioma Matsigenka) y Yomibato, que se integraron al estudio en el año 2018. Estas comunidades están ubicadas a más de 150 km. río arriba de la actividad minera, en la cuenca hi-



**Foto 1. Colecta de músculo de pescado para determinación de mercurio.**

drográfica del Departamento de Madre de Dios, ver Figura 1. La presente investigación fue realizada en respuesta al pedido de las comunidades, quienes manifestaron su preocupación sobre el riesgo de la contaminación por mercurio. Las entradas al PNM para realizar las evaluaciones fueron autorizadas por SERNANP (RJ20-2014-SERNANP-PNM-E-NAB, Autorización Especial de ingreso N° 95-2017-SERNANP-JPNM, RJ04-2018-SERNANP-PNM) e informadas a la Dirección Regional de Salud (DIRESA), que acompañó el proceso. Adicionalmente, se obtuvo la aprobación del comité de ética de cada una de las universidades involucradas en el estudio (Universidad Cayetano Heredia Aprobación 100806, Wake Forest University IRB 00044673, Stanford University IRB 18925).

#### **Evaluación de mercurio en personas**

En todas las visitas realizadas a las comunidades, los objetivos del estudio fueron explicados con ayuda de intérpretes a los residentes. La participación en el estudio fue voluntaria la misma que fue ratificada mediante firma o huella digital, como una forma de mostrar. En el caso de niños menores de edad, la aprobación fue dada por sus padres o encargados.

El bioindicador usado en este estudio fue el cabello, que incorpora en su estructura durante su formación al mercurio, principalmente en la forma de metilmercurio, convirtiéndose en un buen marcador de exposición, de colecta simple, no invasiva, fácil de preservar y transportar. El cabello crece aproximadamente 1 cm por mes, siendo posible realizar un análisis secuencial que refleje un periodo de exposición determinado (UNEP 2008).

Colectamos una muestra de cabello de cada participante del estudio, aproximadamente 100 cabellos cortados, lo más cercano posible al cuero cabelludo en la región occipital (nuca). Posteriormente, cada muestra colectada fue colocada de manera individual en sobres de papel, donde fueron conservadas hasta el momento del análisis, en el laboratorio. La determinación de mercurio fue realizada en los primeros 4 cm. de cabello, medidos desde la raíz, lo cual indicó la exposición al mercurio de los 4 meses anteriores, aproximadamente.

#### **Evaluación de mercurio en peces**

El consumo de pescado es reportado en la literatura como la principal fuente de exposición a metilmercurio en humanos (UNEP 2008). Al mismo tiempo, investigadores reportan que para las comunidades Matsigenka en el PNM, el consumo de peces es parte importante de su dieta (Ohl-Schacherer et al. 2007). En el presente estudio, con la ayuda de pescadores de las comunidades, fueron identificados ríos y lagos habitualmente usados como lugares de pesca, donde se colectaron muestras de pescado, empleando redes de arrastre, agalleras de espera y anzuelos. Posteriormente, se colectó una muestra de tejido muscular dorsal de cada individuo, con un máximo de 7 individuos capturados por especie, en cada sitio de colecta. Adicionalmente, fue registrado el tamaño estándar y peso de cada uno de los peces colectados.

#### **Determinación de mercurio en muestras**

Todas las muestras para análisis de mercurio fueron refrigeradas y transportadas al Laboratorio de Mercurio y Química Ambiental (LAMQA) de CINCIA, en Puerto Maldonado, Madre de Dios. La determinación de mercurio total (HgT) fue realiza-

da usando el método de Descomposición Térmica y Absorción Atómica (Método USEPA 7473), usando un Milestone DMA-80 Direct Mercury Analyzer.

Los niveles de mercurio en cabello y pescado en las comunidades fueron comparados con niveles de referencia de mercurio establecidos por la OMS, siendo en cabello humano: 2.2 ppm (partes por millón) y en pescado para consumo humano: 0.5 ppm (IPCS 1990; Sheehan et al. 2014).

## RESULTADOS

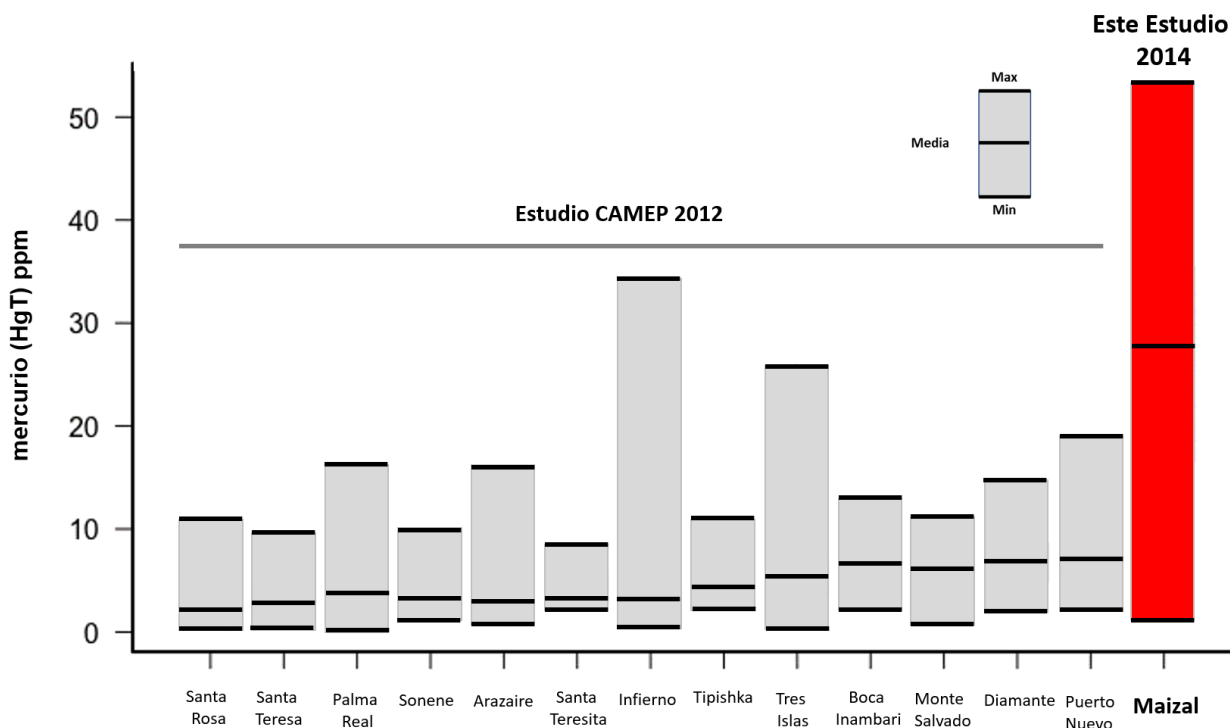
### Evaluación de mercurio en humanos

**Estudio noviembre 2014:** Fueron analizadas muestras de cabello de 68 participantes de un total de 70 miembros de la comunidad, cantidad reportada por la comunidad en el momento del muestreo. Los resultados mostraron altos niveles de mercurio en la comunidad de Maizal. La media de concentración de mercurio total (HgT) en cabello fue de 26.3 ppm, en un rango de 2.5 a 53.0 ppm, encontrándose todos por encima de los niveles de referencia de la OMS para mercurio en cabello. Este promedio de concentración de Hg en cabello es el más alto reportado en poblaciones nativas en Madre de Dios, como se observa en los gráficos de las Figuras 2 y 3.

**Estudio julio 2017.** Fueron analizadas muestras de cabello de 38 individuos de aproximadamente 77 residentes en la comunidad Maizal, registrándose una media de mercurio (HgT) en cabello de 11.9 ppm, en un rango de 2.3 - 17.0 ppm. A pesar de que todos los participantes presentaron niveles encima del nivel de referencia de la OMS, la media de la concentración de mercurio en cabello fue menor a la reportada en 2014 (ver Figura 3). Un factor que puede explicar esta diferencia, entre los resultados de 2014 y 2017, es la época de colecta de la muestra. En 2017, las muestras de cabello reflejan la exposición al final de la época de lluvias y transición a la época seca, periodo durante el cual se practica la caza de subsistencia y la actividad de pesca es realizada en menor frecuencia (Farfán 2016), en comparación con la época seca, cuya exposición está representada en las muestras en noviembre de 2014. Los niveles de Hg en cabello reflejan la exposición a través de la dieta. Observamos una tendencia a disminuir entre las épocas de muestreo, que probablemente está ligada a los cambios en los hábitos alimenticios a lo largo del año.

**Estudio junio 2018.** Fueron analizadas 94 muestras de cabello en 3 comunidades Matsigenka en el PNM (9 en Maizal, 23 en Cacaotal y 69 en Yomibato). Se observó una diferencia significativa entre los niveles de mercurio de las 3

Figura 2. Comparación del rango y media registrados de los niveles de mercurio en cabello de las comunidades indígenas en Madre de Dios hasta 2014 (CAMEP, 2013 y el presente estudio, datos de 2014 solamente).



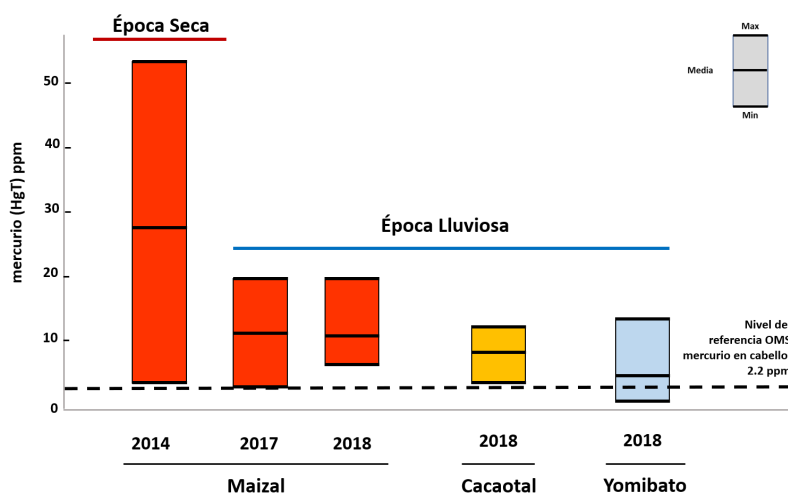


Figura 3. Comparación de los niveles de mercurio en cabello de las comunidades estudiadas en el Parque Nacional Manu entre los años 2014, 2017 y 2018. En 2018 se registró una diferencia significativa entre las concentraciones de Hg en cabello de las comunidades estudiadas (Test de Kruskal Wallis, p-valor<0.05).

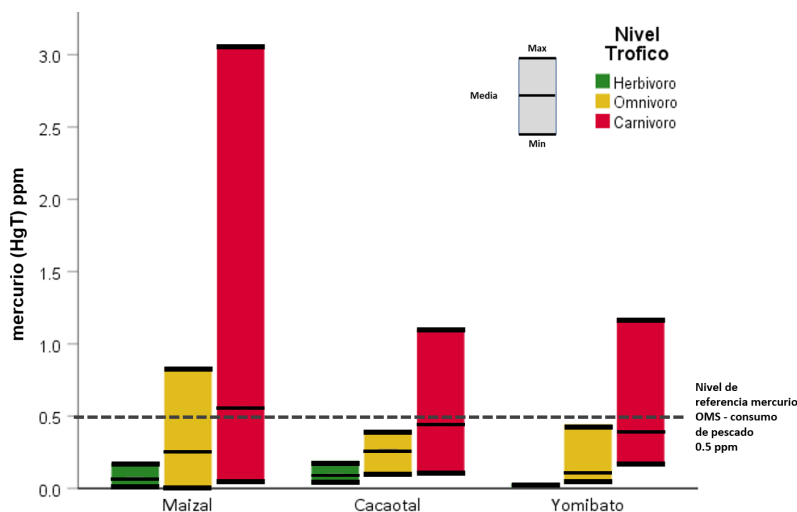


Figura 4. Niveles de mercurio en peces clasificados por nivel trófico, colectados en las áreas de pesca de las comunidades visitadas en 2017 y 2018. Se observó diferencia significativa entre los valores de mercurio de los 3 niveles tróficos (Test Kruskal Wallis, p-valor< 0.05).

comunidades. En la comunidad de Maizal se registraron los niveles de mercurio más altos, con una media de 11.3 ppm en un rango de 5.1 ppm a 17.0 ppm. A pesar de que sólo fueron muestreados 9 individuos, los datos en 2018 son consistentes con los niveles reportados en 2017. En la comunidad de Cacaotal, participaron 23 individuos de una población de aproximadamente 58 personas, observándose niveles intermedios con un promedio de 6.8 ppm, en un rango de 2.8 a 11.4 ppm. El 100% de los individuos presentaron niveles por encima de los valores de referencia de la OMS. Finalmente, en la comunidad de Yomibato, donde participaron 69 individuos de una población aproximada de 307 personas, fueron observados los niveles más bajos con una media de 3.8 ppm y un rango de 0.8 a 12.9 ppm, de los cuales 70% de los resultados presentaron valores por encima del nivel de referencia de la OMS. Figura 3.

#### Evaluación de mercurio en el medio ambiente

Se identificaron tramos de ríos y lagos habitualmente usados como lugares de pesca por las comunidades nativas donde se colectaron muestras de pescado. La comunidad de Maizal reportó pescar en el Río Manu y en dos cochas cercanas (Cochas Maizal y Cocha Nueva). En la comunidad de Yomibato reportaron pescar en la Quebrada Fierro, tributaria del Río Manu, al igual que los miembros de la comunidad de Cacaotal. Estos últimos también complementan la pesca de consumo en una cocha cercana a la comunidad (Cocha Auinto).

Se colectaron en total 162 muestras de pescado, de las cuales 65 fueron colectadas en 2017 en tres lugares de la comunidad de Maizal (Cocha Nueva, Cocha Maizal y el Río Manu), y 97 fueron colectadas en 2018, en cinco sitios (Cocha Nueva, Cocha Auinto, dos puntos en la Quebrada Fierro, y el Río Manu).

#### Niveles de mercurio en peces

En los peces evaluados en los años 2017 y 2018, se observó que los peces herbívoros, como la carachama (*Hypostomus sp.*), bocachico (*Prochilodus nigricans*), yahuarachi (*Potamorhina altamazonica*), yulilla (*Anodus elongatus*) y maparate (*Hypophthalmus edentatus*), entre otros, presentaron los niveles más bajos de mercurio (media: 0.07ppm, n = 38). Los peces omnívoros que incluyeron especies como paco (*Piaractus brachyomus*), lisa (*Leporinos spp.*), sábalo (*Salminos spp.*),

sardina (*Astyana maximus*), bujurqui (*Bujurquina spp*) y otros, presentaron niveles de Hg intermedios (media: 0.20 ppm, n= 21 ). En el caso de los peces predadores y carroñeros como zúngaro (*Zungaro zungaro*), dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*), doncella (*Pseudoplatystoma punctifer*), bagre (*Pimelodus blochii*), mota (*Calophysus macropterus*), piraña (*Serrasalmus spp*), y machete (*Rhaphiodon vulpinus*), la tendencia fue presentar niveles más altos (media: 0.52 ppm, n= 37 ), evidenciando en los puntos de colecta de las 3 comunidades el proceso de biomagnificación (Figura 4), una característica del metilmercurio ampliamente documentada en la literatura (Bastos et al. 2015), que refiere a la tendencia de una sustancia a aumentar su concentración a través de la cadena alimenticia.

Las concentraciones más altas de Hg en peces observados en este estudio fueron registradas en muestras obtenidas en el Río Manu, pertenecientes a peces carnívoros en etapa adulta. Estos resultados reflejan no sólo el proceso de biomagnificación; sino también de bioacumulación del mercurio, que es el aumento de la concentración de una sustancia en un organismo a lo largo del tiempo. Esta es la razón por la que los pescados adultos o más viejos tienen una concentración más alta de Hg en comparación con los más jóvenes de la misma especie.

Para la comunidad de Maizal, ubicada en el margen del Río Manu, el río representa uno de los puntos de pesca (ver Figura 1). En el muestreo de peces de este estudio, registramos que en el Río Manu el 41% de la captura fue de especies predadores (e.g. doncella, zúngaro, dorado). De estos, el 45% presentaron niveles de Hg por encima del límite recomendado por la OMS para consumo humano (0.5 ppm). Es decir, la comunidad de Maizal está pescando en un lugar donde los peces tienden a presentar una carga alta de mercurio.

Las comunidades de Cacaotal y Yomibato, se encuentran ubicadas en las márgenes de la Quebrada Fierro (ver Figura 1) por lo que el Río Manu no representa un lugar de pesca importante. Ello podría ser un factor que explica los niveles más bajos de Hg en cabello reportados en estas 2 comunidades. Basados en las muestras colectadas en la Quebrada Fierro, los peces presentaron niveles más bajos de Hg. Aproximadamente 75% de las especies colectadas fueron herbívoras y omnívoras, y de estas 100% de las muestras tuvieron niveles de Hg por debajo del nivel recomendado por la OMS. Adicionalmente, en la quebrada los peces carnívoros representaron sólo 25% de la muestra total y sólo el 20% de este grupo presentó niveles por encima de los 0.5 ppm recomendado por la OMS. Para Yomibato, comunidad que registró los niveles más bajos de mercurio, la quebrada es la fuente exclusiva de pesca. Estos patrones ambientales de mercurio en peces pueden ser un factor contribuyente a las diferencias de mercurio en el cabello de personas que viven en las tres comunidades.

En el presente estudio, el origen de la fuente de mercurio observado en las muestras ambientales (peces), no fue estudiado, pudiendo ser natural o un resultado de la contaminación por la minería aurífera. Sin embargo, los resultados encontrados referentes a los niveles de mercurio en las comunidades, indican que la exposición de mercurio se da a través de la dieta, de modo que la frecuencia de consumo y el tipo de pescado consumido son factores importantes en los niveles encontrados, como ya ha sido reportado en la literatura por diversos autores en la región Amazónica (Hacon et al. 2020).

**Foto 2. Dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*) adulto, de 92 cm y 12 kg, pescado en el Río Manu en 2017 y que presentó una concentración de mercurio de 3.05 ppm, el nivel más alto observado en este estudio.**



## CONCLUSIONES

- El promedio de las concentraciones de mercurio en cabello en las comunidades Matsigenkas del Parque Nacional del Manu está por encima de los niveles de referencia de la OMS.
- Los niveles de mercurio en la comunidad de Maizal están más elevados que los niveles de otras comunidades indígenas previamente estudiadas en Madre de Dios.
- Los pescados carnívoros y carroñeros muestreados en el Parque Nacional del Manu tienen los niveles más altos de mercurio, especialmente cuando estos están en su etapa adulta. Los pescados herbívoros o comedores de fondo presentan niveles más bajos de mercurio.
- El tipo de pescado consumido combinado con la frecuencia de consumo de pescado son factores que podrían explicar las diferencias en las concentraciones de mercurio observadas en las comunidades.
- El consumo más frecuente de peces carnívoros y de mayor tamaño es posiblemente un factor que contribuye a aumentar los niveles de mercurio en las comunidades, como es el caso de la comunidad de Maizal.
- Los pescados herbívoros y omnívoros representaron concentraciones menores de mercurio, siendo estos los más prevalentes en la quebrada Fierro y posiblemente la razón que explica los niveles más bajo de mercurio presentes en las comunidades de Cacaotal y Yomibato.

## RECOMENDACIONES

Los impactos de los niveles de mercurio en la salud no fueron evaluados por el presente estudio. Sin embargo, el hecho de que los valores de mercurio en cabello se encuentren por encima de los niveles de referencia de la OMS, pone en evidencia la importancia de desarrollar estrategias para la reducción de la exposición de las poblaciones, por lo que recomendamos:

- Sensibilizar a las autoridades pertinentes sobre el importante papel del pescado en la dieta de comunidades nativas con respeto al mercurio. Asimismo, trabajar con las comunidades para conservar el pescado como factor importante en la dieta y la cultura. Dado que el pescado es la principal fuente de proteína para estas poblaciones, no se recomienda evitar su consumo; sino priorizar el consumo de especies con niveles bajos en mercurio.
- Elaborar herramientas educativas que promuevan los beneficios de consumir pescado con niveles bajos de mercurio,

así como la frecuencia ideal de consumo según la especie. Se recomienda consumir principalmente los peces herbívoros y disminuir el consumo de peces carnívoros, especialmente para grupos vulnerables (gestantes y niños menores de 5 años).

- Promover el rescate de saberes gastronómicos y cultivos ancestrales para diversificar y mejorar la dieta de las comunidades, disminuyendo así los riesgos de exposición al mercurio, ocasionados por una dieta monótona.

## LITERATURA CITADA

Bastos, Wanderley R., José G. Dórea, José Vicente E. Bernardi, Leidiane C. Lauthartte, Marília H. Mussy, Luiz D. Lacerda, and Olaf Malm. 2015. "Mercury in Fish of the Madeira River (Temporal and Spatial Assessment), Brazilian Amazon." *Environmental Research*.

CAMEP. 2013. "Mercury in Madre de Dios - Mercury Concentrations in Fish and Humans in Puerto Maldonado." (vol2):2.

Hacon, Sandra de Souza, Marcelo Oliveira-Da-costa, Cecile de Souza Gama, Renata Ferreira, Paulo Cesar Basta, Ana Schramm, and Decio Yokota. 2020. "Mercury Exposure through Fish Consumption in Traditional Communities in the Brazilian Northern Amazon." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17(15):1–15.

IPCS. 1990. *Environmental Health Criteria 101: Methylmercury*.

Ohl-Schacherer, Julia, Glenn H. Shepard, Hillard Kaplan, Carlos A. Peres, Taal Levi, and Douglas W. Yu. 2007. "The Sustainability of Subsistence Hunting by Matsigenka Native Communities in Manu National Park, Peru." *Conservation Biology* 21(5):1174–85.

Sheehan, Mary C., Thomas A. Burke, Ana Navas-Acien, Patrick N. Breyse, John McGready, and Mary A. Fox. 2014. "Global Methylmercury Exposure from Seafood Consumption and Risk of Developmental Neurotoxicity: A Systematic Review." *Bulletin of the World Health Organization* 92(4):254–269F.

UNEP (United Nation Environment Program). 2008. *Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure*. Geneva.

Vanthomme, Hadrien, Ana Maria Sanchez-Cuervo, Paola Gárate, Adriana Bravo, and Dllmeier Francisco. 2019. *El Futuro de Madre De Dios. Simulador de Paisajes Productivos Del Smithsonian Para Un Desarrollo Sostenible*. Washington, DC.: Smithsonian Institution Scholarly Press.

## SERIE DE RESUMENES DE INVESTIGACIÓN

Los resúmenes de investigación de CINCIAS contienen análisis, resultados y recomendaciones de investigación preliminares. Se distribuyen para estimular el debate oportuno y la retroalimentación crítica, y para influir en el debate en curso sobre cuestiones emergentes. El contenido de los resúmenes de investigación puede ser revisado y eventualmente publicarse en otros formatos.



## AUTORES

**Claudia M. Vega.** Directora del Laboratorio de Mercurio y Química Ambiental (LAMQA) y Coordinadora del Programa de Mercurio de CINCIAS

**Julio Araujo.** Coordinador del Programa de Hidrobiología de CINCIAS

**Oscar Mujica.** Investigador de la Sociedad Zoológica de Frankfurt

**Johny Farfán.** Investigador de la Sociedad Zoológica de Frankfurt

**Marta Torres.** Coordinadora de Programa de Educación Ambiental de CINCIAS

**César Ascorra.** Director Nacional de CINCIAS

**Miles Silman.** Profesor Sabin de biología de conservación en Wake Forest University, director del Center for Energy, Environment and Sustainability de Wake Forest University y director asociado de investigación científica de CINCIAS.

**Luis E. Fernández.** Director Ejecutivo de CINCIAS, profesor de investigación en la Facultad de Biología en Wake Forest University y Director del Carnegie Amazon Mercury Project de la Institución Carnegie en Stanford University.

## SOCIOS DE INVESTIGACIÓN

Sociedad Zoológica de Frankfurt, Perú

Wake Forest School of Medicine

Estación Biológica Cocha Cashu (San Diego Zoo Global)

Parque Nacional del Manu

## CENTRO DE INNOVACIÓN CIENTÍFICA AMAZONICA

El Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCIAS) es una alianza entre la Universidad de Wake Forest y USAID. Fue creado en 2016 con el objetivo de generar capacidad científica para identificar, recuperar y mitigar las amenazas a los ecosistemas, la biodiversidad y la salud en Madre de Dios. CINCIAS apunta a fortalecer la capacidad de investigación y mejorar la aplicación de los conocimientos científicos.

## RECONOCIMIENTO

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del Pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Wake Forest University y el Centro de Innovación Científica Amazónica. Las opiniones aquí expresadas son las de los autores y no reflejan necesariamente la opinión de USAID ni del Gobierno de los Estados Unidos, ni del resto de instituciones que contribuyeron con la impresión de esta publicación.

## AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento para las comunidades Matsigenkas del PNM: Tsirerishi (Maizal), Sarigueminiki (Cacaotal) y Yomibato que aceptaron participar en el estudio. También agradecemos el apoyo de SERNANP, FENAMAD, Ministerio de Cultura, Dirección Regional de Salud de Madre de Dios, al equipo de CINCIAS y en especial a Jesús Alférez y Martín Pillaca por su apoyo en la recolección de muestras y procesamiento de mapas.

**Cita sugerida:** Vega C.M, Araujo-Flores J, Mujica O, Farfán J, Torres M, Ascorra C, Silman M, Fernández L.E. (2020) *Mercurio en el Parque Nacional del Manu, Exposición a mercurio ambiental en comunidades Matsigenkas*. (Resumen de Investigación CINCIAS # 6) Puerto Maldonado, Peru: Centro de Innovación Científica Amazónica.

## CINCIAS | CENTRO DE INNOVACIÓN CIENTÍFICA AMAZÓNICA con el apoyo de:



Copyright 2020 Centro de Innovación Científica Amazónica. Este trabajo está licenciado bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivative 4.0. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>