



**Programa de las
Naciones Unidas
para el Medio Ambiente**

Distr.: General
19 de octubre de 2010

Español
Original: Inglés



**Comité intergubernamental de negociación encargado de
elaborar un instrumento jurídicamente vinculante
a nivel mundial sobre el mercurio**

Segundo período de sesiones

Chiba (Japón), 24 a 28 de enero de 2011

Tema 3 del programa provisional*

**Preparación de un instrumento jurídicamente vinculante
a nivel mundial sobre el mercurio**

**Resumen ejecutivo del documento sobre orientación para
identificar poblaciones en situación de riesgo de exposición al
mercurio**

Nota de la secretaría

1. En su primer período de sesiones, celebrado del 7 al 11 de junio de 2010, el comité intergubernamental de negociación encargado de elaborar un instrumento jurídicamente vinculante a nivel mundial sobre el mercurio pidió a la secretaría que le proporcionara en su segundo período de sesiones:

a) Un informe sobre los indicadores para evaluar y rastrear los impactos del mercurio en la salud y determinar poblaciones vulnerables, incluido el diseño de un programa de concienciación y sensibilización sostenible, que se elaboraría en el contexto de proyectos piloto;

b) Información sobre los sistemas armonizados para medir la carga corporal de mercurio, inicialmente a escala piloto para el segundo período de sesiones del comité, con la posibilidad de ampliación durante el resto del proceso de negociación.

2. La Subdivisión de Productos Químicos de la División de Tecnología, Industria y Economía del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha elaborado, junto con la Organización Mundial de la Salud (OMS), un documento titulado *Orientación para identificar poblaciones en situación de riesgo de exposición al mercurio*, en que se brinda la información correspondiente al pedido mencionado *supra*. El documento tiene por objeto informar a los países de los posibles efectos en la salud de la contaminación con mercurio y, de ser necesario, ayudarlos a identificar subpoblaciones específicas que tal vez se encuentren en situación de riesgo. Describe los criterios utilizados para estimar la exposición al mercurio, incluidos la biovigilancia y los métodos que usan datos sobre el consumo de pescado y los niveles de mercurio en los peces. También describe distintos modelos ambientales que pueden ser útiles para predecir la exposición y suministra un

* UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/1.

panorama general de las evaluaciones de la exposición al mercurio para algunas hipótesis de exposición concretas, incluidas las exposiciones en el trabajo y en otros sitios especialmente contaminados.

3. El anexo de la presente nota contiene un resumen ejecutivo del documento de orientación, que se ha reproducido en la forma presentada por el PNUMA y la OMS y no ha pasado por los servicios de edición. El documento completo está disponible únicamente en inglés, con la signatura UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/INF/3.

Anexo

Orientación para identificar poblaciones en situación de riesgo de exposición al mercurio: resumen ejecutivo

Capítulo 1 - Introducción

1. En su 22º período de sesiones, el Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) pidió al PNUMA que, en cooperación y consulta con otras organizaciones pertinentes, facilitara y realizara actividades de asistencia técnica y creación de capacidad a fin de apoyar los esfuerzos de los países destinados a adoptar medidas en relación con la contaminación por mercurio. En febrero de 2005 el Consejo de Administración reiteró ese pedido en su 23º período de sesiones, en que también alentó a los gobiernos a que promovieran y mejoraran los métodos de evaluación y comunicación de los riesgos, sobre la base, entre otras cosas, de las orientaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para que los ciudadanos pudieran optar por una alimentación que protegiera la salud, teniendo en cuenta la información sobre los riesgos y los beneficios.
2. En febrero de 2007, en su 24º período de sesiones, el Consejo de Administración del PNUMA reconoció que era menester realizar diversas actividades para hacer frente a los problemas planteados por el mercurio, incluida la sustitución de productos y tecnologías; la asistencia técnica y la creación de capacidad; la formulación de políticas y reglamentos nacionales; y la recopilación de datos, la investigación y el suministro de información, teniendo presente la necesidad de prestar asistencia a países en desarrollo y países con economías en transición.
3. La Orientación para identificar poblaciones en situación de riesgo de exposición al mercurio tiene por objeto informar a los países acerca de los posibles efectos en la salud de la contaminación con mercurio y, de ser necesario, ayudarlos a identificar subpoblaciones específicas que tal vez se encuentren en situación de riesgo. El documento describe los criterios utilizados para estimar la exposición al mercurio, incluido la biovigilancia y los métodos que usan datos sobre el consumo de pescado y los niveles de mercurio en los peces. También describe distintos modelos ambientales que pueden ser útiles para predecir la exposición al mercurio. Además, suministra un panorama general de la evaluación de la exposición al mercurio para algunas hipótesis de exposición concretas, incluida la exposición en el trabajo y en otros sitios especialmente contaminados.
4. El documento puede utilizarse como referencia en la realización de estudios o investigaciones sobre la exposición al mercurio. Según la naturaleza de la investigación, es importante la participación de los interesados directos en las distintas etapas, en particular para las comunidades locales, entre otras cosas en el proceso de evaluar y abordar las cuestiones ambientales. En el caso de investigaciones que incluyan la biovigilancia, es esencial consultar con la comunidad y tener en cuenta las cuestiones éticas y de confidencialidad.
5. En la elaboración de este documento de orientación se tuvieron en cuenta los informes de las reuniones y las monografías del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios como parte de las recomendaciones internacionales sobre mercurio y metilmercurio en pescados y otros alimentos. El PNUMA y la OMS en conjunto, en cooperación con la FAO, publicaron el documento.

Capítulo 2: Antecedentes y panorama general de los riesgos para la salud

Paradigma del análisis de riesgos

- a) El paradigma del análisis de riesgos descrito por la OMS/FAO contiene tres componentes: la evaluación de riesgos, la gestión de riesgos y la comunicación de los riesgos. A su vez, tanto la evaluación como la gestión de riesgos comprenden cuatro pasos (gráfico 1). El proceso general se realiza con la dirección del gestor de riesgos al que se ha delegado la responsabilidad primaria de administrar los riesgos para la salud en nombre de la sociedad. Sobre la base de la información preliminar, el gestor de riesgos utiliza la identificación de los peligros para decidir si conviene realizar una evaluación completa de los riesgos en vista de otras prioridades en materia de riesgos y los recursos

disponibles. En cuanto a la inocuidad de los alimentos, los gestores de riesgos deben saber que el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio exige que los países aseguren que sus medidas en materia de inocuidad de los alimentos se basen en la evaluación de los riesgos para la salud humana teniendo en cuenta las técnicas de evaluación de riesgos elaboradas por las organizaciones internacionales pertinentes, en este caso la FAO y la OMS.

Evaluación de riesgos

b) En general, una evaluación de los riesgos de los productos químicos para la salud humana es un estudio destinado a estimar la probabilidad de que haya efectos perjudiciales para la salud en una persona, subpoblación o población debidos a la exposición a un producto químico (como el mercurio). La evaluación de riesgos consta de cuatro pasos principales, a saber: 1) identificación de los peligros; 2) caracterización de los peligros, incluida la evaluación de la dosis-respuesta; 3) evaluación de la exposición; y 4) caracterización de los riesgos. La identificación de los peligros es el examen de la información toxicológica, biológica y química pertinente para determinar los efectos perjudiciales para la salud relacionados con un contaminante en distintas hipótesis de exposición. Los estudios epidemiológicos y en animales son algunos de los que se examinan. La caracterización de los peligros suele incluir una evaluación de la dosis-respuesta, que define la relación entre el nivel de exposición (o la dosis) observada en estudios en animales o seres humanos y la magnitud de los efectos perjudiciales observados en la salud. Suele expresarse como una medida cuantitativa de los efectos perjudiciales en la salud para un rango de dosis.

c) En una evaluación de la exposición se estiman el alcance, la duración, la frecuencia y la magnitud de la exposición a un contaminante (o a múltiples contaminantes) por distintas vías (ingestión, inhalación, dérmica o exposición transplacentaria o *in utero*) de personas o poblaciones. La exposición puede estimarse midiendo los niveles de los contaminantes en distintos tejidos del organismo (como el cabello, la sangre, la orina o las uñas) como marcadores biológicos o utilizando diversos modelos matemáticos junto con los datos obtenidos (como la información sobre las liberaciones de una instalación, los niveles de mercurio en peces y las modalidades de alimentación). La caracterización de los riesgos es la integración de la identificación de los peligros, la caracterización de los peligros, en particular la dosis-respuesta, y la evaluación de la exposición a fin de describir la naturaleza y la magnitud del riesgo para la salud en una población determinada. Una vez finalizada la caracterización de los riesgos, los resultados obtenidos pueden combinarse con otra información para elaborar prioridades, estrategias y programas destinados a proteger a las poblaciones en situación de riesgo.

d) Aunque el documento se centra en el metilmercurio en los peces, los principios establecidos también pueden aplicarse a otros contaminantes en peces (como dioxinas y bifenilos policlorados). Para realizar una evaluación general de los riesgos de los peces afectados por otros contaminantes, debería obtenerse de otras fuentes y materiales orientación e información sobre la forma de evaluar dichos contaminantes.

Mercurio en el medio ambiente

e) El mercurio (cuyo símbolo químico es Hg) es un elemento que se encuentra naturalmente en el aire, el agua y el suelo. Se distribuye en el medio ambiente por medio de procesos tanto naturales como antropógenos (humanos). El mercurio se encuentra en diferentes formas inorgánicas y orgánicas y es persistente en el medio ambiente. Las tres formas principales son: a) mercurio elemental (cuyo símbolo químico es Hg⁰); b) mercurio iónico (también conocido como mercurio inorgánico, cuyo símbolo químico es Hg (II) o Hg²⁺) que en la naturaleza existe en compuestos mercúricos o complejos en solución de Hg (II); y c) mercurio orgánico, principalmente el metilmercurio (cuyo símbolo químico es MeHg).

f) A pesar de los riesgos posibles, el mercurio sigue utilizándose en diversos productos y procesos en todo el mundo debido a sus propiedades singulares. Por ejemplo, es el único metal que existe en estado líquido a temperatura ambiente. El mercurio elemental se usa en la extracción artesanal y en pequeña escala de oro y plata, la producción de cloro-álcali, la producción de monómeros de cloruro de vinilo y en otros productos (como manómetros para la medición y el control de la presión, termómetros, interruptores eléctricos, lámparas fluorescentes y amalgamas dentales). Se usan compuestos de mercurio en algunas baterías, productos farmacéuticos y pinturas, y como reactivos de laboratorio y catalizadores industriales. Puede liberarse mercurio en el aire, el agua y el suelo durante la producción y el uso, o después de la eliminación de productos y desechos que contienen mercurio. También se

libera mercurio en procesos naturales (como erupciones volcánicas y el lixiviado de determinados suelos).

g) El informe de 2006 del PNUMA sobre la oferta, el comercio y la demanda de mercurio indica que la mayor demanda de mercurio se registra en la extracción en pequeña escala de oro, seguida de la producción de monómeros de cloruro de vinilo, la producción de cloro-álcali y en otros productos, mayormente baterías, amalgamas dentales, dispositivos de control y medición, lámparas y equipo eléctrico y electrónico.

h) Como se describe en la evaluación mundial del mercurio realizada en 2002 por el PNUMA, distintas fuentes industriales que movilizan impurezas de mercurio en sus insumos (como combustibles y materia prima) también liberan mercurio en el medio ambiente. Las principales de ellas son las centrales eléctricas de carbón, las fundiciones de metales no ferrosos y las plantas de producción de cemento, que figuran entre las categorías que generan las emisiones de mercurio más elevadas. Esas emisiones se traducen en contaminación ambiental y la exposición de los seres humanos. La magnitud de las emisiones y los niveles de exposición debidos a una instalación en particular dependen de varios factores, entre otros el nivel de mercurio en los combustibles y la materia prima, los dispositivos de control de emisiones, la altura de las chimeneas y la envergadura de la instalación.

Vías de exposición

i) El mercurio es un contaminante tóxico y persistente que se bioacumula y biomagnifica en las redes alimentarias. Las personas se exponen al metilmercurio en la alimentación, especialmente el consumo de pescados marinos y de agua dulce y de otros animales que se alimentan de peces (como los mamíferos marinos). Las personas pueden estar expuestas al mercurio elemental o inorgánico por inhalación del aire ambiente en el trabajo y por las amalgamas dentales. La exposición ocupacional puede tener lugar durante la producción, el uso en procesos o la incorporación en productos de mercurio o compuestos de mercurio. Se ha informado de exposición ocupacional en, entre otras, plantas de cloro-álcali, minas de mercurio, extracción artesanal y en pequeña escala de oro y plata basada en el mercurio, refinerías, fábricas de termómetros y esfigmomanómetros, clínicas dentales en que se utilizan malas prácticas de manejo del mercurio y fabricación de productos químicos a base de mercurio. También puede haber exposición al mercurio elemental o inorgánico por el uso de algunas cremas y jabones que aclaran la piel, la presencia de mercurio en algunos medicamentos tradicionales, el uso de mercurio en prácticas culturales y distintos derrames accidentales de mercurio en el hogar, la escuela u otros sitios. Puede haber exposición menor a otras formas de mercurio orgánico debida al uso de timerosal (tiosalicilato de etilmercurio) como conservante en algunas vacunas y otros productos farmacéuticos.

Efectos en la salud

6. Todos los seres humanos están expuestos a un nivel bajo de mercurio. Los factores que determinan la presencia y gravedad de los efectos perjudiciales en la salud incluyen la forma química del mercurio, la dosis, la edad o el estado de desarrollo de la persona expuesta (se considera que los fetos son más susceptibles), la duración de la exposición y la vía de exposición (inhalación, ingestión y dérmica). Las modalidades de alimentación pueden aumentar la exposición de una población que se alimenta con pescado si los pescados y mariscos están contaminados con mercurio.

7. El mercurio y los compuestos de mercurio tienen efectos tóxicos en primer lugar en el sistema nervioso, los riñones y el sistema cardiovascular. Se acepta generalmente que los sistemas de órganos en desarrollo (como el sistema nervioso en el feto) son los más sensibles a los efectos tóxicos del mercurio. Los niveles de mercurio en el cerebro fetal parecen ser superiores a los de la sangre materna, y actualmente se considera el sistema nervioso central en desarrollo del feto como el principal sistema motivo de preocupación, pues ha demostrado la mayor sensibilidad. Otros sistemas que podrían verse afectados son el respiratorio, el gastrointestinal, el hematológico, el inmunitario y el reproductivo.

8. Los efectos en el sistema nervioso (especialmente en el sistema nervioso en desarrollo) parecen ser el punto final toxicológico más sensible observado tras la exposición al mercurio y al metilmercurio, mientras que el daño renal es el principal punto final de la exposición a compuestos de mercurio inorgánico.

Poblaciones susceptibles

9. En general, hay dos subpoblaciones susceptibles: las personas que son más sensibles a los efectos del mercurio y las que están expuestas a niveles más elevados de mercurio. El feto, el neonato y

el niño son especialmente susceptibles a la exposición al mercurio debido a la sensibilidad del sistema nervioso en desarrollo. Además de la exposición in utero, los neonatos pueden seguir expuestos por el consumo de leche materna contaminada. Por consiguiente, las madres recientes, las mujeres embarazadas y las mujeres que pueden quedar embarazadas deberían conocer en particular el peligro potencial del metilmercurio. Las personas que padecen enfermedades del hígado, el riñón, el sistema nervioso y los pulmones también corren mayor riesgo de sufrir los efectos tóxicos del mercurio.

10. La otra subpoblación que podría correr mayor riesgo de sufrir los efectos tóxicos del mercurio es la que está expuesta a niveles más elevados de metilmercurio debido al consumo de pescado y otros alimentos marinos (como los pescadores recreativos y de subsistencia, y las personas que consumen mucho pescado y otros alimentos marinos regularmente). Además del pescado y los mariscos, la exposición también puede ser importante en poblaciones que consumen carne (músculos y órganos) de mamíferos marinos (como focas y ballenas).

11. Las personas que tiene amalgamas dentales generalmente tiene una mayor exposición al mercurio elemental que las que no las tienen. Otras poblaciones que posiblemente sufran una exposición superior a la media son los trabajadores que tienen una exposición ocupacional elevada y las personas que usan productos de consumo que contienen mercurio (como algunas cremas y jabones que aclaran la piel) o medicamentos étnicos tradicionales que contienen mercurio, o que utilizan mercurio con fines culturales y religiosos.

Niveles de referencia

12. Sobre la base de las evaluaciones de riesgos y de otros aspectos, varios países y organizaciones internacionales han establecido niveles de referencia para la ingesta diaria o semanal de metilmercurio o mercurio que, según los datos y las investigaciones disponibles, se consideran seguros (o que no presentan un riesgo considerable para la salud). Los niveles de referencia de ingesta de metilmercurio se sitúan entre 0,7 y 2 μg de metilmercurio por kilogramo de peso corporal ($\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal) por semana. También se han establecido niveles de referencia para la protección contra la inhalación de mercurio y la exposición a compuestos de mercurio inorgánico.

13. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, que también evalúa los contaminantes químicos en el suministro de alimentos, ha establecido con carácter provisional la ingesta semanal tolerable de mercurio total en 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal y la de metilmercurio en 1,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal. Esta ingesta constituye la cantidad de una sustancia que puede consumirse por semana durante toda la vida sin un riesgo considerable para la salud y es un punto final utilizado para los contaminantes de los alimentos (como los metales pesados que tienen propiedades acumulativas). Su valor representa la exposición humana permisible por semana y protege a la porción más susceptible de la población de los contaminantes inevitablemente relacionados con el consumo de alimentos que en todos los demás aspectos son saludables y nutritivos. En el caso del metilmercurio, se considera que el feto en desarrollo es el subgrupo más sensible y el neurodesarrollo el proceso más delicado.

14. El Organismo de los Estados Unidos para la Protección del Medio Ambiente (USEPA) ha desarrollado dosis de referencia para el cloruro mercúrico de 0,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal por día y para el metilmercurio de 0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal por día y una concentración de referencia para el mercurio elemental de 0,3 $\mu\text{g}/\text{metro cúbico}$. La dosis de referencia (o la concentración de referencia) es una estimación (en que la incertidumbre puede ser de hasta un orden de magnitud) de la exposición diaria de la población humana (incluidos los subgrupos delicados) que no genera riesgo importante de efectos nocivos distintos de cáncer durante toda la vida. No es un estimador directo del riesgo, sino un punto de referencia para medir los posibles efectos. A exposiciones cada vez mayores que la dosis de referencia (o la concentración de referencia) los posibles efectos perjudiciales para la salud aumentan.

15. Habida cuenta de que el consumo de pescado es la principal vía de exposición al metilmercurio en la mayoría de las poblaciones humanas, muchos gobiernos suministran recomendaciones o límites legales sobre la cantidad máxima de mercurio y/o metilmercurio que puede contener el pescado que se vende en el mercado. Por ejemplo, los niveles establecidos en el Codex Alimentarius son de 0,5 mg metilmercurio/kg en peces no depredadores y 1 mg metilmercurio/kg en peces depredadores. El Organismo de Productos Alimenticios y Farmacéuticos de los Estados Unidos ha fijado un nivel de intervención de 1 mg metilmercurio/kg en peces y mariscos. La Unión Europea permite 0,5 mg mercurio en productos derivados de la pesca (con algunas excepciones) y el Japón hasta 0,4 mg mercurio total/kg (o 0,3 mg metilmercurio/kg) en peces.

16. Algunos gobiernos y otras organizaciones también suministran asesoramiento alimentario sobre el consumo de determinados tipos de peces y las cantidades correspondientes para ayudar a limitar la exposición sobre la base del examen de los beneficios y los riesgos del consumo de pescado. Estas advertencias suelen suministrar orientación sobre las cantidades, los tipos y la frecuencia del consumo de pescado que se consideran seguros o potencialmente peligrosos para distintos grupos (como mujeres embarazadas o pescadores deportivos).

Caracterización de los riesgos

17. La caracterización de los riesgos es el último paso del proceso de evaluación de riesgos. Integra la información proveniente de la identificación de los peligros, la dosis-respuesta y las evaluaciones de la exposición y resume la descripción general de los posibles riesgos. Tiene por objeto informar a los gestores de riesgos y a otros interesados sobre el resultado de la evaluación de riesgos. También presenta la variabilidad, las incertidumbres y las limitaciones de la caracterización de los riesgos y la evaluación de la exposición. La caracterización de los riesgos brinda un resumen de la evaluación de riesgos, que puede utilizarse con otra información pertinente para informar a los gestores de riesgos que examinan las opciones de gestión de riesgos. Las consecuencias de la caracterización de los riesgos del metilmercurio en peces siguen analizándose en el capítulo 7, en que se brinda orientación para los gestores de riesgos.

Capítulo 3: Estimación de la exposición por medio de la biovigilancia

18. Los enfoques destinados a estimar la exposición al mercurio incluyen la medición de los niveles de mercurio en el cabello, la sangre y la orina, las que se consideran formas de biovigilancia. Las mediciones de los niveles de mercurio en esos tejidos pueden ser indicadores excelentes de distintos tipos de exposición al mercurio, aunque su validez, utilidad y significado dependen de la forma de dicha exposición, el tipo de medición de los tejidos y otros factores.

19. En este capítulo se describen distintas consideraciones sobre los protocolos, incluidos métodos de muestreo, cuestionarios, evaluaciones de la salud y mediciones de los tejidos (anexos A, B, C, D, E y F). Un estudio debe estar bien concebido para que pueda suministrar resultados científicamente válidos. La selección de una muestra representativa es esencial y contar con buenos antecedentes (como historias clínicas, laborales y familiares e información alimentaria) y evaluaciones de la salud (como pruebas neurológicas) puede constituir un elemento importante de un estudio de una población expuesta al mercurio. En la medida de lo posible deben identificarse todas las fuentes de exposición al mercurio. También deben tenerse en cuenta varias cuestiones éticas.

Selección de la población objeto de estudio

20. Para seleccionar una muestra representativa es importante comprender la situación socioeconómica y demográfica de la comunidad. El criterio preferido suele ser obtener una muestra estadísticamente representativa de la comunidad. Una decisión importante es determinar el número y el tipo de personas que se incluirán en el estudio. El tamaño de la muestra suele basarse en distintos factores, entre otros los costos, la capacidad estadística, el personal y las instalaciones del estudio. El proceso de muestreo puede ser aleatorio, fundamentado o basarse en otros criterios.

Marcadores biológicos

21. La exposición puede estimarse midiendo los niveles de los contaminantes en distintos tejidos corporales (como el cabello, la sangre, la orina o las uñas). Esas mediciones de los contaminantes y/o sus metabolitos, conocidos también como marcadores biológicos (o biomarcadores), son herramientas útiles para evaluar la exposición humana y vigilar la exposición al mercurio de personas y poblaciones. Se ha determinado claramente que hay una relación entre varios marcadores biológicos de exposición al mercurio y los efectos perjudiciales para la salud.

22. Para evaluar si un determinado marcador biológico es adecuado para medir la exposición, es importante tener en cuenta varios factores, a saber: 1) el grado de correlación del indicador con la dosis (o exposición externa) de las distintas formas de mercurio; 2) el grado de correlación del marcador biológico con la concentración de mercurio en el tejido de que se trata; 3) el grado de correlación de la variabilidad a lo largo del tiempo del marcador biológico con los cambios en la dosis efectiva del tejido de que se trata a lo largo del tiempo; 4) el tipo de marcador biológico más adecuado a las características culturales de la población; 5) la tecnología disponible para la reunión de muestras y la medición del

mercurio; y 6) el grado de invasión del procedimiento de reunión de muestras. Los siguientes medios biológicos pueden utilizarse como marcadores biológicos de la exposición de seres humanos al mercurio: el cabello, la sangre, la sangre y el tejido del cordón umbilical, la orina, las uñas y la leche materna.

23. El análisis del mercurio en muestras biológicas es complicado debido a las diferentes formas orgánicas e inorgánicas en que puede encontrarse el metal. Por consiguiente, generalmente se reducen todas las formas de mercurio a su estado elemental antes del análisis. Las muestras deben recogerse utilizando técnicas y equipos limpios y adecuados para evitar la contaminación y la pérdida de las muestras. Se describen algunas técnicas utilizadas en los distintos tejidos biológicos.

24. Hay varios métodos analíticos para determinar la concentración de mercurio y la selección de un método analítico en particular depende de distintos factores (como las reglamentaciones y directrices analíticas de cada país, los umbrales de detección, las competencias de laboratorio, la disponibilidad de equipo analítico, la precisión necesaria y si se requiere la especiación del mercurio o no). Cualquiera sea el método analítico utilizado, es importante realizar cuidadosamente el control de calidad/garantía de calidad de los datos obtenidos, incluida la determinación simultánea del correspondiente material de referencia certificado.

25. La presencia de mercurio en la sangre indica exposición al mercurio reciente o en curso. Hay una relación directa entre las concentraciones de mercurio en la sangre humana y el consumo de pescado contaminado con metilmercurio. También puede considerarse la posibilidad de utilizar muestras de sangre y tejido del cordón umbilical como marcador biológico, que vale la pena reunir si se busca información sobre exposición reciente. La presencia de mercurio en la orina generalmente indica exposición al mercurio inorgánico y/o elemental y la recolección de muestras no es invasiva. El nivel de mercurio en la orina suele considerarse la mejor medición de exposición reciente al mercurio inorgánico o a vapor de mercurio elemental, porque se acepta que el mercurio en la orina es el mejor indicador del nivel de mercurio en los riñones. Algunos estudios ambientales han utilizado la leche materna para evaluar la exposición de la madre a distintos productos químicos y para analizar la posible exposición de los lactantes.

26. Aunque tanto la sangre como el cabello pueden utilizarse para documentar la exposición al metilmercurio, el cabello suele ser preferible pues suministra una muestra simple, integradora y no invasiva. Una vez incorporado en el cabello, el mercurio no retorna a la sangre, por lo que ofrece un buen marcador de largo plazo de la exposición al metilmercurio. La mayor parte del mercurio en el cabello aparece como metilmercurio, en particular en las poblaciones que consumen pescado. El cabello incorpora el metilmercurio durante su formación y tiene una relación relativamente directa con el nivel de mercurio en la sangre, brindando así un método preciso y fidedigno para medir el nivel de ingesta de metilmercurio.

27. Una vez medido el nivel de mercurio en una parte del cuerpo (como la sangre, el cabello o la orina), puede calcularse la dosis diaria promedio aproximada (o nivel de exposición) utilizando distintos factores de extrapolación o conversión. Sin embargo, al realizar esas conversiones deben tenerse en cuenta las limitaciones, incertidumbres y variabilidades de la población al utilizar esos factores de extrapolación. No obstante, es relativamente bien conocida la relación cuantitativa entre los niveles de mercurio en el cabello y la sangre y las dosis diarias promedio (o ingesta) de mercurio. Por ejemplo, se estima que la ingesta diaria promedio de metilmercurio de 0,1 microgramos por kilogramo de peso corporal (0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ por día) por una mujer embarazada se traducirá en concentraciones de mercurio en el cabello de aproximadamente 1 $\mu\text{g}/\text{g}$, en la sangre del cordón umbilical de 5 a 6 $\mu\text{g}/\text{l}$ y en la sangre de 4 a 5 $\mu\text{g}/\text{l}$. Esa relación generalmente es lineal, es decir directamente proporcional.

Ejemplos de estudios de biovigilancia

28. Se ha vigilado la exposición al mercurio de numerosas poblaciones midiendo el mercurio en la sangre, el cabello y la orina. Algunos niveles de exposición se han relacionado con efectos en la salud humana y se han utilizado para estimar las ingestas diarias tolerables. Entre los estudios de biovigilancia más conocidos figuran los realizados en las comunidades ribereñas amazónicas, las Islas Faroe y las Islas Seychelles. En otros estudios en distintos países árticos se han medido los niveles de mercurio en tejidos corporales de poblaciones humanas. También se han medido los niveles de mercurio en medios ambientales (como sedimento, aire, agua y peces) como parte de otros estudios.

29. El cuadro infra brinda información sobre distintos estudios realizados y muestra los marcadores biológicos de exposición al mercurio y el metilmercurio en distintas poblaciones de algunos países.

Cuadro: Estudios de marcadores biológicos de exposición al mercurio y el metilmercurio*

País	Matriz	Población	¿Ingesta elevada de pescado?	Concentración de mercurio total	Referencia
Alemania	orina	Representativa	No	0,4-2,0 mg/l	Becker y otros (2003)
Brasil	cabello	Niños indígenas de 7 a 12 años Mujeres indígenas de 14 a 44 años	Sí	14,45 µg/g	Oliviera Santos y otros (2002)
			Sí	15,7 µg/g	
Canadá	cabello	Indígena	Sí	4,4 µg/g	Muckle y otros (2001)
China	cabello	Representativa	No	0,42 µg/g	Feng y otros (1998)
España	cabello,	Niños	No	0,8 µg/g	Batista y otros (1996)
España	sangre	Representativa	Sí	11-22 ng/g	Sanzo y otros (2001)
Estados Unidos	cabello	Representativa	No	0,3 µg/g	Pelizzari y otros (1999)
Estados Unidos	sangre	Mujeres de 16 a 49 años	No	1,2 µg/l	Schober y otros (2003)
Estados Unidos	cabello	Mujeres de 15 a 45 años	No	0,4 µg/g	Smith y otros (1997)
Estados Unidos	cabello	Indígena	Sí	0,83 µg/g	Gerstenberger y otros (1997)
Estados Unidos	sangre	Representativa de consumidores de pescado de alto nivel	Sí	14,5 µg/l	Hightower y Moore (2003)
Estados Unidos	cabello	Niños (1 a 5 años) Mujeres (16 a 49 años)	No	0,12 µg/g	McDowell y otros (2004)
				0,20 µg/g	
Japón	cabello	Representativa	Sí	1,76-3,37 µg/g	Yasutake y otros (2003)
Reino Unido	cabello	Mujeres embarazadas	No	0,19 µg/g	Lindlow y otros (2003)
Suecia	cabello y sangre	Mujeres embarazadas	Sí	0,35 µg/g (cabello) 1,3 µg/l (sangre del cordón umbilical)	Bjornberg y otros (2003)

* Adaptado de OMS, 2004

30. En el apéndice C del documento se incluyen algunos protocolos de reunión y manejo de muestras biológicas, así como ejemplos de formularios modelo.

Capítulo 4: Evaluación de la exposición al metilmercurio en el pescado

31. El análisis de los riesgos es un proceso compuesto de tres componentes separados pero relacionados entre sí, a saber: evaluación de riesgos, gestión de riesgos y comunicación de los riesgos. En el caso del metilmercurio los tres componentes son importantes para proteger al consumidor y lograr que este se beneficie del consumo de pescado. La caracterización de los peligros del mercurio incluye la determinación de un nivel de referencia, que indica el nivel de exposición que probablemente no cause daños.

32. En este capítulo se examina la evaluación de la exposición, tal vez el aspecto más importante para una dependencia nacional de seguridad alimentaria. Si bien se considera que en general los niveles de referencia son válidos para todas las poblaciones, la exposición de las poblaciones puede variar considerablemente según sus modalidades de consumo y los niveles de un determinado producto químico en la comida que consumen.

Enfoque general

33. Los gestores de riesgos pueden utilizar la estimación de la exposición al metilmercurio en el pescado como método eficaz en función de los costos para evaluar el riesgo del metilmercurio en poblaciones susceptibles, aunque al examinar las opciones de gestión de riesgos deben tenerse en cuenta

los beneficios más amplios para la salud, así como las consideraciones sociales, culturales y económicas del consumo de pescado.

34. El mercurio es un contaminante ubicuo, incluso en ausencia de fuentes localizadas de contaminación locales o regionales. Como se describe en el capítulo 2, la población general está expuesta al metilmercurio principalmente por la alimentación, especialmente de pescado. Los niveles de mercurio suelen ser mucho más elevados en los peces y mamíferos marinos (como focas y algunas ballenas) que en otros alimentos o el agua potable. En peces marinos depredadores el 90% del mercurio aparece en forma metilada (metilmercurio), pero la proporción es menor en peces de agua dulce.

35. No obstante, todos los consumidores de pescado están expuestos a cierta cantidad de metilmercurio. Los peces tanto marinos como de agua dulce, así como los mamíferos marinos, acumulan metilmercurio en el tejido muscular. Además, el metilmercurio se biomagnifica en las redes alimentarias, lo cual significa que los depredadores apicales, es decir las especies carnívoras que se encuentran en la cima de la cadena alimentaria, tienden a tener niveles más elevados de metilmercurio. Los individuos más grandes (de más edad) también suelen tener contenidos más elevados. En los peces el metilmercurio suele fijarse a la proteína de los tejidos y no en los depósitos grasos; en consecuencia, el recorte y el desollado del pescado contaminado con mercurio no reduce el contenido de mercurio de las porciones de filete. Además, el nivel de metilmercurio en el pescado no se reduce por medio de la cocción.

36. Dado que la mayor parte del mercurio en los peces es metilmercurio (al menos en los peces depredadores marinos) y que la mayoría (más del 95%) del metilmercurio ingerido se absorbe rápidamente en el cuerpo por el tracto gastrointestinal, la exposición al metilmercurio (o ingesta) puede estimarse si se dispone de la información siguiente: a) los tipos (es decir, las especies) y las cantidades (como la frecuencia y el tamaño de las porciones) de pescado ingeridas por unidad de tiempo (como día o semana); b) las concentraciones totales de mercurio en los tipos de pescado ingerido; y c) el peso corporal de las personas que consumen pescado.

37. Mediante la información descrita supra, puede calcularse la ingesta de metilmercurio por personas o poblaciones utilizando la ecuación básica siguiente:

$$\frac{\text{Cantidad de pescado ingerido por semana (kg/semana)}}{\text{Kilogramo de peso corporal (kg de peso corporal)}} * \text{Concentración de mercurio en el pescado ingerido (\mu\text{g/kg})} = \text{Ingesta de metilmercurio por kilogramo de peso corporal por semana (\mu\text{g metilmercurio por kg de peso corporal por semana})}$$

Métodos de selección

38. Con el objeto de utilizar mejor los recursos, los gestores de riesgos pueden usar un criterio estratificado para evaluar la exposición. Este permite a las organizaciones limitar las evaluaciones más pormenorizadas a las subpoblaciones más críticas que podrían tener una mayor exposición o ser más susceptibles a niveles menores de exposición (como las mujeres embarazadas y los niños).

39. Para una estimación inicial de la exposición se utilizan métodos de selección simples. A veces esos métodos sobreestiman significativamente la exposición real, según los datos y los supuestos utilizados en la evaluación. Por lo tanto, si la ingesta estimada de la sustancia química es inferior al nivel de referencia, en general no es necesario realizar evaluaciones más pormenorizadas. No obstante, si el resultado de una evaluación de selección supera el nivel de referencia, podría estar justificado seguir investigando.

40. Una evaluación de selección también puede utilizarse inicialmente para estimar la exposición de la población general y contribuir a determinar los subgrupos específicos que se considera tienen mayor probabilidad de estar expuestos a niveles elevados de metilmercurio. En este capítulo se presenta un proceso para realizar evaluaciones de la exposición cada vez más ajustadas, perfeccionando las estimaciones de consumo de pescado y mariscos y/o las de las concentraciones de metilmercurio.

Perfeccionamiento de las estimaciones de consumo

41. El perfeccionamiento de la estimación de la exposición de una población o subgrupo determinados sigue los mismos principios generales de la evaluación de la exposición a nivel de selección, pero es más complejo y requiere más datos. En estos casos, se reúne y evalúa información

más pormenorizada sobre la distribución de las modalidades de consumo de pescado en la población, en particular en los grupos susceptibles. Luego, los datos de consumo se integran con los de las concentraciones de mercurio en los peces que se consumen habitualmente para estimar la exposición de las subpoblaciones que son objeto de interés. La mejor manera de hacerlo es por medio de encuestas nacionales de la alimentación de las personas, aunque los datos sobre las compras y ventas de pescado también pueden ser útiles.

Perfeccionamiento de las estimaciones de concentración

42. En la mayoría de los países la fuente principal de exposición humana al metilmercurio es el consumo de pescado. No obstante, los niveles de metilmercurio varían según la especie de pez. Por ejemplo, es más probable que los peces piscívoros (es decir los que comen otros peces), también denominados peces depredadores, tengan valores más elevados de metilmercurio en los músculos y otros tejidos. Otros factores que inciden en los niveles de mercurio en los peces son la edad, el tamaño, el peso y la longitud del pez. Además, las características ambientales del cuerpo de agua (como la contaminación local, el pH y el potencial de oxidación-reducción) pueden afectar los niveles de mercurio en los peces. La caracterización de los niveles de metilmercurio en el pescado que consumen una población o subpoblación de interés puede obtenerse de las bases de datos existentes en el país o la región de que se trata. En las estimaciones preliminares de exposición al mercurio también pueden utilizarse datos sustitutos provenientes de la combinación de diferentes conjuntos de datos.

Estimaciones de la exposición de subpoblaciones

43. La estimación de la exposición al mercurio de subpoblaciones específicas en posible situación de riesgo podría necesitar la reunión de otros datos (como la especie de pez que consume la subpoblación, incluido el pescado que se compra en los mercados y la determinación de los niveles de metilmercurio en esos pescados). En una evaluación a pequeña escala o de un sitio determinado, las tasas de consumo de pescado en la población que es objeto de estudio se combina con mediciones específicas de las concentraciones de mercurio en el pescado local que realmente se consume, para estimar los niveles de exposición de la población. Según los tipos de datos reunidos, la exposición al mercurio a veces puede estimarse para personas o subgrupos de la población que es objeto de estudio.

Capítulo 5: Modelos de exposición ambiental

44. La partición y el movimiento del mercurio en el medio ambiente son complejos y dependen de muchos parámetros ambientales. No obstante, pueden utilizarse modelos computarizados para predecir el destino y transporte en el medio ambiente del mercurio emitido y para estimar los niveles en distintos medios y biotas y la posible exposición humana.

45. El capítulo no tiene por objeto ofrecer una lista exhaustiva de los modelos, aunque brinda descripciones de algunos modelos pertinentes disponibles y unos pocos estudios modelo que incluyen las referencias correspondientes. Varias organizaciones trabajan con modelos de exposición (como el Centro para modelos de evaluación de exposiciones [CEAM, por sus siglas en inglés] de la USEPA). Por ejemplo, se presenta un estudio realizado por el proyecto de emisiones de mercurio de plantas de cloro-álcali (EMEPAC, por sus siglas en inglés) de la Unión Europea, que estima la exposición de los habitantes próximos a una planta de cloro-álcali. No obstante, aún queda mucho por hacer para lograr modelos precisos de estimación de la exposición humana al mercurio.

46. El uso de modelos para estimar exposiciones puede ser un enfoque útil destinado a evaluar los riesgos potenciales para la salud humana. No obstante, la elaboración de modelos se basa en un conjunto de supuestos que tienen distintos grados de incertidumbre, lo que debe tenerse en cuenta al realizar estas evaluaciones de la exposición.

Capítulo 6: Evaluación de hipótesis específicas de exposición

47. En este capítulo se definen los sitios especialmente contaminados con mercurio como los lugares o regiones en que podría haber un mayor riesgo de contaminación del medio ambiente (aire, suelo, agua o fuentes de alimentación) debido a actividades humanas (antropógenas), por medio del aumento tanto de las liberaciones como de la metilación del mercurio en el medio ambiente. Entre las fuentes más comunes de liberaciones antropógenas de mercurio figuran las actividades industriales (como la extracción artesanal y en pequeña escala de oro, la generación de electricidad y las plantas de

cloro-álcali) y los depósitos de desechos (domésticos e industriales). Los derrames de mercurio pueden causar contaminación local. Los cambios en el medio ambiente (como la deforestación o la construcción de embalses de agua) pueden cambiar el ecosistema, produciendo un aumento de la metilación del mercurio en el medio ambiente.

48. La exposición adicional causada por un sitio especialmente contaminado con mercurio generalmente se evalúa teniendo en cuenta la exposición directa al mercurio y los compuestos de mercurio (por inhalación, ingestión y dérmica) y la exposición indirecta al mercurio (en particular el metilmercurio) por los alimentos, utilizando los métodos analizados anteriormente en el capítulo 4.

Evaluación de la exposición ocupacional

49. Debería realizarse una evaluación de selección para abordar las probables fuentes de exposición al mercurio en el lugar de trabajo. Esta evaluación puede incluir investigaciones del lugar de trabajo, vigilancia de los niveles de mercurio en el lugar de trabajo y una evaluación de la salud, y en muchos casos suele ser conveniente colaborar con la comunidad local. La evaluación del lugar de trabajo podría ser descriptiva o incluir vigilancia. Las evaluaciones de la salud pueden determinar si hay indicios de toxicidad por mercurio y, de ser necesario, puede ampliarse a las familias de los trabajadores y la comunidad. La vigilancia de la exposición real puede realizarse por medio de las herramientas de biovigilancia descritas anteriormente. Si bien la evaluación está dirigida principalmente a los trabajadores, debe recordarse que la vestimenta y otros artículos contaminados con mercurio pueden contaminar el entorno doméstico. Después de la evaluación, de ser necesario, debe elaborarse un plan de gestión para disminuir la exposición ocupacional al mercurio.

Evaluación de sitios especialmente contaminados con mercurio

50. Un tipo de proceso de extracción de oro incluye la mezcla del mineral mojado con mercurio metálico. El mercurio se fija químicamente al oro o la plata que hay en el lodo. El resto del lodo se lava dejando una amalgama de mercurio-oro (o mercurio-plata), que luego se calienta para liberar el mercurio, y mantener el oro y/o la plata. La extracción artesanal de oro es una fuente importante de ingresos en muchos países, en que la amalgamación es el método de extracción preferido. No obstante, el proceso puede dar lugar a niveles elevados de exposición al mercurio de los mineros y sus familias, además de una importante contaminación ambiental, si no se utilizan técnicas de control apropiadas.

51. El mercurio se utiliza directamente en la fabricación de varios productos y puede liberarse indirectamente en distintos procesos. Entre las fuentes importantes de emisiones de mercurio figuran las centrales eléctricas de carbón, la producción de cemento, otras actividades mineras que generan mercurio como subproducto, la producción de cloro-álcali y la fabricación de ciertos productos. Algunas de esas fuentes pueden causar la exposición directa de los trabajadores y también niveles elevados de mercurio en la zona circundante próxima a la fuente de liberación, lo cual se traduce en exposiciones más elevadas de la población de la zona.

52. Los desechos que contienen mercurio pueden generarse en procesos industriales o el uso doméstico. Esos desechos pueden eliminarse inadecuadamente, lo que se genera la contaminación de la zona y la creación de un “depósito de mercurio”. Las personas que viven cerca de esos depósitos pueden estar expuestas a niveles elevados de mercurio debido a liberaciones en el suelo, el aire y el agua. En razón del aumento del uso de lámparas fluorescentes de mayor eficiencia energética, la eliminación de estos artículos creó una fuente potencialmente grave de contaminación por mercurio. Aunque la cantidad de mercurio utilizado en cada lámpara es pequeña, los gobiernos nacionales y municipales deben abordar los efectos acumulados de la eliminación de millones de esas lámparas en el futuro.

53. Los desechos de la extracción minera, especialmente los desechos antiguos de colas provenientes de procesos de extracción de oro que utilizaban cianuro además de mercurio, son otra fuente de contaminación ambiental. Las liberaciones de los depósitos de desechos pueden contaminar las especies locales de peces, lo que se traduce en niveles elevados de exposición de la comunidad local.

Otras hipótesis de exposición

54. Tradicionalmente se ha utilizado el mercurio en algunas ceremonias religiosas que han traído aparejados niveles elevados de mercurio en el ambiente. Además, algunas cremas para aclarar la piel, de uso generalizado en muchas partes del mundo, contienen mercurio, al igual que ciertos medicamentos tradicionales, algunos de los cuales suponen la administración directa de mercurio.

55. La deforestación suele causar un aumento de la erosión. La deposición del suelo en las vías navegables puede dar lugar a la liberación y metilación del mercurio en sus aguas, lo cual se traduce en niveles elevados en los peces. Cuando se talan bosques quemándolos, pueden liberarse importantes niveles de mercurio en el medio ambiente. Por consiguiente, las poblaciones que viven río abajo de las zonas deforestadas corren el riesgo de un mayor nivel de mercurio en los peces.

56. Se han utilizado amalgamas dentales con mercurio durante más de un siglo para reparar caries. Los pacientes tienen un bajo nivel de exposición al mercurio por inhalación e ingestión. Los odontólogos y los trabajadores dentales también están expuestos al mercurio. El mercurio de las amalgamas dentales puede ingresar en el medio ambiente con los desechos de las oficinas dentales y las emisiones al aire de los crematorios.

57. El timerosal se usa como preservativo en presentaciones líquidas de dosis múltiples de vacunas. En el cuerpo humano se convierte en etilmercurio, que difiere químicamente del metilmercurio. En particular, el etilmercurio se elimina rápidamente y tiene una semivida inferior a una semana.

58. Los embalses de agua pueden tener niveles muy elevados de mercurio después de la inundación inicial, que pueden traducirse en niveles muy altos en la población local de peces. Esos niveles elevados pueden observarse hasta 40 años después de la inundación inicial.

Capítulo 7: Gestión de riesgos del metilmercurio en peces

Árbol de decisiones del gestor de riesgos

59. Este capítulo tiene por objeto abordar el riesgo potencial del metilmercurio causado por el consumo de pescado. No se abordan otras fuentes alimentarias de metilmercurio, pues suelen considerarse menores en comparación con el pescado. Cabe destacar que el mercurio inorgánico es un contaminante de los alimentos, pero que la exposición a este se considera menos importante debido a la menor toxicidad del mercurio inorgánico en comparación con el metilmercurio. Por consiguiente, no se aborda la cuestión del mercurio inorgánico en los alimentos. Algunos pasos del árbol de decisiones se valen de las técnicas y los métodos descritos en los capítulos 3 y 4. Los siete pasos presentados son parte de un árbol de decisiones que puede guiar a los gestores de riesgos para determinar de manera coherente y eficaz en función de los costos las poblaciones en situación de riesgo de metilmercurio originado por el consumo de pescado. El enfoque utiliza evaluaciones de la exposición cada vez más pormenorizadas para caracterizar mejor los riesgos. En consecuencia, el propósito del capítulo 7 del documento es impartir orientación a los gestores de riesgos para que comprendan mejor los riesgos planteados por el metilmercurio en el pescado y para que elaboren estrategias de intervención adecuadas que reduzcan al mínimo los riesgos y maximicen los beneficios del consumo de pescado.

60. **Paso 1** - En la gestión de los riesgos potenciales planteados por el metilmercurio en el pescado, el primer paso es evaluar la importancia del pescado como fuente de proteína y otros nutrientes para la población local. Dado que el pescado es la vía principal de exposición humana al metilmercurio, debe obtenerse información sobre el consumo de pescado por la población de distintas fuentes. Esta fase inicial puede incluir una encuesta preliminar para determinar la frecuencia y el tipo de pescado que consumen los distintos subgrupos de la población. Cabe destacar que si se consumen mamíferos marinos, debe incluirse en la evaluación su posible contribución a la exposición al mercurio.

61. **Paso 2** – Antes de poner en práctica una evaluación integral de la exposición, puede realizarse un estudio de biovigilancia utilizando el cabello humano para determinar el nivel de exposición al metilmercurio. Esto es más importante en el caso de los niños pequeños y las mujeres en edad de procrear que consumen pescado con alto contenido de mercurio en una comida por semana o más, y de los grandes consumidores de pescado. La exposición puede evaluarse mediante el análisis de las concentraciones totales de mercurio en muestras compuestas de cabello. El uso del cabello es no invasivo, relativamente económico y suficientemente preciso para determinar la exposición al metilmercurio de los grupos que consumen pescado.

62. **Paso 3** – Si las concentraciones medias de mercurio en muestras compuestas de cabello son muy inferiores a los valores de referencia, no es necesario adoptar nuevas medidas. Sin embargo, si las concentraciones medias de mercurio en muestras compuestas de cabello de un subgrupo cualquiera exceden las que se consideran peligrosas, o si el margen de seguridad es relativamente pequeño, pueden analizarse las muestras de todas las personas. La evaluación de los resultados individuales determinará las poblaciones en situación de riesgo respecto del metilmercurio y si los niveles de las personas en los

percentiles más altos lo justifican, pueden obtenerse más detalles sobre la exposición, como se indica a continuación.

63. **Paso 4** – Si los resultados de la biovigilancia son elevados, puede estimarse la exposición al mercurio total debido al consumo de pescado de las personas de cada grupo en posible situación de riesgo teniendo en cuenta los hábitos alimentarios y los niveles totales de mercurio en el pescado que se consume. Ello puede hacerse utilizando un criterio estratificado con datos cada vez más ajustados de estimaciones del consumo de alimentos y de la concentración. El consumo de pescado por especie, cantidad y frecuencia puede obtenerse mediante encuestas del consumo alimentario de personas, complementadas con otra información. La determinación de la masa corporal de los consumidores también puede obtenerse en ese momento. Los niveles totales medios de mercurio en los tipos de pescado consumido más comúnmente pueden determinarse en muestras compuestas u obtenerse de datos disponibles en otros países.

64. **Paso 5** – De conformidad con los datos del paso anterior, la estimación de la exposición al mercurio total puede calcularse sobre una base semanal por kilogramo de peso corporal, que luego puede compararse con la ingesta semanal tolerable provisional de metilmercurio. Si la exposición es inferior al nivel de referencia, no es necesario adoptar más medidas en relación con el pescado, pero podría justificarse la investigación de otras fuentes de exposición al mercurio. Si la exposición al mercurio total calculada excede los niveles de referencia del metilmercurio, puede considerarse la posibilidad de analizar específicamente el metilmercurio en muestras compuestas de pescado.

65. **Paso 6** – Puede analizarse específicamente el metilmercurio en muestras compuestas de pescado para perfeccionar la evaluación de la exposición. Primero debe examinarse el tipo de pescado que se consume habitualmente. El coeficiente entre el metilmercurio y el mercurio total puede ser de apenas 0,3 en peces no depredadores de agua dulce. No obstante, en el caso de peces depredadores marinos este paso puede omitirse porque ese coeficiente suele ser del orden de 0,9.

66. **Paso 7** – Una vez que se determinó el nivel de metilmercurio en el pescado, puede ajustarse el cálculo de la exposición al metilmercurio multiplicando los datos de consumo de pescado por el contenido medio de metilmercurio en el pescado. Luego pueden expresarse los valores de ingesta sobre una base semanal y compararse con la ingesta semanal tolerable provisional de metilmercurio. Si el valor supera esta última, puede considerarse la posibilidad de poner en práctica intervenciones, según se describe infra.

Selección de opciones

67. En general, hay dos estrategias para reducir la exposición del público al metilmercurio en el pescado. Una se basa en la educación pública para influir sobre el consumo de pescado en las poblaciones en situación de riesgo y la otra utiliza medidas reglamentarias para reducir los niveles de metilmercurio en el pescado. Disminuir el mercurio en el medio ambiente por medio del control de las emisiones también puede reducir la exposición al metilmercurio en el largo plazo.

68. Las estrategias de educación pública destinadas a orientar el consumo de pescado son importantes para la gestión de los riesgos del metilmercurio. El objetivo ulterior de estas estrategias es cambiar las modalidades de consumo para que las personas en situación de riesgo sigan comiendo pescado y aprovechen sus beneficios para la salud, al tiempo que reducen su exposición al metilmercurio. Estas estrategias dependen de la comunicación eficaz de los riesgos, que se describe más detenidamente infra.

69. La otra estrategia de gestión de riesgos para reducir la exposición potencial al metilmercurio en el pescado consiste en establecer límites de concentración máxima aceptable. La Comisión Mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius ha establecido niveles orientativos para el metilmercurio de 1 mg/kg en peces depredadores grandes (como tiburón, pez espada, atún y lucio) y de 0,5 mg/kg en peces no depredadores. Los criterios reglamentarios, en el caso del metilmercurio en el pescado, tienen restricciones en cuanto a los costos y la eficacia y por sí solas podrían no traer aparejadas suficientes reducciones de la exposición.

Comunicación de los riesgos

70. La comunicación satisfactoria de los riesgos es un requisito previo de la gestión eficaz de los riesgos. Esto es cierto tanto para las estrategias de educación pública como para las reglamentarias. En lo que se refiere a la educación pública, el objetivo fundamental de la comunicación de los riesgos es

brindar información importante, pertinente y precisa en un lenguaje claro y comprensible dirigida a un público determinado acerca de los riesgos y beneficios del consumo de pescado y otras vías de exposición al mercurio.

71. En las primeras etapas de un programa de comunicación de los riesgos, una vez que se ha determinado que el metilmercurio en el pescado constituye un problema, los comunicadores de riesgos deben definir los objetivos que desean lograrse. Deben identificarse claramente los grupos en situación de riesgo, es decir el público al que va destinado. Una comunidad puede segmentarse y los distintos segmentos pueden recibir diferentes mensajes según sus necesidades y riesgos especiales. Por ejemplo, los riesgos neurológicos para fetos, mujeres en edad de procrear, mujeres embarazadas o mujeres que amamantan a sus hijos pueden examinarse por separado de los de otras subpoblaciones.

72. El grado de aceptación de las medidas de gestión de riesgos guarda una estrecha relación con la percepción pública de los riesgos. Por consiguiente, es esencial que los comunicadores de riesgos velen por que el proceso de comunicación de los riesgos revele información sobre la percepción del público en general acerca de los riesgos de exposición al mercurio relacionados con el consumo de pescado. La experiencia indica que, para ser más eficaz, la estrategia de comunicación de riesgos debe ajustarse a las características y preocupaciones especiales de los interesados, estar dirigida al público apropiado y tener en cuenta los factores culturales, sociales y económicos.

73. La comunicación de los riesgos y los beneficios del consumo de pescado debe ser un diálogo bidireccional. Los comunicadores de riesgos deben impartir a los interesados información clara y oportuna sobre los riesgos del metilmercurio y las medidas para gestionarlos. Si procede, en la evaluación de riesgos, la gestión de riesgos y el proceso de comunicación de los riesgos también deben abordarse, en la medida de lo posible, otros contaminantes (como bifenilos policlorados y dioxinas). También debe suministrarse información sobre los beneficios del consumo de pescado, así como sobre alimentos sustitutos, especialmente en regiones en que el pescado es una de las fuentes principales de alimentación. Esta información debe comunicarse de forma que los interesados la comprendan fácilmente y utilizando medios a los que tienen acceso.

Vigilancia y examen

74. Una vez aplicada, la opción de gestión de riesgos debe evaluarse para determinar si ha logrado sus objetivos. En el caso de la educación del público, el indicador es el grado de respuesta al mensaje clave del público al que va destinado. Este examen permite determinar posibles ajustes o mejoras que podrían incorporarse. Los comunicadores de riesgos deben establecer estrategias de evaluación específicas para medir la eficacia de su campaña.