



Investigación de los niveles de mercurio en el cabello de mujeres en edad fértil en 9 países



Un proyecto piloto de la sociedad civil



Informe preparado por:
Michael T. Bender, MS, Director
Mercury Policy Project (MPP), un proyecto de The Tides Center
1420 North St.
Montpelier, Vermont, EE.UU.
www.mercurypolicy.org

Análisis técnico producido por:
Dr. Lynda M. Knobeloch,
consultora de toxicología y política de salud pública,
Mount Dora, Florida, EE.UU.

Para

Grupo de Trabajo Mercurio Zero (ZMWG)
c/o European Environmental Bureau (EEB)
34, Boulevard de Waterloo
B-1000, Bruselas,
Bélgica
www.zeromercury.org

Edición en castellano:

Ecologistas en Acción
Marqués de Leganés 12 - 28004 Madrid
Teléfono: +34-91-531 27 39
<http://www.ecologistasenaccion.org>

Traducido por Itziar Santín, miembro de Traductoras/es en Acción, la red de traductoras/es e intérpretes voluntarios/as de Ecologistas en Acción.

Octubre 2013



AGRADECIMIENTOS

Mercury Policy Project, la Oficina Europea del Medio Ambiente y el Grupo de Trabajo Mercurio Zero (MPP, OEAM, ZMWG) agradecen el apoyo financiero de The Garfield Foundation, de la Sills Family Foundation (por apoyo general) y del Gobierno Alemán, y la ayuda pública para la cooperación para el desarrollo concedida por Suecia a través de la Sociedad Sueca para la Conservación de la Naturaleza (SSNC) (por apoyo general, diseño y edición), pero ninguno de los arriba mencionados es responsable de ningún uso que pueda hacerse de la información aquí contenida. Toda la responsabilidad del contenido yace en el Mercury Policy Project, la Oficina Europea del Medio Ambiente y el Grupo de Trabajo Mercurio Zero (MPP, OEAM, ZMWG).

Fotos: Portada Ginny Warner, páginas 2 y 5 www.sxc.hu, páginas 6, 8 y 20 Hemsing Hurrinag, Pesticide Action Network, Mauricio. Página 12, Dr. Shahriar Hossain, ecologista, periodista y defensor de la justicia social, Daca, Bangladés; página 13 Dominique Bally KPOKRO, MSc., Jefe del Dpto. de Química, Biodiversidad y Salud de Jeunes Volontaires pour l'Environnement, Costa de Marfil, página 14 Mohamed Aly.

Revisores incluidos: profesor Philippe Grandjean, Maryland, University of Southern Denmark; Peter Maxson, Director, Concorde East/West, Bruselas, Bélgica; Profesor Lars Hylander, Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas; Edward Groth III de Pelham, Nueva York, EE.UU.; Susan Keane, Consejo para la Defensa de Recursos Naturales, Washington, D. C., EE.UU. y Elena Lymberidi-Settimo, Agencia Europea del Medio Ambiente, Bélgica, Bruselas; Dra. Lynda M. Knobeloch, consultora de toxicología y política de salud pública, Mount Dora, Florida, EE.UU.

Los análisis de mercurio se llevaron a cabo en el Departamento de Medicina Medioambiental de la University of Southern Denmark, en calidad de un proyecto de estudiantes con Ranja Bjerring como técnico responsable y bajo la supervisión del profesor Philippe Grandjean, Doctor en Medicina.

El protocolo del muestreo de cabello del Anexo A lo proveyó la Alianza para la Salud y el Medio Ambiente (HEAL) de Bruselas, Bélgica.

Diseño gráfico: Rebecca Lagunsad / Ban Toxics! Filipinas

Las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que participaron en el proyecto fueron:

- Armenian Women for Health and Healthy Environment (Armenia);
- Center for Public Health and Environmental Development (Nepal);
- Citizens Against Chemicals Pollution (Japón);
- Ecologistas en Acción (España);
- Environment and Social Development Organization (Bangladés);
- GroundWork (Sudáfrica);
- Jeunes Volontaires pour l'Environnement (Costa de Marfil);
- Pesticide Action Network (Mauricio); y
- Toxics Link (India).



Foto: www.sxc.hu



ÍNDICE

Índice.....	4
Resumen ejecutivo.....	5
1. Introducción.....	7
2. Antecedentes.....	8
3. Metodología.....	10
4. Resultados.....	13
5. Exposición.....	14
6. Conclusiones y recomendaciones.....	16
Anexo A: Protocolo de muestreo de cabello.....	17
Anexo B: Borrador del anuncio del evento para mujeres en edad fértil.....	19
Anexo C: Formulario de consentimiento informado.....	20
Anexo D: Resultados del análisis de mercurio en el cabello, por país.....	21
Notas.....	25



RESUMEN

El Convenio de Minamata sobre el Mercurio resalta la necesidad global de tomar medidas adicionales concretas para determinar y reducir mejor la exposición humana al mercurio. Concretamente, se requieren programas de biomonitorización para medir los niveles de mercurio en las personas, así como en el pescado ingerido habitualmente. Iniciativas de ese tipo proporcionarán la información necesaria para desarrollar y monitorizar estrategias efectivas para reducir la exposición al mercurio, como advertencias nacionales sobre el consumo de pescado y restricciones en la producción, el uso, el comercio y la emisión de mercurio en el medio ambiente. La biomonitorización también puede utilizarse como un mecanismo para evaluar el progreso del Convenio en lo que respecta a la reducción de la exposición humana al mercurio a lo largo del tiempo.

La mayor parte de los estudios sobre la exposición se han realizado en países desarrollados, pero se sabe mucho menos sobre las exposiciones en otras regiones del mundo. Para mejorar el entendimiento internacional del alcance de la contaminación del mercurio y de su impacto en la salud y el desarrollo humanos, es imprescindible expandir la capacidad de evaluar las variaciones globales de exposición entre las personas. El análisis del cabello es un método bien documentado que puede utilizarse para evaluar la exposición reciente al metilmercurio, la forma orgánica del mercurio que contamina el pescado. Se trata también de un proyecto de evaluación de la exposición que se presta bien a la participación de la ciudadanía.

Este estudio realizó dos hallazgos importantes. En primer lugar, organizaciones no gubernamentales de nueve países dirigieron voluntariamente y con éxito este proyecto piloto para evaluar la exposición al mercurio y despertar la conciencia para reducirla, a pesar de que contaba con apoyo limitado y sus servicios de pruebas técnicas y de laboratorio eran donados. Este proyecto demuestra claramente la capacidad de los grupos de la sociedad civil de todas partes para dirigir proyectos similares en el futuro, especialmente a la luz del acceso y las relaciones especiales de los grupos de la sociedad civil con las comunidades de culturas muy diferentes de todo el planeta.

En segundo lugar, aunque no es sorprendente que las concentraciones de mercurio en el cabello varíen ampliamente de un país o comunidad a otras, nuestros hallazgos identificaron un número significativo de individuales con niveles de exposición al mercurio lo bastante altos para ser un síntoma de riesgo de efectos adversos, especialmente para un feto en desarrollo. Los niveles de exposición tan altos están asociados típicamente al consumo frecuente de los tipos de pescado y marisco que tienden a contener una elevada contaminación de mercurio.

Específicamente, nuestro estudio halló que las concentraciones de mercurio en el cabello oscilaban entre 0.01 y 8.05 microgramos por gramo ($\mu\text{g/g}$) (la mediana fue 0.44 $\mu\text{g/g}$) entre individuos en los 9 países analizados, y que eran más altos en las muestras procedentes de mujeres en edad fértil en España y en Japón. Los resultados del estudio también muestran que, entre las mujeres en edad fértil de varios países, en general, casi un cuarto (24 %) de las muestras excedieron la ampliamente reconocida directriz de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de 1 $\mu\text{g/g}$.

Además, en 4 de los 9 países, un alto porcentaje (definido como más del 20 %) de todas las muestras de mujeres en edad fértil rebasaron ese umbral, concretamente:

- 71 % de las analizadas en Japón;
- 64 % de las analizadas en España;
- 36 % de las analizadas en Mauricio; y
- 23 % de las analizadas en Costa de Marfil.



Toma de muestras de cabello en el Centro de Bienestar Social La Chaux, Mahébourg, Mauricio, 11 de junio de 2013

Basándose en los hallazgos del informe, el Grupo de Trabajo Mercurio Zero realiza las siguientes valoraciones y recomendaciones:

1. La directriz de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), adoptada en 2001, tiene como objetivo prevenir retrasos sutiles en el desarrollo que se han vinculado a la exposición prenatal al metilmercurio. Sin embargo, las pruebas científicas recientes sugieren que los efectos adversos en el desarrollo fetal pueden ocurrir en niveles inferiores a la directriz actual. De ser así, los hallazgos de nuestro estudio pueden subestimar el porcentaje de mujeres de esta muestra con concentraciones preocupantes de mercurio en el cabello.
2. Dado que se pueden tardar varios años en actualizar las directrices de exposición existentes para que reflejen el cuerpo cambiante de las pruebas epidemiológicas, está justificado un grado extraordinario de precaución respecto a la exposición prenatal al metilmercurio, lo que incrementa la urgencia del objetivo del Convenio de reducir las emisiones antropogénicas de mercurio. Estos hechos deberían obligar a los países a ratificar el Convenio pronto y para 2015 si es posible, y a tomar medidas para reducir inmediatamente la exposición humana al mercurio.
3. La estrategia primaria a corto plazo para reducir la exposición de las personas al metilmercurio es reducir el consumo frecuente de pescado con concentraciones medias o altas de mercurio. Las mujeres que estén embarazadas o planeando un embarazo deberían incluir pescado en sus dietas, pero también se las debería animar a escoger pescado bajo en mercurio y otros contaminantes.
4. La situación es altamente variable de país a país y parece afectada por múltiples factores, que incluyen (como se enumera en el informe) las cantidades de pescado consumidas, los tipos de pescado consumidos, el acceso a la pesca de litoral, los ingresos familiares y otros. Por lo tanto, los países deberían realizar sus propias evaluaciones de exposición al mercurio y determinar los niveles de exposición humana al mercurio. Los gobiernos deberían medir la concentración de mercurio en el pescado consumido habitualmente y publicar advertencias, especialmente para proteger a las mujeres en edad fértil, a los niños y a quienes ingieren grandes cantidades de pescado.
5. Las organizaciones de la sociedad civil pueden jugar un papel crucial en lo que respecta a ayudar a identificar las poblaciones de riesgo y fomentar la conciencia para reducir la exposición al mercurio. Por eso, se recomienda alentar a los grupos de la sociedad civil de todos los lugares para que lleven a cabo proyectos similares, especialmente a la luz del acceso especial de los grupos de la sociedad civil a comunidades de culturas muy diferentes por todo el planeta.

6. Los análisis de mercurio en el cabello de humanos pueden proveer un marcador biológico útil para la exposición al mercurio. Por lo tanto, se recomienda que el nuevo Convenio y la parte interna del Comité Intergubernamental de Negociación que preceda a su ratificación trabajen en estrecha colaboración con la Organización Mundial de la Salud para construir una base de datos global de los niveles de mercurio en el cabello humano en países de todo el mundo que se utilice como punto de referencia para evaluar el progreso en la reducción de la exposición humana al mercurio a lo largo del tiempo.



Casi todos los pescados y mariscos contienen cierta cantidad de mercurio y de componentes relacionados, sustancias químicas que el Estado de California sabe provocan cáncer y malformaciones congénitas u otros daños reproductivos. Algunos peces contienen niveles más altos que otros.

Las mujeres embarazadas y lactantes, las mujeres que pueden quedarse embarazadas y los niños pequeños no deberían ingerir los siguientes pescados:

PEZ ESPADA · TIBURÓN · CABALLA · BLANQUILLO

También deberían limitar el consumo de otros pescados, incluido el atún.

El **pescado** y el **marisco** son una parte importante de una dieta sana y una fuente de nutrientes esenciales. No obstante, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) y la Agencia de Protección Ambiental de EE UU (EPA) aconseja a las mujeres embarazadas y lactantes, a las mujeres que pueden quedarse embarazadas y a los niños que limiten su consumo semanal de pescado y que ingieran los pescados que son más bajos en mercurio.

Según la FDA y la EPA, los pescados y mariscos que tienden a ser más bajos en mercurio incluyen el abadejo, la gamba y la vieira. Los niveles de mercurio en el atún varían. Los filetes de atún y el atún blanco enlatado tienen niveles más altos de mercurio que el atún claro enlatado.

Para más información sobre los riesgos del mercurio en el pescado y sobre los niveles en varios tipos de pescado, consulte los siguientes sitios web: Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) www.cdsan.fda.gov Agencia de Protección Ambiental www.epa.gov/ostfish

El Departamento de Servicios de Salud de California les recomienda:
- ingerir una variedad de diferentes tipos de pescado;
- ingerir peces pequeños en lugar de peces más viejos y grandes;
- comenzar a seguir estas directrices un año antes de quedarse embarazadas.

o llame al teléfono gratuito de la FDA: 1-888-SAFEFOOD (1-888-723-3366).

Del Estado de California, EE UU

1. INTRODUCCIÓN

La adopción del nuevo Convenio de Minamata sobre el Mercurio ha recalado la necesidad mundial de desarrollar capacidades de biomonitorización que puedan dirigir los esfuerzos para reducir la exposición humana al mercurio. Concretamente, la biomonitorización es necesaria para evaluar los niveles de mercurio en las personas y en los pescados consumidos con más frecuencia para permitir que los países desarrollen advertencias sobre el mercurio e implementen estrategias efectivas de comunicación del riesgo para reducir la exposición humana. La biomonitorización también puede utilizarse para evaluar el progreso del Convenio en lo que respecta a la reducción de los niveles de exposición a lo largo del tiempo.

Como la mayoría de los estudios de la exposición humana al mercurio se han llevado a cabo en países desarrollados y se sabe menos sobre los niveles de exposición en otras regiones, uno de los objetivos clave de este estudio es evaluar las variaciones globales de la exposición del mercurio en mujeres en edad fértil mediante el análisis de muestras de cabello. En la monitorización biológica, se ha utilizado el cabello como indicador de la exposición ambiental y este tipo de proyectos para evaluar la exposición se presta bien a la participación ciudadana.

El análisis del cabello es un método bien documentado y relativamente barato que puede utilizarse para evaluar la exposición reciente al mercurio, incluyendo el metilmercurio. Aunque los resultados de nuestro estudio son ampliamente variables, los hallazgos identifican individuos que presentan niveles preocupantes de exposición al metilmercurio debido al consumo frecuente de pescado y marisco contaminado por el mercurio.

La medición de las concentraciones de mercurio en el cabello es un análisis común en muchos laboratorios de investigación, sobre todo en países desarrollados. Sin embargo, con una única inversión de 30 000 \$ (USD) para un equipo especializado de pruebas, una báscula para pesar la muestra, personal cualificado y un pequeño gasto operativo, una agencia gubernamental o un centro de salud pueden tener la capacidad de analizar hasta 50 muestras de cabello al día. En su defecto, se pueden enviar las muestras a un laboratorio acreditado para el análisis de mercurio con un coste tan bajo como 20 \$ (USD) por muestra, aunque en algunos casos (como este proyecto) la prueba fue donada generosamente.

El objetivo primario de este proyecto era mostrar la viabilidad de analizar muestras de cabello en culturas muy diferentes de todo el mundo y evaluar la capacidad de la sociedad civil para dirigir dicho muestreo responsable y creíblemente. Esta investigación es necesaria en múltiples puntos clave para el mercurio localizados en todo el mundo, especialmente donde se consume frecuentemente pescado con niveles medios o altos de mercurio, para determinar los niveles de exposición actuales (y futuros), evaluar los cambios a lo largo del tiempo y fomentar la reducción de la exposición y los esfuerzos de prevención enfocados a:

- poblaciones en riesgo de exposición debido a fuentes locales de contaminación,
- poblaciones costeras,
- pueblos indígenas,
- comunidades pesqueras y
- otros grandes consumidores de pescado.

En la sección de metodología del informe y en los anexos se presentan instrucciones para llevar a cabo la prueba de mercurio en el cabello e informar a los participantes y al público en general sobre los hallazgos y sobre cualquier riesgo de salud resultante de los riesgos de exposición.

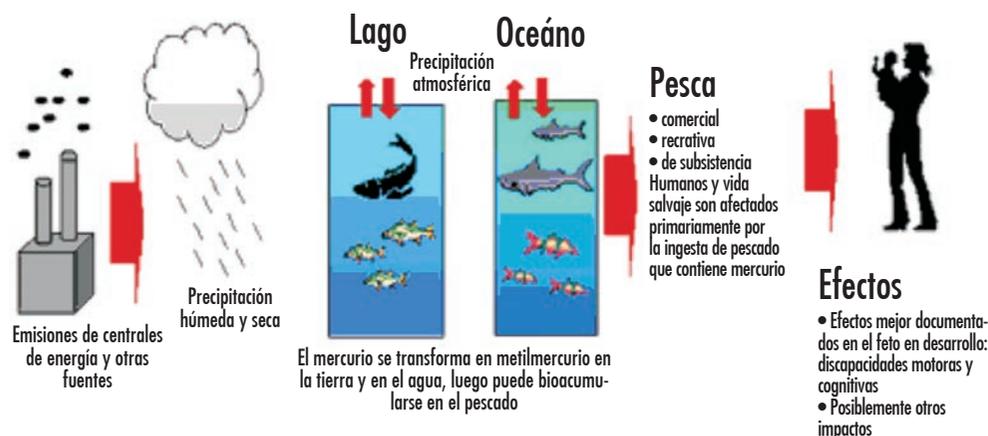


Toma de muestras de cabello en el Centro de Bienestar Social La Chaux, Mahebourg, Mauricio, 11 de junio de 2013

2. ANTECEDENTES

El mercurio es una neurotoxina que presenta un riesgo de salud debido a su propagación global, persistencia, toxicidad y naturaleza bioacumulativa y constituye un problema incluso en lugares remotos como el Ártico. A pesar de las medidas implementadas para reducir las emisiones, la polución antropogénica de mercurio derivada de emisiones históricas y en curso continúa desarrollándose y se prevé que persistirá en el medio ambiente durante décadas, lo que hace necesario emprender acciones adicionales para proteger la salud humana en el futuro predecible. La principal ruta (no profesional) de exposición al metilmercurio de los humanos es a través del consumo de pescados que resultan contaminados mediante la red de la comida acuática, como muestra el siguiente diagrama de flujo en la siguiente figuraⁱⁱ

Figura 1. Cómo entra el mercurio en el medio ambiente.



El riesgo de efectos adversos para salud derivados de exposiciones al metilmercurio in utero está bien documentado y aumenta a medida que crece la exposición materna. Los estudios han asociado la exposición prenatal al metilmercurio con discapacidades en el desarrollo de las funciones sensoriales, motoras y cognitivas de los niños, que resultan en dificultades de aprendizaje, mala coordinación e incapacidad para concentrarse. La importancia de las funciones cerebrales implica que es probable que incluso un pequeño déficit, ya se mida como una disminución del CI o de otra manera, afecte a la calidad de vida, al éxito académico y a las posibilidades económicas de un individuo. Las exposiciones de los adultos también se han relacionado con unas tasas mayores de enfermedades cardiovasculares^{vii}.

Los niños y los adultos que consumen frecuentemente platos de pescado contaminado con mercurio han experimentado efectos adversos en los procesos mentales y en la coordinación neuromuscular^{viii}. Según la Organización Mundial de la Salud, esto incluye a:

“...las personas expuestas regularmente (exposición crónica) a niveles altos de mercurio (como las poblaciones que dependen de la pesca de subsistencia o las personas que están expuestas profesionalmente). Entre las poblaciones que realizan pesca de subsistencia que fueron seleccionadas, entre 1.5/1000 y 17/1000 niños mostraron discapacidad cognitiva (retraso mental leve) causada por el consumo de pescado que contenía mercurio. Estas incluían poblaciones en Brasil, Canadá, China, Colombia y Groenlandia^{ix}.”

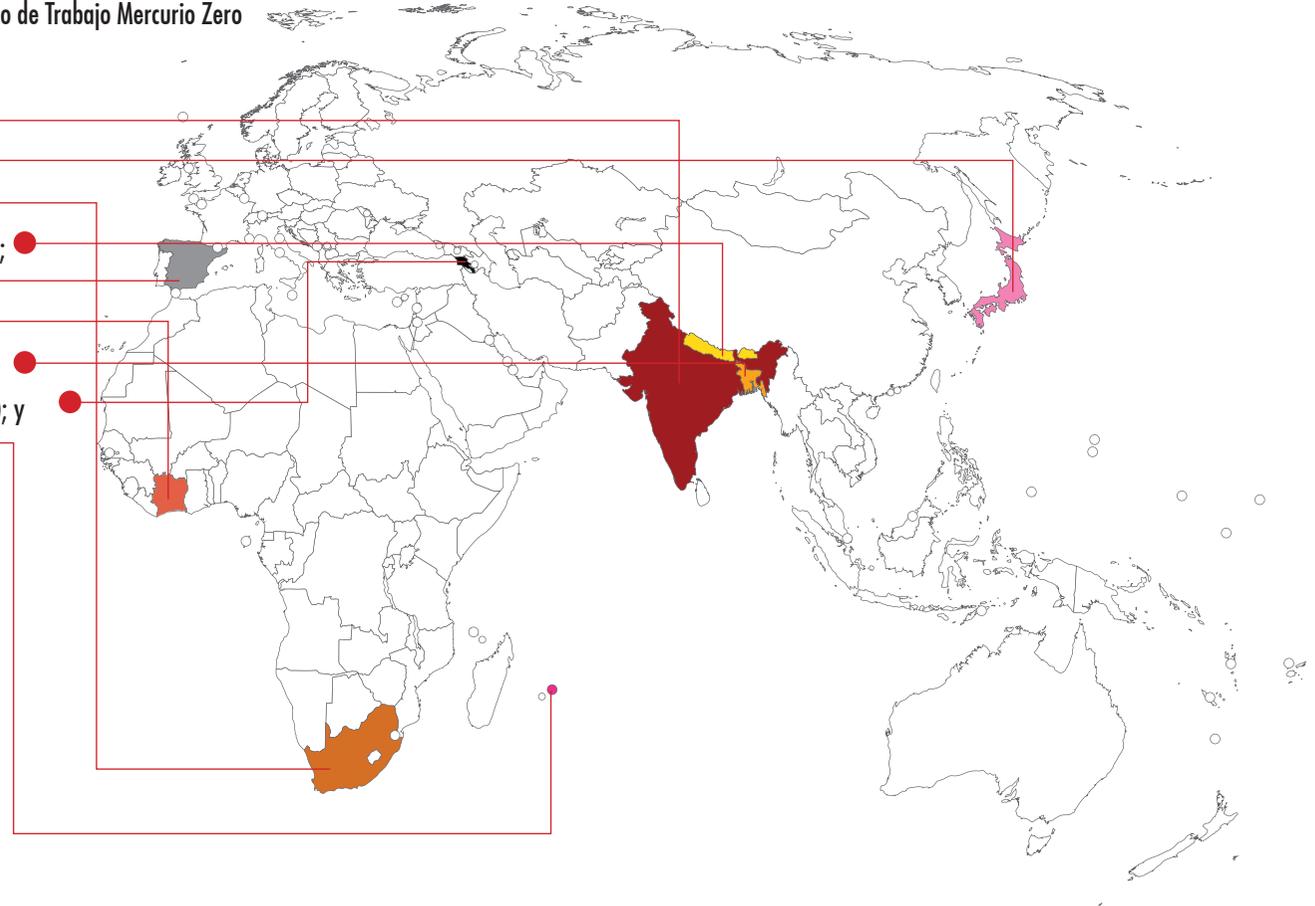
Los desafíos que el metilmercurio del pescado plantea a la salud pública son complejos. Si bien el consumo de pescado provee importantes beneficios nutricionales, el riesgo que plantean las concentraciones de mercurio más altas de algunas especies es innegable. En función de la edad, dieta y hábitat de las especies de pescado, sus niveles de mercurio pueden variar hasta 100 veces. Aproximadamente el 70 por ciento del pescado capturado comercialmente y que se consume en Estados Unidos que es analizado y una fracción similar estimada en otras partes del mundo^x contiene niveles relativamente bajos de mercurio. Los pescados de larga vida, los depredadores más grandes como el atún, el pez espada, el tiburón, la caballa, el lucio, la lucioperca americana, la barracuda, el sable, el blanquillo, el reloj anaranjado y el marlín normalmente tienen concentraciones más altas^{xi}.

3. METODOLOGÍA

La selección de países para el muestreo de los niveles de mercurio en el cabello solo se basó en la presencia y la disposición de organizaciones no gubernamentales (ONG) de la sociedad civil a participar en el estudio. Las mujeres en edad fértil dispuestas a donar voluntariamente muestras de cabello fueron reclutadas por ONG de interés público con experiencia de trabajo en asuntos sociales y medioambientales en sus países. Entre las ONG participantes, que también están afiliadas al Grupo de Trabajo Mercurio Zero (ZMWG), se encontraron los siguientes grupos:

1. Toxics Link (India);
2. Citizens Against Chemicals Pollution (Japón);
3. GroundWork (Sudáfrica);
4. Center for Public Health and Environmental Development (Nepal);
5. Ecologistas en Acción (España);
6. Jeunes Volontaires pour l'Environnement (Costa de Marfil)
7. Environment and Social Development Organization (Bangladés);
8. Armenian Women for Health and Healthy Environment (Armenia); y
9. Pesticide Action Network (Mauricio).

Los centros de muestreo se dispersaron ampliamente por el mundo; los números del mapa corresponden al país de la lista de las ONG de la lista arriba.



Se proveyó a las ONG con un resumen y las bases del proyecto, y luego se les presentó el protocolo de muestreo de cabello (ver Anexo A). Las ONG dispusieron de un período de 3 meses a mediados de 2013 para recoger muestras de cabello y se les pidió que trataran de localizar mujeres en edad fértil (entre 18 y 49 años) que comieran pescado con frecuencia y que estuvieran dispuestas a ofrecerse como voluntarias para participar. Subsecuentemente, algunas ONG (pero no todas) albergaron un evento de comunidad y distribuyeron un anuncio (ver plantilla del anuncio en Anexo B) para divulgarlo con antelación.

Antes de recoger muestras de cabello, al representante de la ONG responsable se le pedía que explicara a las participantes interesadas el propósito del proyecto de analizar el mercurio del cabello y también que verificara que las participantes entendían el proyecto, que su participación era voluntaria y que toda la información sería estrictamente confidencial. Antes de proceder, se solicitaba que las participantes firmaran dos formularios de consentimiento informado (ver Anexo C) en los que se mostraban de acuerdo a donar al proyecto una muestra de cabello. Uno de los formularios se entregaba a la participante y el otro lo conservaba la ONG.

Además, se pidió a las participantes que respondieran a la pregunta de cuánto pescado consumían a la semana durante un período de tres meses, y la respuesta documentada y la muestra de cabello codificada se empaquetaron subsecuentemente para ser enviadas al laboratorio. Se informó a las participantes de que, una vez analizada, su muestra de cabello sería destruida y de que les entregarían los resultados de su prueba de mercurio en el cabello una vez el proyecto se hubiera completado.



Figura 3. Proyecto de muestreo de cabello en Bangladés por Environment and Social Development Organization.

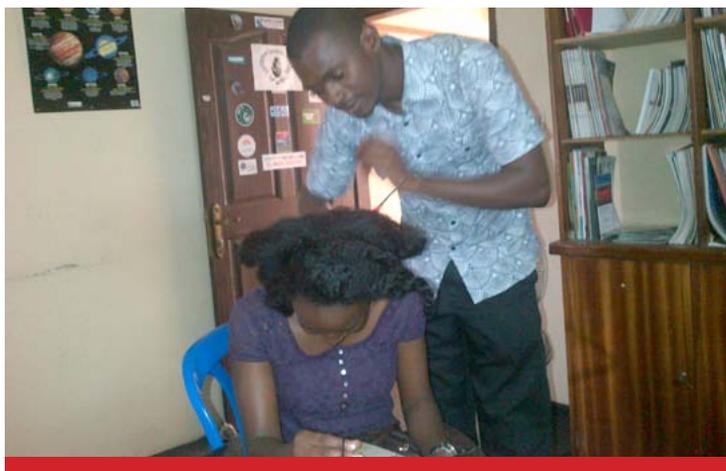


Figura 4. Proyecto de muestreo de cabello en Costa de Marfil por Jeunes Volontaires pour l'Environnement

Se recopilaron muestras de cabello, junto con información sobre la edad y la ingesta de pescado, de 220 mujeres cuya edad oscilaba entre los 17 y los 53 años. La variación de la selección de participantes de las ONG se explica en la Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización de las participantes y su entorno

País	Selección de participantes	Descripción del entorno en el que viven las participantes	Otra información
Bangladés	Muestras recogidas de tres reuniones de la comunidad	Población urbana y población rural	Muestras de 3 lugares diferentes
India	Individuos seleccionados al azar	Población urbana	Muestras de 3 lugares diferentes
Costa de Marfil	Individuos solicitados de la lista de la ONG	Población urbana que vive en la costa	Muestras de una ciudad
Japón	Individuos a los que CAPC solicitó se presentaran voluntarios	General en Japón	
Mauricio	Muestras recogidas de dos reuniones de la comunidad	Aldeanas que viven en la costa	Muestras de 2 lugares diferentes
Nepal	Muestras recogidas de reuniones de grupo, individuos	Población urbana	Muestras de 1 lugar
Sudáfrica	Muestras recogidas de individuos	La mayoría era población urbana	Muestras de varios lugares
España	Muestras recogidas de alumnas de una profesora y de las amigas de su hija	Población urbana y rural	Muestras de 1 lugar

Por lo general, hubo un alto nivel de interés en la participación, y en algunos casos las mujeres preguntaron si también se podía analizar a sus hijas. De las mujeres abordadas, la tasa de participación osciló entre el 80 % y el 95 %.

Las muestras de cabello se enviaron al laboratorio de medicina ambiental de la University of Southern Denmark, donde se efectuó la prueba. El protocolo que utilizó el laboratorio fue el siguiente:

“De las muestras de cabello, se cortaron segmentos de los 2 cm más cercanos a la raíz (lo que representa la exposición en los meses recientes) con tijeras de laboratorio y se colocaron en una microbalanza. Se necesitaron muestras de aproximadamente 20 mg para realizar un análisis exacto de mercurio. Tras disolverlas en ácido nítrico, se llevó a cabo la medición de mercurio mediante la amalgama de vapor de mercurio en un filtro de oro, seguida por una detección de absorción atómica. En todas las series analíticas se incluyeron muestras en blanco, estándares y materiales de referencia”^{xiv}.

4. RESULTADOS

Las concentraciones de mercurio en el cabello oscilaron entre 0.01 a 8.05 microgramos por gramo ($\mu\text{g/g}$) (la mediana fue 0.44 $\mu\text{g/g}$) en todos los países analizados (ver resultados por país en Anexo D). Las concentraciones de mercurio en el cabello y la ingesta de pescado por país están resumidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Resumen de la concentración de mercurio en el cabello e ingesta de pescado por país de 220 mujeres en edad fértil.

País	N	Media	Mediana	Mín.	Máx.	% de resultados > 1 $\mu\text{g/g}$	Edad media	Nº medio de platos de pescado a la semana
Armenia	25	0.08	0.06	0.01	0.37	0	33.9	1.4
Bangladés	40	0.45	0.36	0.16	2.12	5	27.2	2.9
India	23	0.23	0.13	0.03	0.97	0	30.9	3.2
Costa de Marfil	26	0.90	0.68	0.22	3.20	23	28.4	SR
Japón	24	1.66	1.37	0.60	4.11	71	33.1	2.7
Mauricio	25	1.10	0.76	0.19	8.05	36	34.2	1.6
Nepal	20	0.30	0.25	0.11	1.00	0	28.9	0.4
Sudáfrica	9	0.37	0.32	0.11	0.98	0	28.7	1.3
España	28	1.70	1.45	0.31	6.38	64	37.4	6.7
Total	220	0.78	0.44	0.01	8.05	24	31.4	2.8*

*N = 194



En general, la ingesta de pescado se determinó como el número medio de menús con pescado consumidos a la semana. No obstante, las mujeres de Costa de Marfil informaron sobre el número de horas o días que habían transcurrido desde su último menú con pescado. Dado que este dato no podía convertirse de manera fidedigna en unidades de raciones/semana, no los incluimos en la comparación de la ingesta de pescado con la edad de las mujeres o las concentraciones de mercurio en el cabello.

5. EXPOSICIÓN

El consumo de pescado y la ingesta de mercurio se asociaron con una seguridad significativa con mercurio en el cabello. De las 220 mujeres que participaron en este estudio, el 24 % tenía un nivel de mercurio en el cabello que sobrepasaba el nivel de la directriz de 1 µg/g establecida por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Dicha directriz corresponde aproximadamente a la dosis de referencia de la EPA y tiene como objetivo proteger contra los efectos neurotóxicos prenatales del metilmercurio^{xv}.

Lo más preocupante fueron los resultados de dos individuos de dos países diferentes, con concentraciones de mercurio en el cabello superiores a 5 ppm; uno de los casos es de España y el otro, de Mauricio.

En 4 de los 9 países, un porcentaje significativo (definido como más del 20 %) de las muestras de cabello de mujeres en edad fértil superaron la directriz de 1 µg/g de la EPA, lo que incluye:

- el 71 % de las analizadas en Japón;
- el 64 % de las analizadas en España;
- el 36 % de las analizadas en Mauricio; y
- el 23 % de las analizadas en Costa de Marfil.

Las concentraciones de mercurio fueron más altas en los países más ricos. También es digno de atención que, mientras que el número medio de platos a la semana en España fue más del doble de los consumidos en Japón, los niveles del mercurio en el cabello de un porcentaje mayor de mujeres japonesas superaron la directriz de la EPA. Esto sugiere que las concentraciones de mercurio del pescado consumido en Japón pueden, en promedio, ser más altas que las del pescado consumido en España.

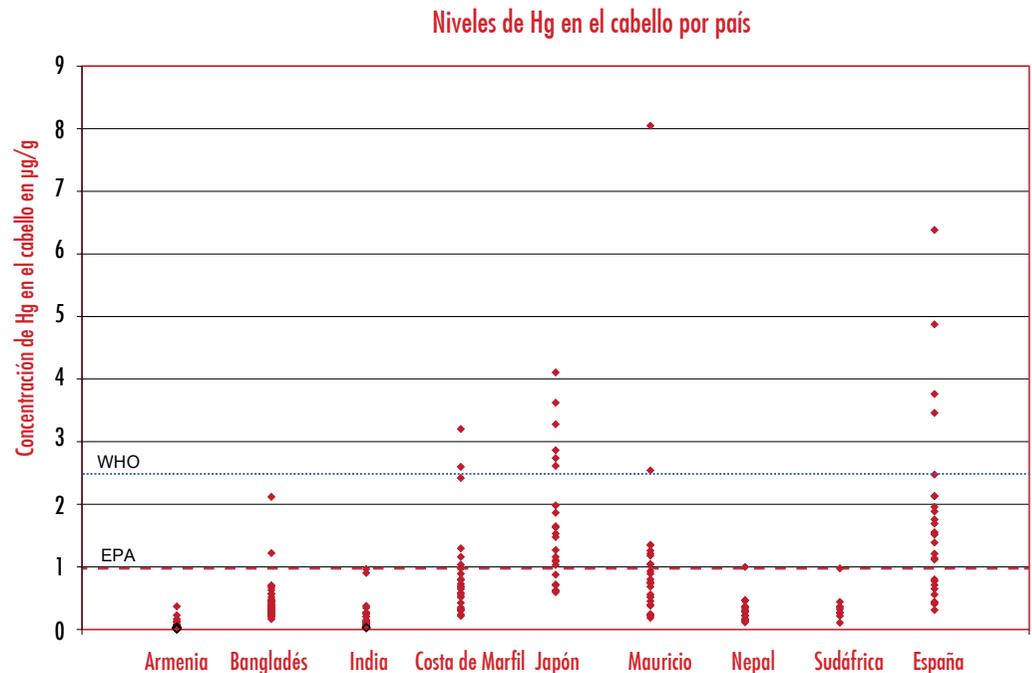


Figura 4. Diagrama de dispersión de los niveles de mercurio en el cabello por país de residencia. El valor de la directriz de la EPA, de 1 µg/g, se muestra en rojo, mientras que el valor de la directriz de la OMS, de 2.5 µg/g, se muestra en azul. El 24 % y el 7 % de los niveles de mercurio en el cabello excedieron las directrices de la EPA y de la OMS, respectivamente.

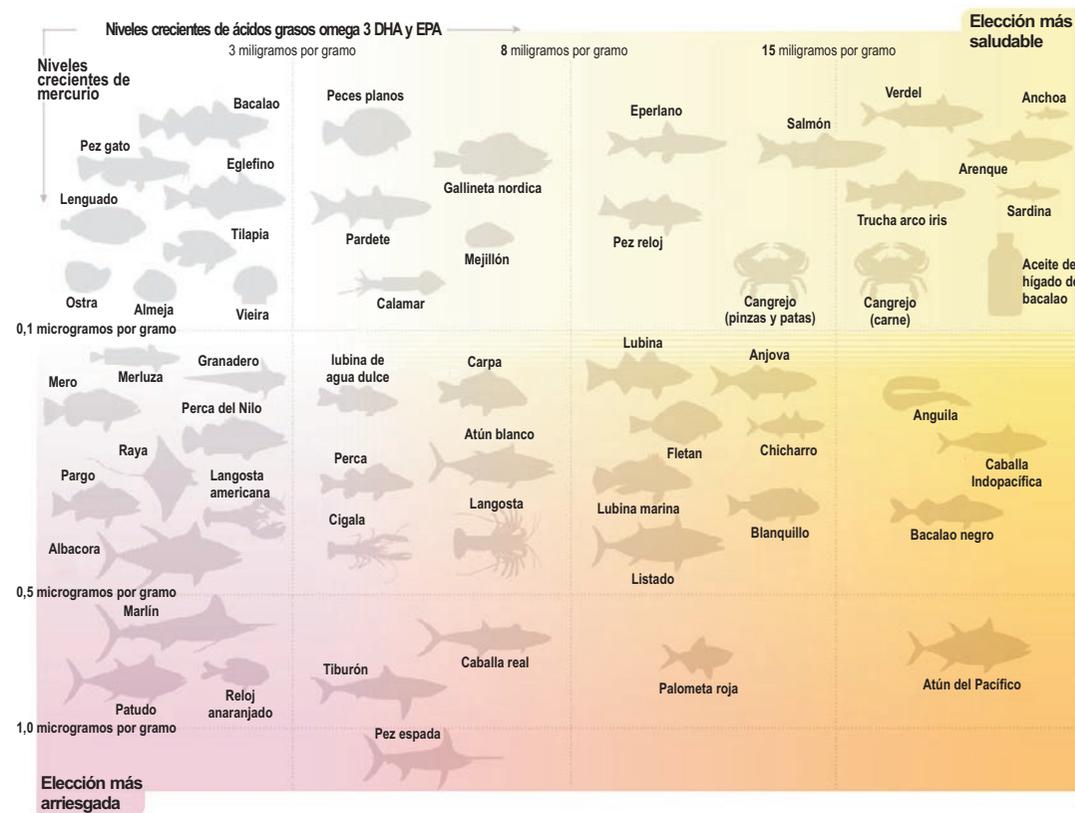
El número de muestras que sobrepasaron la directriz de la EPA también fue significativo en dos países africanos analizados: Mauricio y Costa de Marfil. Dado que estos dos países, junto con España y Japón, tienen largas áreas costeras, esto también podría ser un factor que explique el alto índice de casos que exceden el porcentaje de la directriz, debido a la proximidad de especies de hábitat marino que podrían tener concentraciones más altas de mercurio.

En contraste, los niveles de mercurio fueron mucho más bajos y las muestras por encima de la directriz fueron raras en países menos ricos como Bangladés, Armenia, India y Nepal. Estas diferencias no se explican completamente mediante la ingesta de pescado declarada/que los individuos declararon. Por ejemplo, las mujeres cuyo cabello se analizó en Bangladés y Japón notificaron aproximadamente la misma ingesta semanal media de pescado, pero tenían niveles muy diferentes de mercurio en el cabello, lo que sugiere que o bien el contenido de mercurio del pescado ingerido en Bangladés era más bajo o que la cantidad de pescado ingerido en cada menú era menor allí. Un posible nivel más bajo del contenido de mercurio en el pescado ingerido podría deberse a las diferentes especies consumidas, como más especies depredadoras en países con niveles más altos de mercurio en el cabello, o a un contenido más bajo de mercurio en la misma especie que proviene de diferente origen geográfico.

Aunque el estudio no buscaba información sobre especies específicas de pescado, otra explicación posible de los niveles de exposición más bajos podría ser la probabilidad de una ingesta más frecuente de pescados de agua dulce menos caros en oposición a los mariscos importados (principalmente congelados) en Armenia y tal vez en otros países. Esto también sería coherente con los hallazgos de Mahaffey y cols. en 2008, que mostraban que los niveles elevados de mercurio en la sangre "ocurrían más comúnmente entre mujeres en edad fértil (~una de seis) que vivían en áreas costeras de Estados Unidos" y que "las mujeres asiáticas y las mujeres con ingresos más altos ingerían más pescado y tenían niveles más altos de mercurio en la sangre"^{xvi}.

Nuestros hallazgos deberían interpretarse con cautela debido al limitado tamaño de la muestra y a que las naciones y mujeres que participaron en este estudio no fueron seleccionadas al azar para ser representativas de una región geográfica o población. A pesar de estos puntos débiles, nuestros resultados sugieren que la exposición al metilmercurio, la forma primaria del mercurio en el cabello, es relativamente común en muchas partes del mundo.

Pescado y marisco: la decisión es suya



FUENTE: COLECTIVO FAU/UMS: EXPERT CONSULTATION ON THE RISKS AND BENEFITS OF FISH CONSUMPTION. Washington Post, publicado el 2 de abril de 2012

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión, el Grupo de Trabajo Mercurio Zero realiza las siguientes valoraciones y recomendaciones:

1. La directriz de la EPA, adoptada en 2001, tiene como objetivo prevenir retrasos sutiles en el desarrollo que se han vinculado con la exposición prenatal al metilmercurio. Sin embargo, las pruebas científicas recientes sugieren que los efectos adversos en el desarrollo fetal pueden ocurrir en niveles inferiores a la directriz actual. De ser así, los hallazgos de nuestro estudio pueden subestimar el porcentaje de mujeres en esta muestra con concentraciones preocupantes de mercurio en el cabello.

2. Dado que se puede tardar varios años en actualizar las directrices de exposición existentes para que reflejen el cuerpo cambiante de pruebas epidemiológicas, está justificado un grado extraordinario de precaución respecto a la exposición prenatal al metilmercurio, lo que incrementa la urgencia del objetivo del Convenio de reducir las emisiones antropogénicas de mercurio. Estos hechos deberían obligar a los países a ratificar el Convenio pronto y para 2015 si es posible, y a tomar medidas para reducir inmediatamente la exposición humana al mercurio.

3. La estrategia primaria a corto plazo para reducir la exposición de las personas al metilmercurio es reducir el consumo frecuente de pescado con concentraciones medias o altas de mercurio. Las mujeres que estén embarazadas o planeando un embarazo deberían incluir pescado en sus dietas, pero también se las debería animar a seleccionar pescado bajo en mercurio y otros contaminantes.

4. La situación es altamente variable de país a país y parece afectada por múltiples factores, que incluyen (como se enumera en el informe) las cantidades de pescado consumidas, los tipos de pescado consumidos, el acceso a la pesca de litoral, los ingresos familiares y otros. Por lo tanto, los países deberían realizar sus propias evaluaciones de exposición al mercurio y determinar los niveles de exposición humana al mercurio. Los gobiernos deberían medir la concentración de mercurio en el pescado consumido habitualmente y publicar advertencias, especialmente para proteger a las mujeres en edad fértil, a los niños y a las personas que ingieren grandes cantidades de pescado.

5. Las organizaciones de la sociedad civil pueden jugar un papel crucial en lo que respecta a ayudar a identificar las poblaciones de riesgo y fomentar la conciencia para reducir la exposición al mercurio. Por eso, se recomienda alentar a los grupos de la sociedad civil de todos los lugares para que lleven a cabo proyectos similares, especialmente a la luz del acceso especial de los grupos de la sociedad civil a comunidades de culturas muy diferentes por todo el planeta.

6. Los análisis de mercurio en el cabello de humanos pueden proveer un marcador biológico útil para la exposición al mercurio. Por lo tanto, se recomienda que el nuevo Convenio y la parte interna del Comité Intergubernamental de Negociación que preceda a su ratificación trabajen en estrecha colaboración con la Organización Mundial de la Salud para construir una base de datos global de los niveles de mercurio en el cabello humano en países de todo el mundo que se utilice como punto de referencia para evaluar el progreso en la reducción de la exposición humana al mercurio a lo largo del tiempo.

ANEXO A*: Protocolo de muestreo de cabello

Por favor, lea detenidamente estas instrucciones antes de empezar y asegúrese de disponer de todos los materiales necesarios.

Para cada muestra de cabello individual, necesitará lo siguiente:

- un sobre pequeño para la muestra de cabello
- un sobre postal grande
- un cuestionario (por favor, no olvide rellenarlo e incluir el número de código)
- dos copias de un formulario de consentimiento (por favor, asegúrese de que la participante firma las dos copias)

Antes de recoger la muestra de cabello, por favor, pida a la participante que:

1. Responda a la pregunta, y que el entrevistador anote la respuesta
2. Firme con su nombre las dos copias del formulario de consentimiento informado; una copia será para la participante y la otra se mantendrá en los archivos de la ONG local
3. Tome una copia de la "hoja de información sobre el mercurio", que incluye su número de código e información sobre cómo ponerse en contacto con la ONG local para recibir su prueba de cabello

Instrucciones para obtener la muestra de cabello



El mejor lugar para retirar cabello (el área menos obvia) estaría en el medio de la nuca. La muestra debería constar de aproximadamente 50 cabellos.

Si la voluntaria tiene el pelo largo, la muestra debería ser de al menos 8 cm de longitud y del tamaño de este cuadrado:

Si la voluntaria tiene el pelo corto, será necesario cortar de un área más amplia, por ejemplo aproximadamente 2 cm de diámetro.

La muestra debería pesar aproximadamente 0.50 gramos.

* Este protocolo lo suministró la Alianza para la Salud y el Medio Ambiente (HEAL), Bruselas, Bélgica

INSTRUCCIONES PASO A PASO

1. Sujete el cabello sin apretar y recójalo hacia la parte superior o lateral de la cabeza con una pinza.
2. Identifique la ubicación y la cantidad de cabello que va cortar; lo ideal es el centro de la nuca, cerca del cuello.
3. Corte la muestra tan cerca del cuero cabelludo como sea posible. Se debería enrollar firmemente un hilo de algodón alrededor de la muestra de cabello cercana al cuero cabelludo, para que los primeros 2-3 cm puedan utilizarse para el análisis. La muestra de cabello es ideal, pues el extremo proximal del cabello (flecha amarilla) es fácil de identificar.
4. Coloque la muestra completa de cabello en un sobre pequeño de papel que tenga un número de código, junto con el cuestionario completado de ese individuo, y coloque ambos dentro de un sobre más grande para enviar por correo.

Por favor, etiquete el sobre con la siguiente información:

Nombre o número del proyecto

Nombre y/o código del sujeto

Fecha del muestreo

Número del muestreo (si es conveniente)

5. Envíe el cuestionario completo y la muestra de cabello codificada al ZMWG y nosotros lo remitiremos al laboratorio.



ANEXO B: Borrador del anuncio del evento para mujeres en edad fértil

Quién: El anfitrión del evento será [ONG local] que haya trabajado para reducir la contaminación y la exposición al mercurio tanto dentro del país como globalmente.

Qué: Se presentará información sobre la exposición al mercurio de niños pequeños y mujeres y sobre los riesgos de salud que conlleva. Las mujeres embarazadas, las madres lactantes y los niños pequeños son quienes tienen mayor riesgo de exposición al mercurio, principalmente por el pescado contaminado con mercurio. El evento proveerá información importante para los padres de niños pequeños y para las mujeres en edad fértil, para buscar el modo de reducir su exposición al mercurio.

Cuándo: [Se anunciará la fecha]

Dónde: [Se anunciará la ubicación del salón de reuniones local]

Por qué: El mercurio representa una amenaza local y globalmente. Aunque el mercurio es liberado por fuentes naturales, las emisiones adicionales de fuentes antropogénicas han provocado aumentos en la precipitación ambiental y en la exposición al mercurio en todo el planeta. Dado que el mercurio está reconocido como sustancia contaminante global, las Naciones Unidas han llegado recientemente a un nuevo acuerdo para reducir la exposición al mercurio internacionalmente. En los próximos años, países de todo el mundo tomarán medidas para reducir la exposición al mercurio, y el evento patrocinado contribuirá a este esfuerzo.



Toma de muestras de cabello en el Centro de Bienestar Social La Chaux, Mahébourg, Mauricio, 11 de junio de 2013

ANEXO C: Formulario de consentimiento informado

Me han explicado este proyecto de análisis de mercurio en el cabello y accedo voluntariamente a participar en él. Concedo permiso para que me corten el cabello y lo analicen en busca de mercurio. Entiendo que los datos del análisis del cabello se mantendrán en el anonimato.

He respondido el cuestionario sobre mi edad y mi consumo de pescado, y he tenido la oportunidad de hacer preguntas y las respuestas han sido satisfactorias.

En el caso de que decida solicitar los resultados del análisis de mercurio en mi cabello, he recibido instrucciones sobre cómo acceder a esa información.

Nombre y apellidos: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Acuse de recibo por la ONG local del formulario de consentimiento firmado:

Nombre: _____

Fecha: _____

Firma: _____

ANEXO D: Resultados del análisis de mercurio en el cabello, por país

País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo	País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo	País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo
Costa de Marfil	1		24	0.24	Costa de Marfil	24		31	1.16	España	73	4	19	1.21
Costa de Marfil	2		26	0.56	Costa de Marfil	25		36	0.35	España	74	8	37	2.48
Costa de Marfil	3		28	2.60	Costa de Marfil	26		33	0.79	España	75	4	35	0.77
Costa de Marfil	4		27	0.67	Costa de Marfil	27		31	0.43	España	76	4	43	4.87
Costa de Marfil	5		35	0.52	Costa de Marfil	28		31	0.70	España	77	4	33	0.44
Costa de Marfil	6		18	0.65	Costa de Marfil	29		30	2.42	España	78	4	35	2.13
Costa de Marfil	7		21	0.98	Costa de Marfil	30		36	0.22	España	79	4	36	1.12
Costa de Marfil	8		23	0.73	España	61	4	43	1.52	España	80	4	45	0.31
Costa de Marfil	9		25	0.52	España	62	8	39	1.54	España	81	12	37	3.46
Costa de Marfil	10		38	0.31	España	63	8	40	0.56	España	82	4	34	0.44
Costa de Marfil	11		43	3.20	España	64	16	37	6.38	España	83	4	18	2.13
Costa de Marfil	12		29	1.00	España	65	16	41	3.76	España	84	4	45	1.76
Costa de Marfil	13		29	0.81	España	66	3	48	0.44	España	85	12	35	1.96
Costa de Marfil	18		17	1.30	España	67	8	38	1.69	España	86	1	49	0.41
Costa de Marfil	19		19	1.04	España	68	8	38	1.14	España	89	8	49	1.55
Costa de Marfil	20		25	0.59	España	69	12	20	0.65	España	90	8	43	1.88
Costa de Marfil	21		26	0.89	España	70	8	40	1.39	Armenia	151	1	36	0.14
Costa de Marfil	22		31	0.33	España	71	4	47	0.71	Armenia	152	2	20	0.02
Costa de Marfil	23		27	0.31	España	72	4	22	0.80	Armenia	153	1	47	0.02

País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo	País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo	País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo
Armenia	154	1	33	0.07	Armenia	173	1	19	0.07	Japón	257	3	28	0.62
Armenia	155	1	34	0.13	Armenia	174	1	18	0.03	Japón	258	4	35	4.11
Armenia	156	3	37	0.01	Armenia	175	1	32	0.37	Japón	259	1	36	1.11
Armenia	157	2	43	0.07	Japón	241	3	35	1.48	Japón	260	2	34	2.61
Armenia	158	1	36	0.03	Japón	242	3	40	1.63	Japón	261	3	33	1.09
Armenia	159	2	18	0.08	Japón	243	1	32	0.62	Japón	262	10	25	1.53
Armenia	160	1	49	0.09	Japón	244	1	31	0.62	Japón	263	3	39	1.03
Armenia	161	1	36	0.12	Japón	245	2	31	1.65	Japón	264	0.5	36	0.60
Armenia	162	1	22	0.03	Japón	246	2	33	0.88	Sudáfrica	301	1	24	0.11
Armenia	163	4	31	0.23	Japón	247	3	31	2.74	Sudáfrica	302	3.5	26	0.37
Armenia	164	2	27	0.05	Japón	248	4	31	1.16	Sudáfrica	303	1	24	0.27
Armenia	165	1	35	0.03	Japón	249	3	29	1.98	Sudáfrica	304	1	31	0.32
Armenia	166	2	24	0.04	Japón	250	2	34	0.72	Sudáfrica	305	1	37	0.36
Armenia	167	1	35	0.01	Japón	251	1	33	1.86	Sudáfrica	306	2	24	0.98
Armenia	168	1	49	0.05	Japón	252	2	33	3.62	Sudáfrica	307	0.5	37	0.22
Armenia	169	1	47	0.06	Japón	253	5	39	3.28	Sudáfrica	308	1	24	0.26
Armenia	170	1	48	0.06	Japón	254	2	32	0.71	Sudáfrica	309	1	31	0.44
Armenia	171	1	24	0.08	Japón	255	1	34	1.27	Bangladés	421	4	21	0.28
Armenia	172	1	47	0.17	Japón	256	2	31	2.87	Bangladés	422	3	25	0.35

País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo
Bangladés	423	3	21	0.19
Bangladés	424	1	23	0.46
Bangladés	425	4	22	0.39
Bangladés	426	4	24	0.27
Bangladés	427	1	22	0.63
Bangladés	428	3	23	0.47
Bangladés	429	3	24	0.70
Bangladés	430	3	24	0.57
Bangladés	431	3	19	0.70
Bangladés	432	2	19	0.20
Bangladés	433	2	20	0.32
Bangladés	434	4	23	0.31
Bangladés	435	4	23	0.44
Bangladés	436	3	18	0.41
Bangladés	438	2	22	0.35
Bangladés	439	4	42	1.22
Bangladés	440	4	18	0.28
Bangladés	441	2	22	0.46
Bangladés	442	2	26	0.16

País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo
Bangladés	444	3	53	0.67
Bangladés	447	5	40	2.12
Bangladés	448	1	28	0.52
Bangladés	450	2	25	0.41
Bangladés	451	2	25	0.24
Bangladés	453	2	25	0.23
Bangladés	454	3	28	0.35
Bangladés	459	4	19	0.47
Bangladés	460	2	26	0.28
Bangladés	461	3	28	0.26
Bangladés	462	3	28	0.26
Bangladés	463	2	32	0.29
Bangladés	464	3	20	0.30
Bangladés	465	4	38	0.26
Bangladés	466	4	35	0.33
Bangladés	467	2	28	0.43
Bangladés	468	3	42	0.37
Bangladés	469	3	37	0.46
Bangladés	470	3	51	0.57

País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo
Mauricio	91	1	37	2.54
Mauricio	92		23	0.93
Mauricio	93	1	45	0.25
Mauricio	94	0.5	21	1.05
Mauricio	95	1.5	48	1.04
Mauricio	96	3	39	0.89
Mauricio	97	1	36	0.80
Mauricio	98	3	28	0.52
Mauricio	99	1	37	1.18
Mauricio	100	0.2	32	0.52
Mauricio	101	1	48	8.05
Mauricio	102	0.5	25	1.26
Mauricio	103	2	24	1.35
Mauricio	104	4	38	0.22
Mauricio	105	4	44	0.38
Mauricio	106	2	30	0.45
Mauricio	107	2	38	1.21
Mauricio	108	1	34	0.69
Mauricio	109	0.6	39	0.19

País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo
Mauricio	110	1.3	19	0.23
Mauricio	111	1.5	33	0.56
Mauricio	112	2	29	0.40
Mauricio	113	1	30	0.76
Mauricio	114	1	30	0.74
Mauricio	115	1	48	1.35
India	181	1	34	0.12
India	182	1	46	0.07
India	183	2	20	0.05
India	184	2	30	0.06
India	185	2	39	0.21
India	186	2	20	0.07
India	187	2	20	0.03
India	188	3	40	0.12
India	189	3	30	0.09
India	190	1	40	0.13
India	191	7	32	0.90
India	192	4	24	0.25
India	193	4	23	0.25

País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo
India	194	5	30	0.26
India	195	7	31	0.27
India	196	7	31	0.38
India	197	4	34	0.35
India	198	4	31	0.11
India	199	1	27	0.21
India	200	3	26	0.16
India	201	7	30	0.97
India	202	1	31	0.13
India	203	1	42	0.07
Nepal	126	0.3	29	0.11
Nepal	138	0.3	32	0.14
Nepal	125	0.2	28	0.14
Nepal	132	0.3	33	0.16
Nepal	136	0.2	29	0.16
Nepal	133	0.1	17	0.17
Nepal	139	1	21	0.22
Nepal	127	0.3	31	0.22
Nepal	131	0.3	37	0.22

País	Número	Pescado/ semana	Edad	Hg en el pelo
Nepal	129	0.3	35	0.22
Nepal	137	0.1	23	0.28
Nepal	140	0.3	33	0.29
Nepal	124	0.7	35	0.29
Nepal	128	0.3	23	0.32
Nepal	123	0.8	32	0.35
Nepal	134	0.1	20	0.36
Nepal	121	0.4	30	0.37
Nepal	130	0.3	24	0.46
Nepal	135	0.3	32	0.47
Nepal	122	0.3	31	1.00

NOTAS

- i Maag, J., Maxson, P. y Tuxen, A.: Global Mercury Assessment, United Nations Environment Program, Chemicals Directorate, UNEP Technology, Industry & Environment Division, Ginebra, Suiza (2002).
- ii Cone, M.: *Silent Snow: The Slow Poisoning of the Arctic*. Glover Press NY p. 80 (2005), p. 45.
- iii Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos: How Mercury Enters the Environment (fecha de consulta: 15 de septiembre 2013). <http://www.epa.gov/hg/exposure.htm>.
- iv Mergler, D. y cols.: Methylmercury Exposure and Health Effects on Humans: A Worldwide Concern, *Ambio* Vol. 36, Nº 1 (febrero de 2007); y National Academy of Sciences: Toxicological Effects of Methylmercury, National Academy Press, Washington, DC. International Standard Book Number 0-309-07140-2 (2000).
- v Bakir, F., Damluji, S. F., Amin-Zaki, L.: Methylmercury poisoning in Iraq, *Science* 1973; 180:230-41, Julvez, J. y cols.: Epidemiological Evidence of Methylmercury Neurotoxicity, Chapter 2, *Methylmercury and Neurotoxicity*, (eds.) S. Ceccatelli; M. Aschner (2012) XI, 373, p. 59, 15 a color., edición de tapa dura. ISBN: 978-1-4614-2382-9.
- vi Testimonio escrito de Philippe Grandjean, MD, PhD, Mercury MACT Rule Hearing sponsored by Rep. Tom Allen, Maine State House, Augusta, Maine (1 de marzo de 2004).
- vii Salonen, J.T.; Seppänen, K.; Lakka, T.A.; Salonen, R.; Kaplan, G. A: Mercury accumulation and accelerated progression of carotid atherosclerosis: a population-based prospective 4-year follow-up study in men in eastern Finland. *Atherosclerosis*. 2000; 148: 265–273.
- viii Genuis, S. J: Toxicant exposure and mental health — individual, social, and public health considerations. *J Forensic Sci*. 2009; 54(2):474-477 doi: 10.1111/j.1556-4029.2008.00973.x. Epub 31 de enero de 2009; Hightower J. M.: *Diagnosis Mercury: Money, Politics, and Poison*. Washington, DC: Island Press/Shearwater Books; 2009; Knobeloch, L., D. Steenport, C. Schrank y H. Anderson (2006): Methylmercury exposure in Wisconsin: A case study series. *Environmental Research* 101: 113-122; Korn, F. (1972): The Frustrations of Bettye Russow, *Nutrition Today*, 7(6): 21-23; Risher, J.F. (2004): Too much of a good thing (fish): Methylmercury case study. *J Environmental Health* 67(1):9-14, 28; Carta, P., Flore, C., Alinovi, R., Ibba, A., Tocco, M. G., Aru, G., Carta, R., Girei, E., Mutti, A., Lucchini, R., y Randaccio, F.S.: Sub-clinical neurobehavioral abnormalities associated with low level of mercury exposure through fish consumption. *Neurotoxicology* (2003) 24(4-5):617-623.
- ix Mercury and health, Fact sheet N° 361, WHO (abril de 2012) <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/en/index.html>
- x Evers, D. y cols.: Report on Mercury in the Global Environment: Patterns of Global Seafood Mercury Concentrations and their Relationship with Humans. Biodiversity Research Institute. (Diciembre de 2012) <http://www.zeromercury.org/index.php?...bri-report-mercury-in-the-global-environment>.
- xi Informe del colectivo FAO/OMS Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption, FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 978 FIPM/R978(En) (2010).
- xii Schettler, T. y cols.: In Harm's Way: Toxic Threats to Child Development, A Report by Greater Boston Physicians for Social Responsibility (mayo de 2002); tabla actualizada por el professor Philippe Grandjean, MD (diciembre de 2012).
- xiii Boucher, O.; Jacobson, S. W., y cols. 2012: Prenatal methylmercury, postnatal lead exposure, and evidence of Attention Deficit/Hyperactivity Disorder among Inuit children in arctic Quebec. *Environ. Health Perspect.* 120: 1456-61; Freire, C., Ramos, R., Lopez-Espinosa, M. J., y cols., 2010: Hair mercury levels, fish consumption and cognitive development in preschool children from Granada, Spain. *Environ. Res.* 110(1): 96-104; Jedrychowski, W. y cols., 2006: Effects of prenatal exposure to mercury on cognitive and psychomotorfunction in one-year-old infants: Epidemiologic cohort study in Poland. *Annals of Epidemiology* 16(6): 439-447. También disponible como doi:10.1016/j.annepidem.2005.06.059; Lederman, S. A., Jones, R. L., Caldwell, K. L., Rauh, V., Sheets, S. E., Tang, D., y cols., 2008: Relation between cord blood mercury levels and early childhood development in a World Trade Center cohort. *Environ. Health Perspect.* 116, 1085-1091; Murata, K., Weihe, P., Budtz-Jørgensen, E., Jørgensen, P. J., y Grandjean, P., 2004: Delayed brainstem auditory evoked potential latencies in 14-year-old children exposed to methylmercury. *J. Pediatrics* 144: 177-183; Oken, E., Wright, R. O., Kleinman, K. P., Bellinger, D., Amarasiwardena, C. J., Hu, H., y cols., 2005: Maternal fish consumption, hair mercury, and infant cognition in a U.S. cohort. *Environ. Health Perspect.* 113, 1376-1380; Oken, E., Radesky, J. S., Wright, R. O., Bellinger, D. C., Amarasiwardena, C. J., Kleinman, K. P., y cols., 2008: Maternal fish intake during pregnancy, blood mercury levels, and child cognition at age 3 years in a US cohort. *Am. J. Epidemiol.* 167, 1171-1181; Sagiv, S. K., Thurston, S. W., y cols., 2012: Prenatal exposure to mercury and fish consumption during pregnancy and Attention Deficit/Hyperactivity Disorder-related behavior in children. *Archives of Pediatric and Adolescent Medicine*. Publicado en línea: <http://doi:10.1001/archpediatrics.2012.1286>; <http://>

archpedi.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=1377487; Suzuki, K., y cols. (2010): Neurobehavioral effects of prenatal exposure to methylmercury and PCBs, and seafood intake: Neonatal behavioral assessment scale results of the Tohoku study of child development. *Environmental Research* 110:699-704.

xiv Personal communication from Professor Philippe Grandjean, MD (12 de septiembre de 2013).

xv Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Dosis de Referencia (RfD): Una estimación (cuya incertidumbre tal vez abarque un orden de magnitud) de la exposición oral diaria de la población humana (incluidos subgrupos sensibles) que probablemente no conlleva un riesgo apreciable de efectos perjudiciales durante toda la vida. Puede derivarse del nivel sin efectos adversos observables (NOAEL), del nivel más bajo de efectos adversos observables (LOAEL) o de otra dosis de referencia, y generalmente sus factores de incertidumbre se aplican para reflejar las limitaciones de los datos utilizados. Normalmente se utiliza para las evaluaciones de salud no relacionadas con el cáncer. (Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2013). <http://www.epa.gov/hg/exposure.htm>.

xvi Mahaffey, y cols.: Adult Women's Blood Mercury Concentrations Vary Regionally in the USA: Association with Patterns of Fish Consumption (NHANES 1999-2004), *Environmental Health Perspectives* (25 de agosto de 2005).

Andalucía:

Parque San Jerónimo s/n - 41015 Sevilla Tel./Fax: 954903984
andalucia@ecologistasenaccion.org

Aragón:

C/ Gavín 6 (esq c/ Palafox) - 50001 Zaragoza Tel: 629139609-629139680
aragon@ecologistasenaccion.org

Asturies:

Apartado de Correos 5015 - 33209 Xixón Tel: 618330752
asturias@ecologistasenaccion.org

Canarias:

Avda. Trinidad, Polígono Padre Anchieta, Blq. 15 - La Laguna (Tenerife)
C/ Eusebio Navarro 16 - 35003 Las Palmas de Gran Canaria
Tel: 928362233 - 922315475 canarias@ecologistasenaccion.org

Cantabria:

Apartado de Correos 2 - 39080 Santander Tel: 942240217
cantabria@ecologistasenaccion.org

Castilla y León:

Apartado de Correos 533 - 47080 Valladolid Tel: 983210970
castillayleon@ecologistasenaccion.org

Castilla-La Mancha:

Apartado de Correos 20 - 45080 Toledo Tel: 608823110
castillalamancha@ecologistasenaccion.org

Catalunya:

Can Basté - Passeig. Fabra i Puig 274 - 08031 Barcelona Tel: 648761199
catalunya@ecologistesenaccio.org

Ceuta:

C/ Isabel Cabral nº 2, ático - 51001 Ceuta ceuta@ecologistasenaccion.org

Comunidad de Madrid:

C/ Marqués de Leganés 12 - 28004 Madrid Tel: 915312389 Fax: 915312611
madrid@ecologistasenaccion.org

Euskal Herria:

C/ Pelota 5 - 48005 Bilbao Tel: 944790119 euskalherria@ekologistakmartxan.org
C/ San Agustín 24 - 31001 Pamplona Tel. 948229262 nafarroa@ekologistakmartxan.org

Extremadura:

C/ de la Morería 2 - 06800 Mérida Tel: 927577541-622128691-622193807
extremadura@ecologistasenaccion.org

La Rioja:

Apartado de Correos 363 - 26080 Logroño Tel.: 941245114 - 616387156
larioja@ecologistasenaccion.org

Melilla:

C/ Colombia 17 - 52002 Melilla Tel: 951400873 melilla@ecologistasenaccion.org

Navarra:

C/ San Marcial 25 - 31500 Tudela Tel: 626679191 navarra@ecologistasenaccion.org

País Valencià:

C/ Tabarca 12 entresòl - 03012 Alacant Tel: 965255270
paisvalencia@ecologistesenaccio.org

Región Murciana:

C/ José García Martínez 2 - 30005 Murcia Tel: 968281532 - 629850658
murcia@ecologistasenaccion.org

Confederación de Ecologistas en Acción

Marqués de Leganés 12 - 28004 Madrid
Telefono: 915 31 27 39 Fax: 915 31 26 11
informacion@ecologistasenaccion.org
<http://www.ecologistasenaccion.org>



zero 