

Señor o señora
Juez Circuito¹
Reparto
E. S. D

Ref.: Acción de tutela presentada contra la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Instituto Nacional de Salud (INS), el INVIMA, el Ministerio de Ambiente y CORPOAMAZONIA, por desconocer los derechos fundamentales al debido proceso, seguridad y/o soberanía alimentaria y participación de los destinatarios en su faceta de igualdad y acceso al trabajo, de la Comunidad Indígena Puerto Santander debido a la expedición de la Resolución 1710 de 2017.

Honorable Juez,

FRANCISCO JAVIER LARA SABOGAL, identificado con la C.C. No. 1.010.194.368 de Bogotá, y portador de la T. P. No. 226.832 del C. S. de la Judicatura en calidad de apoderado del señor Norman Hernán Zumaeta Cuellar identificado con cedula de ciudadanía Non 1.022.322.471, con fundamento en el artículo 86 de la Constitución Política, presento **ACCIÓN DE TUTELA** en contra de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap), el Instituto Nacional de Salud (INS), el INVIMA, el Ministerio de Ambiente y CORPOAMAZONIA, con el objeto de invocar la protección de los derechos fundamentales **(i)** al debido proceso, **(ii)** seguridad y soberanía alimentaria y **(iii)** participación de los destinatarios en su faceta de igualdad y acceso al trabajo, de la Comunidad Indígena Puerto Santander tanto en su faceta subjetiva como objetiva. Los cuales fueron vulnerados por las entidades accionadas según los siguientes:

I. HECHOS

1. El rio Caquetá Nace en el macizo colombiano, en el departamento de Cauca, directamente en el Cerro de Peñas Blancas, adyacente al páramo de las Papas,

¹ "Artículo 1 del Decreto 799 de 2025 Las acciones de tutela que se interpongan contra cualquier autoridad, organismo o entidad pública del orden nacional, así como las actuaciones del presidente de la República, incluyendo las relacionadas con seguridad nacional, y las actuaciones administrativas, Políticas, programas y/o estrategias del Gobierno Nacional relacionadas con la erradicación de cultivos ilícitos, serán repartidas, para su conocimiento en primera instancia, a los Jueces del Circuito o con igual categoría".

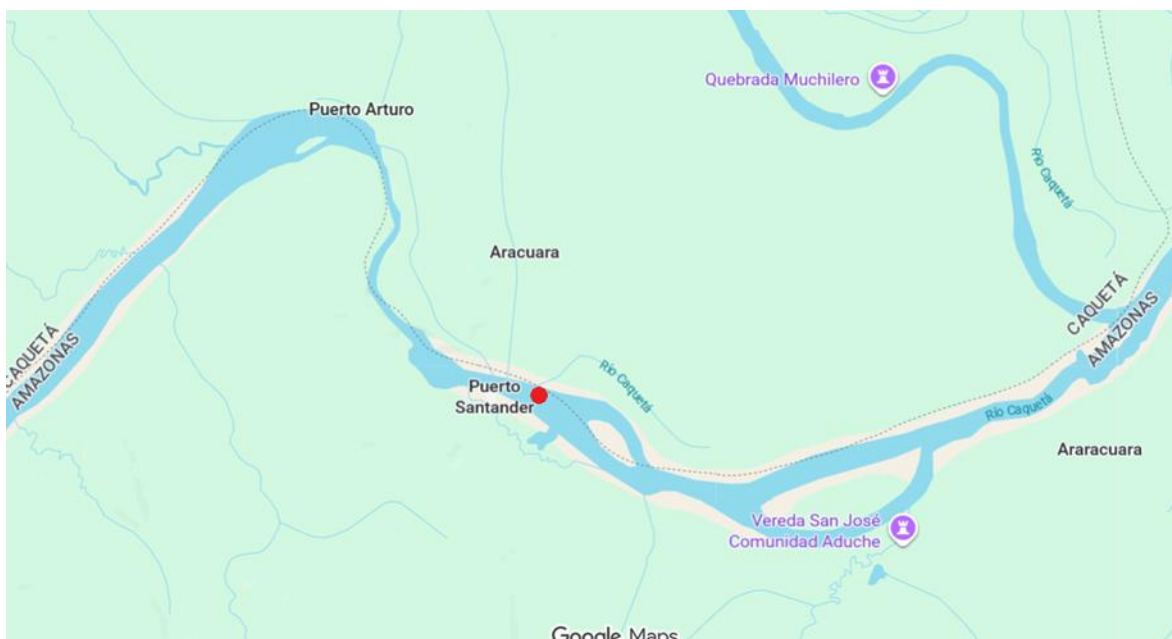
en la confluencia de las quebradas *Peñas Blancas*, *Las Lajas* y *Lagunaseca* a una altura de 3.850 msnm, **tiene una longitud de 2.200 kilómetros** y un caudal medio de 1.000 m³/s. El río Caquetá tiene una distribución monomodal, registrando los mayores caudales hacia la mitad del año (entre los meses de abril a septiembre) y los menores en los otros seis meses restantes del año (de octubre a marzo). Este régimen monomodal obedece a la distribución anual de las precipitaciones con períodos más lluviosos hacia la mitad del año y de tendencia seca al final y comienzo del año. La cuenca del Río Caquetá se divide en tres grandes zonas que reflejan cambios importantes en el territorio y en el comportamiento del río a lo largo de su recorrido (**cuenca alta, media y baja**)².

2. El Cañón de Araracuara se encuentra en la cuenca media del Río Caquetá. Esto se debe a que está ubicado en una zona de transición donde el río ya dejó atrás la región andina (cuenca alta), pero aún no ha llegado a las grandes llanuras inundables de la Amazonía baja. En este punto, cerca de Araracuara, el río atraviesa formaciones rocosas antiguas que generan rápidos y raudales, características típicas de la cuenca media. El cañón tiene un alto valor ecológico y paisajístico, con una gran diversidad biológica y condiciones naturales poco intervenidas.

3. Para el objeto de esta tutela, es fundamental tener en cuenta que el Cañón del Araracuara geográfica y espacialmente se encuentra en la siguiente **ubicación 0°37'15.55"S 72°23'00.17"W**, es decir, se encuentra en un punto estratégico del Río Caquetá donde el territorio marca una transición clara entre dos jurisdicciones: hacia el norte está Araracuara, en el departamento de Caquetá, y hacia el sur se ubica Puerto Santander, en el departamento del Amazonas. Este punto corresponde a un tramo clave de la cuenca media del río, donde la geografía cambia de manera abrupta. El río deja de ser amplio y tranquilo para encajonarse entre formaciones rocosas antiguas, generando una especie de frontera natural entre ambos departamentos. Además, esta zona tiene importancia social y territorial, ya que conecta áreas con presencia de

² La cuenca alta del Río Caquetá se localiza principalmente en la región andina y el piedemonte amazónico, abarcando territorios de los departamentos de Cauca, Putumayo y el occidente de Caquetá. En esta zona se encuentran municipios como Piamonte (Cauca), Puerto Guzmán (Putumayo) y áreas rurales del occidente caqueteño, donde el río inicia su recorrido. Es una región con mayor presencia institucional y poblacional, debido a su cercanía con la zona andina, lo que ha favorecido el desarrollo de actividades agropecuarias y la conformación de centros poblados. La red hidrográfica en este sector está influenciada por la topografía montañosa, lo que condiciona tanto la ocupación del territorio como el uso del suelo. En la cuenca media, el río atraviesa principalmente el departamento de Caquetá, extendiéndose hacia el suroriente del país. Aquí se destacan municipios como Solano, Caquetá, Solita y Cartagena del Chairá, los cuales tienen una relación directa con el río como eje de transporte y subsistencia. Este tramo también incluye zonas de difícil acceso y territorios con fuerte presencia de comunidades indígenas. La dinámica territorial cambia hacia un entorno más selvático, donde la conectividad depende en gran medida de los ríos. Además, en esta zona se encuentran formaciones geográficas relevantes como el Cañón de Araracuara, que marca un punto importante en la transición del río. La cuenca baja del Río Caquetá comprende territorios de los departamentos de Amazonas, Colombia y Vaupés, así como su continuidad en Brasil. En Colombia, se destacan áreas no municipalizadas y centros poblados como La Pedrera, donde la presencia estatal es limitada y predominan los resguardos indígenas. Es una región de muy baja densidad poblacional, con amplias zonas de conservación ambiental como el Parque Nacional Natural Cahuinari. En este tramo, el río se convierte en la principal vía de comunicación entre comunidades dispersas. Posteriormente, al ingresar a Brasil, el río adopta el nombre de Japurá y continúa su recorrido hasta desembocar en el Amazonas, consolidándose como una de las principales arterias hídricas de la región.

comunidades indígenas y zonas de difícil acceso donde el río es la principal vía de movilidad.



4. Colindante al Cañón de Araracuara se encuentra la Comunidad Indígena Puerto Santander. En términos económicos y de subsistencia, la vida de la comunidad se basa en un modelo tradicional sostenible. Practican la pesca³ en el río Caquetá⁴ en especial del pez mota, mapurito, simi o comegente, la caza en la selva y la agricultura de chagra, donde cultivan productos como yuca, plátano y maíz. Estas actividades no solo garantizan la alimentación, sino que están profundamente ligadas a su cosmovisión, donde el equilibrio con la naturaleza es fundamental.

5. Desde el punto de vista territorial, las comunidades tienen una relación estrecha y simbólica con el entorno. El río no es solo una fuente de recursos, sino un elemento central en su cultura, movilidad y espiritualidad. La selva es

³ Según la Agenda Nacional de Investigación en Pesca y Acuicultura (IICA) la pesca continental es artesanal y de subsistencia, y está dirigida a la extracción de especies ornamentales y de consumo como bagres, characidos y cíclidos en los ríos principales, tributarios y sus planicies inundables. En la actualidad, el sector pesquero y acuícola en Colombia evidencia un cambio estructural frente a 2010, con una producción total que para 2023–2024 supera las 270.000 toneladas, de las cuales cerca de 192.000 toneladas corresponden a la acuicultura (70%), mientras que la pesca de captura aporta alrededor de 81.000 toneladas (0%); dentro de esta última, se estima que aproximadamente la pesca marítima representa entre el 18% y 22% del total nacional (49.000–60.000 toneladas) y la pesca continental entre el 8% y 12% (21.000–32.000 toneladas), lo que confirma que la acuicultura —principalmente continental— se ha consolidado como la actividad predominante, desplazando en importancia relativa tanto a la pesca marina como a la continental, en un contexto de crecimiento sostenido del sector y mayor orientación hacia mercados nacionales e internacionales. Ver en https://sepec.aunap.gov.co/Archivos/Boletines%20tecnicos%20aunap/Documento%20Tecnico%20de%20Cuotas%202022.pdf?utm_source

⁴ La pesca y la acuicultura en Colombia son dos actividades de suma importancia dentro del sector agropecuario, destacándose por su crecimiento en los últimos años tanto por su viabilidad, como por su potencialidad para el desarrollo social y económico del país. Constituyen una actividad de interés público y se practica tanto a nivel marítimo como en las cuencas hidrográficas continentales, especialmente de los ríos Orinoco, Magdalena, Cauca, San Jorge, Amazonas, Atrato y Sinú; además de los diferentes cuerpos de aguas lagunares, represados y cenagosos. Ver en <https://upra.gov.co/es-co/sala-de-prensa/noticias/la-acuicultura-y-la-pesca-en-colombia-son-fuente-de-vida>

entendida como un espacio vivo, con significados espirituales y normas de uso. Esta relación implica prácticas de manejo tradicional que, en muchos casos, contribuyen a la conservación de la biodiversidad en la región amazónica.

6. El mercurio (Hg) es un metal noble que se caracteriza por encontrarse en estado líquido a temperatura ambiente y se encuentra de manera natural en todos los compartimientos del planeta: atmósfera, suelo, rocas y agua.

7. El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos — Invima, mediante Informe denominado *“Resultados del plan para la determinación de mercurio en el pescado mota (Calophysus macropterus), Ciclo 2015 (Octubre 2014 a Diciembre de 2015)”* afirmó en el año 2015 que se encontraba desarrollando diversos programas con el fin de *“determinar las concentraciones de mercurio que pueden estar presentes en pescados provenientes de las principales cuencas hidrográficas del país y que poseen los mayores volúmenes de pesca”*.

8. En igual sentido el Invima afirmó que diversos informes técnicos de Pesca y Acuicultura realizados en el año 2009, habían determinado que el bagre, bocachico y pescado mota según estudios realizados y presentados por ONG internacionales demuestran las altas concentraciones de mercurio que pueden ser un riesgo para los consumidores como en el caso de la especie *Calophysus macropterus*, conocido como mota, mapurito, simi o comegente, entre otros nombres comunes, que está presente en las Cuencas Amazónica y de la Orinoquía

9. Ante estos antecedentes el Director General de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca expidió la Resolución Número 1710 de 2017⁵ decisión en la cual se prohibió de manera precautoria y por tiempo indefinido, la captura en las Cuencas del Amazonas y Orinoco colombianas y la comercialización en todo el territorio colombiano de la especie de pez conocido como mota, mapurito, simi o comegente, hasta que la autoridad sanitaria manifieste e informe a la AUNAP que las condiciones sanitarias de la especie en mención han mejorado y, por lo tanto, cumple con las condiciones óptimas para el consumo humano⁶.

⁵ "Por la cual se prohíbe de manera precautoria, por tiempo indefinido, la captura en las Cuencas de la Amazonia y de la Orinoquía colombianas y la comercialización en el territorio colombiano de la especie *Calophysus macropterus* conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente"

⁶ Específicamente decretó: ARTÍCULO PRIMERO. PROHIBIR de manera precautoria, por tiempo indefinido, la captura en las Cuencas del Amazonas y Orinoco colombianas y la comercialización en todo el territorio colombiano de la especie *Calophysus macropterus*, conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente, en todas sus formas de presentación, hasta que la autoridad sanitaria manifieste e informe a la AUNAP que las condiciones sanitarias de la especie en mención han mejorado y, por lo tanto, cumple con las condiciones óptimas para el consumo humano. PARÁGRAFO. Para los efectos de la presente resolución, la Cuenca de la Amazonia la comprenden los departamentos de Amazonas, Caquetá, Putumayo y sus tributarios; la Cuenca de la Orinoquia la comprenden los departamentos de Vaupés, Guaviare, Guainía, Meta, Vichada, Casanare, Arauca y sus tributarios. ARTÍCULO SEGUNDO. A partir de la fecha de expedición de la presente resolución, se modifican todos los permisos de comercialización y de pesca comercial artesanal en lo

10. Ante esta situación es claro que desde el año 2017 hasta el día de hoy los habitantes de la Comunidad Indígena Puerto Santander se han visto privados de ejercer una de sus principales actividades como lo es la captura y comercialización de esa especie de pez, afectando así los derechos fundamentales al debido proceso, seguridad y soberanía alimentaria, buen nombre y trabajo de la Comunidad Indígena Puerto Santander.

11. La afectación de derechos fundamentales en el presente caso se configura a partir de la imposición de una **prohibición general, indefinida y continua** sobre la captura y comercialización de la especie *Calophysus macropterus*, conocida como mota, mapurito, simi o comegente, actividad que históricamente ha constituido una de las principales fuentes de subsistencia económica, alimentaria y cultural de la Comunidad Indígena Puerto Santander, asentada en inmediaciones del Cañón de Araracuara, en la cuenca media del Río Caquetá. En efecto, desde la expedición de la Resolución 1710 de 2017 por parte de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca — AUNAP, la comunidad se ha visto privada de desarrollar una práctica tradicional estrechamente vinculada a su supervivencia material y a su cosmovisión ancestral. La pesca en el Río Caquetá no constituye únicamente una actividad económica aislada, sino una práctica integral que articula la alimentación diaria, el intercambio comunitario, la movilidad fluvial, la adquisición de recursos vía comercialización, la transmisión de conocimientos tradicionales y la relación espiritual con el territorio amazónico.

12. Así mismo, la medida administrativa cuestionada produjo una afectación profunda sobre los derechos culturales y territoriales de la Comunidad Indígena Puerto Santander, debido a que alteró de manera significativa las prácticas tradicionales de manejo del entorno natural y desconoció la especial relación espiritual y simbólica que las comunidades indígenas mantienen con el Río Caquetá y la selva amazónica. Pues, el río constituye un eje central de la vida comunitaria, no solo como fuente de alimento y transporte, sino como un espacio sagrado que estructura la identidad colectiva, las prácticas ancestrales y los sistemas tradicionales de conocimiento. Por lo cual, la prohibición indefinida de captura y comercialización de la especie mota incide directamente sobre dichas dinámicas culturales, en tanto impide el desarrollo de actividades transmitidas

que refiere a la especie *Calophysus macropterus*, conocida como mota, mapurito, simi o comegente, por lo tanto, la Dirección Técnica de Administración y Fomento hará la revisión y modificación de los permisos correspondientes. PARÁGRAFO. Aunado a lo anterior y para dar cumplimiento a esta medida conforme a la medida ordenada, a partir de la fecha no se expedirán permisos de pesca comercial artesanal, procesamiento, comercialización ni salvoconductos autorizando la comercialización o movilización de la especie *Calophysus macropterus*, conocida como mota, mapurito, simi o comegente.

históricamente entre generaciones y altera las formas tradicionales de interacción con el ecosistema amazónico.

13. De igual manera, dicha medida desconoció el derecho fundamental al debido proceso administrativo de la Comunidad Indígena Puerto Santander, en la medida en que la medida precautoria adoptada por la Resolución 1710 de 2017 se ha mantenido de manera indefinida desde hace varios años, sin que se advierta la existencia de mecanismos periódicos de revisión, evaluación diferenciada o concertación con las comunidades directamente afectadas por la prohibición. Aunque la finalidad de la medida se relaciona con la protección de la salud pública frente a los posibles riesgos derivados de concentraciones de mercurio en determinadas especies de peces amazónicos, lo cierto es que sus efectos recaen de manera desproporcionada sobre comunidades ribereñas e indígenas que históricamente han desarrollado prácticas sostenibles de pesca tradicional en el Río Caquetá.

14. En este sentido, la ausencia de medidas complementarias orientadas a garantizar alternativas económicas, alimentarias o culturales para la comunidad accionante profundiza el impacto constitucional de la decisión administrativa y genera una carga excesiva sobre una población en situación de vulnerabilidad territorial y social. Por consiguiente, la afectación de derechos fundamentales en el presente caso no puede analizarse exclusivamente desde una perspectiva sanitaria o ambiental, sino que exige un examen integral que armonice la protección de la salud pública con los derechos fundamentales al trabajo, la identidad cultural, la soberanía alimentaria, el debido proceso y la dignidad humana de la Comunidad Indígena Puerto Santander.

DERECHOS VULNERADOS

Los hechos descritos configuran una violación al derecho al debido proceso (artículo 29 de la Constitución), seguridad y soberanía alimentaria (artículo 64 de la Constitución) y participación de los destinatarios en su faceta de igualdad (artículo 11 de la Constitución) y acceso al trabajo (artículo 53 de la Constitución), disposiciones que de conformidad al artículo 93 de la Carta hacen igualmente parte del bloque de constitucionalidad.

A continuación, se ilustrará el alcance de esos derechos y la razón por las cuales las entidades tuteladas desconocieron los mismos.

CONSIDERACIONES SOBRE LA VIOLACIÓN DE DERECHOS

La actividad pesquera en Colombia y su relación con la materialización de diversos mandatos reconocidos en la constitución del 91

Según ha precisado la Organización de las Naciones Unidas mediante el programa para la alimentación y agricultura: *“Desde la antigüedad, la pesca constituye para la humanidad una fuente importante de alimentos y proporciona empleo y beneficios económicos a quienes se dedican a esta actividad. Antes se consideraba que la riqueza de los recursos acuáticos fuese un don ilimitado de la naturaleza. Sin embargo, el desarrollo de los conocimientos y la evolución dinámica de las pesquerías, después de la segunda guerra mundial han hecho desvanecer este mito para constatar que los recursos acuáticos, aun siendo renovables, son limitados y tienen que someterse a una ordenación adecuada si se quiere que su contribución al bienestar nutricional, económico y social de la creciente población mundial sea sostenible”*⁷.

Para el caso colombiano debe precisarse que nuestro país cuenta con un clima tropical con una gran cantidad de cuencas hidrográficas que lo posicionan en un lugar destacado en recursos hídricos en el mundo; posee una de las mayores diversidades de peces del planeta y uno de los más altos índices de biodiversidad del mundo. El país cuenta con múltiples sistemas hidrológicos diversificados en cuerpos de agua dulce, salobres y marinos⁸.

La pesca se ha desarrollado principalmente en tres frentes de actividades específicas que son: marítima, continental y la acuicultura⁹. Colombia cuenta con una longitud de costa de 3.240 km, ríos de 988 000 km² de mar territorial y 7 000 km² de ciénegas y otros cuerpos de agua continentales, con una vasta diversidad biológica.

⁷ Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO

⁸ Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP - La Pesca y la Acuicultura en Colombia, Informe Mayo De 2014.

⁹ Se debe aclarar que conforme al artículo 273° del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y protección al medio ambiente, por su finalidad la pesca se clasifica así: “(i) Comercial, o sea la que se realiza para obtener beneficio económico y puede ser: a. Artesanal, o sea la realizada por personas naturales que incorporan a esta actividad su trabajo o por cooperativas u otras asociaciones integradas por pescadores, cuando utilicen sistemas y aparejos propios de una actividad productiva de pequeña escala, b. Industrial, o sea la realizada por personas naturales o jurídicas con medios y sistemas propios de una industria de mediana o grande escala; (ii) De subsistencia, o sea la efectuada sin ánimo de lucro, para proporcionar alimento a quien la ejecute y a su familia. (iii) Científica, o sea la que se realiza únicamente para investigación y estudio; (iv) Deportiva, o sea la que se efectúa como recreación o ejercicio, sin otra finalidad que su realización misma; (v) De control, o sea la que se realiza para regular determinadas especies, cuando lo requieran circunstancias de orden social, económico o ecológico, y (vi) De fomento, o sea la que se realiza con el exclusivo propósito de adquirir ejemplares para establecer o mantener criaderos particulares de especies hidrobiológicas”.

Colombia desarrolla la pesca industrial en sus océanos Atlántico y Pacífico; la pesca artesanal en ambas costas y en aguas continentales (ríos, lagos, lagunas, embalses y canales). La producción acuícola ha aumentado de más de 100 por ciento en los últimos 10 años, la producción en 2021 se estimó en cerca 193.000 toneladas. Las principales especies acuícolas son la tilapia (más del 60 por ciento de la producción), el camarón marino, la trucha y algunas especies amazónicas (cachama, bocachico, dorada y surubí)¹⁰.

Según datos de la AUNAP del año 2026, el sector pesquero y acuícola hoy sustenta a más de 200.000 familias pescadoras, y además el sector pesquero y acuícola desempeña un papel estratégico en la seguridad alimentaria del país, con aproximadamente el 3,3% del PIB agropecuario, consolidándose como un componente relevante en la economía rural y en el abastecimiento de alimentos, es decir, que tal y como lo expuso la Corte Constitucional en sentencia T-606 de 2015 *“los sistemas pesqueros son expresión de una estrecha relación sociedad-naturaleza a través de numerosas funciones ecológicas que resultan en los servicios ecosistémicos necesarios para provisión de peces. El sector pesquero, si bien no es significativo en términos del PIB, si lo es para muchas comunidades. La pesca artesanal continental es fuente de actividad productiva y seguridad alimentaria para más de un millón de colombianos”*. Sobre el particular la AUNAP recientemente sobre este tópico expuso:

*“El consumo de pescado en Colombia mantiene su tendencia al alza. En la última década pasó de 5,3 a 11,4 kilogramos **per cápita en 2025**, un crecimiento impulsado por el avance de la acuicultura nacional, campañas de promoción y una mayor preferencia por fuentes de proteína saludables. (...) la creciente demanda refleja el fortalecimiento del sector pesquero y acuícola, que **hoy sustenta a más de 200.000 familias pescadoras y 36.000 productoras de acuicultura**.*

*El abastecimiento proviene en un 57% de la acuicultura, 15% de la pesca de captura y 28% de importaciones. **El sector pesquero y acuícola desempeña un papel estratégico en la seguridad alimentaria del país, con aproximadamente el 3,3% del PIB agropecuario, consolidándose como un componente relevante en la economía rural y en el abastecimiento de alimentos.** Asimismo, es fundamental para el sustento de miles de familias pescadoras y acuicultoras, especialmente en zonas rurales y costeras. Para esta semana mayor existe una oferta suficiente y diversificada (acuicultura, pesca e importaciones) que garantiza el suministro en todo el país¹¹”*

En el ámbito doméstico la Corte Constitucional en diversos pronunciamientos, ha destacado la importancia de los ecosistemas hídricos para garantizar los derechos de las comunidades que emplean la pesca como medio de subsistencia. Sobre el particular en sentencia T-547 de 1996 afirmó que *“el daño ecológico marítimo*

¹⁰ <https://www.fao.org/fishery/es/facp/col>

afecta sobremanera a quien tiene por oficio la pesca”. La Corte igualmente ha destacado la importancia de la pesca artesanal para los pueblos indígenas que obtienen sus alimentos en las cuencas hidrográficas de nuestro país. En este sentido la sentencia T-652 de 1998 resaltó lo siguiente¹²:

“La pesca cotidiana, que de manera gratuita enriquecía la dieta embera con proteínas y grasas de origen animal, se hizo improductiva y no podrá volverse a practicar hasta después de una década o más; la caza, práctica esporádica y complementaria, no tiene objeto en los terrenos deforestados de Iwagadó y requiere de largos desplazamientos en Karagabí, a más de ser insuficiente para compensar la pérdida del pescado; la entresaca de madera está prohibida, y la rotación de cultivos seriamente restringida con la superposición de las tierras de los actuales resguardos con el Parque Nacional Natural; adicionalmente, con la inundación de la presa perderán las vegas aluviales que les permitían obtener al menos dos ricas cosechas al año; las corrientes que les permitían transportarse serán reemplazadas por aguas quietas; los referentes geográficos conocidos por todos y los sitios sagrados relacionados con rápidos y estrechos del río ya no van a estar allí cuando se inunde la presa”¹³”

En concordancia con esta línea de pensamiento, en la sentencia T-348 de 2012 la Corte conoció la afectación sufrida por una comunidad de pescadores que fueron aislados de sus medios de subsistencia por la construcción de una obra en las inmediaciones de la ciudad de Cartagena. En dicho fallo se señaló:

“Teniendo clara la relación que existe entre el derecho al trabajo y la libertad de escoger profesión y oficio, y los beneficios que el ejercicio de ambos derechos fundamentales trae a las personas, es necesario hacer alusión a aquellas comunidades de personas que su oficio diario depende de los recursos naturales dispuestos a su alrededor, como los campesinos y los pescadores, quienes dependen de la tierra y los frutos de ella o de las fuentes hídricas. Estas son comunidades de personas que en su libre determinación y por su identidad cultural, han elegido como oficio la siembra, producción, pesca y distribución de alimentos con la utilización de medios rudimentarios y artesanales (...) Ahora bien, concretamente en relación con los grupos y asociaciones de pescadores artesanales o de pequeña escala a nivel mundial, que se han fortalecido también por el movimiento mencionado, es importante hacer alusión a la Conferencia Global de Pescadores de Pequeña Escala realizada por el Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO en Bangkok en el 2008, en la que se redactó un documento en el que se reconocen los derechos humanos de las comunidades pesqueras artesanales. Lo importante del contenido de la declaración -que también es basada en el concepto de soberanía alimentaria- es que reconoce un conjunto de derechos entre los cuales está el de asegurar el acceso de estas comunidades a sus espacios marinos tradicionales de pesca y el de garantizar su participación en las decisiones que afecten las costas donde ejercen su oficio, participación que debe ser previa, informada y bajo su consentimiento. Asimismo, se invita a los Estados a proteger

¹² En el caso sub examine la Corte analizó las tutelas acumuladas de varios indígenas que se vieron afectados para la construcción de la represa del Urrá.

¹³ Informe citado por la Corte en el fallo en mención.

la identidad cultural, la dignidad humana y el ejercicio de los derechos tradicionales de las comunidades pesqueras, y se reconoce la interdependencia e interconexión entre el bienestar y calidad de vida de las comunidades costeras y los ecosistemas acuáticos de los que depende su sustento diario”.

Conforme a lo expuesto se permite concluir que: **(i)** es deber del Estado proteger los ecosistemas en los cuales las comunidades pesqueras ejercen su actividad, en especial cuando por la acción u omisión estatal o de los particulares puedan afectarse las prácticas tradicionales de subsistencia. Así, en caso de intervenciones en su medio de trabajo debe garantizarse la “*sostenibilidad social*”, en el sentido de elevar el control que la gente tiene sobre sus vidas y mantener la identidad y cultura de cada comunidad; **(ii)** es una obligación del Estado proteger el “espacio vital”, como una ubicación laboral, en donde la comunidad pesquera ejerce su oficio tradicional; y **(iii)** existe el deber de las autoridades de fomentar y proteger especialmente la actividad pesquera, acorde con el artículo 65 de la Constitución Política.

Lo anterior por cuanto no se debe olvidar que el recurso pesquero, a diferencia de otros recursos, tiene una connotación jurídica de “*Res Nullius*”, lo que significa que carece de dueño (los recursos pesqueros son bienes comunes y por lo tanto son de todos y no son de nadie) y, le corresponde al Estado velar por su administración y generar las reglas y condiciones para acceder al mismo.¹⁴ Conforme a lo anteriormente expuesto, es claro que la contaminación y destrucción de los ecosistemas fluviales del país no puede considerarse tan solo como una situación de protección de la calidad de los alimentos, ya que muchas veces la interrelación del medio pesquero con las comunidades genera que cualquier acción que de alguna manera restrinja esta actividad, ocasione un problema social y económico del cual dependen decenas de miles de pescadores artesanales.

Tensión constitucional de derechos de la Comunidad Indígena Puerto Santander y los consumidores de productos pesqueros en el *sub examine*.

Antes de iniciar a ilustrar el alcance constitucional de los derechos constitucionales invocados en el presente escrito de tutela y las razones por las cuales las entidades accionadas desconocieron los mismos. En el asunto *sub examine* resulta evidente la existencia de una discusión de naturaleza eminentemente constitucional que debe ser conocida por el juez de tutela, debido a que la controversia planteada trasciende ampliamente un debate técnico, sanitario o administrativo sobre la contaminación por mercurio en determinadas especies hidrobiológicas de las cuencas de la Amazónica.

¹⁴ Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP - La Pesca y la Acuicultura en Colombia, Informe Mayo De 2014.

En realidad, el núcleo del problema jurídico radica en determinar si la actuación de las entidades accionadas, particularmente la expedición y mantenimiento indefinido de la Resolución 1710 de 2017 por parte de la AUNAP, armoniza adecuadamente la protección de la salud pública y del medio ambiente con los derechos fundamentales de una comunidad indígena amazónica cuya subsistencia económica, alimentaria, cultural y espiritual depende históricamente de la pesca tradicional en el Río Caquetá.

Así, la controversia involucra directamente la tensión entre distintos mandatos constitucionales concurrentes: de un lado, el deber estatal de proteger la salud pública, la seguridad alimentaria y el medio ambiente; y del otro, la obligación constitucional reforzada de proteger la diversidad étnica y cultural, la autonomía de los pueblos indígenas, el derecho al trabajo, la soberanía alimentaria y las prácticas tradicionales de subsistencia. En consecuencia, el conflicto planteado no puede ser reducido a un examen de mera legalidad administrativa, pues exige un juicio de ponderación constitucional sobre la proporcionalidad, razonabilidad y efectos materiales de las medidas adoptadas por el Estado frente a comunidades indígenas especialmente protegidas.

En igual sentido, el presente caso plantea una discusión constitucional compleja relacionada con la protección reforzada que la Constitución Política reconoce a las comunidades indígenas y a las formas tradicionales de aprovechamiento sostenible del territorio y los recursos naturales. Tal como se desprende de los antecedentes expuestos, la Comunidad Indígena Puerto Santander mantiene una relación integral y simbólica con el Río Caquetá y el ecosistema amazónico, donde la pesca de la especie mota no constituye exclusivamente una actividad económica, sino una práctica ancestral ligada a la alimentación, la movilidad fluvial, el intercambio comunitario, la transmisión de conocimientos tradicionales y la espiritualidad colectiva.

Bajo este contexto, la prohibición absoluta e indefinida de captura y comercialización de dicha especie genera impactos directos sobre la identidad cultural y territorial de la comunidad. Lo cual es especialmente relevante si se tiene en cuenta que la jurisprudencia constitucional ha reconocido de manera reiterada que las actividades tradicionales de pesca artesanal desarrolladas por comunidades indígenas y ribereñas poseen una especial protección constitucional, debido a su estrecha relación con la dignidad humana, la seguridad alimentaria y la preservación cultural. Por consiguiente, corresponde al juez constitucional en el *sub examine* identificar si las medidas estatales adoptadas desconocieron el enfoque diferencial exigible cuando las decisiones administrativas afectan de manera directa las prácticas ancestrales de pueblos indígenas amazónicos.

Así mismo, el debate constitucional sometido a consideración del juez de tutela en la presente tutela involucra la eventual vulneración del derecho fundamental al debido proceso administrativo en su dimensión sustancial y participativa. En efecto, de los hechos expuestos se desprende que la Resolución 1710 de 2017 ha permanecido vigente de manera indefinida desde hace varios años, sin que se evidencie la existencia de mecanismos periódicos de revisión, evaluación territorial diferenciada o escenarios efectivos de participación de las comunidades directamente impactadas por la prohibición. Aunque la medida (aparentemente) se fundamentó en estudios técnicos relacionados con posibles concentraciones de mercurio en determinadas especies de peces amazónicos, ello no releva al Estado de su obligación constitucional de garantizar que las medidas precautorias sean proporcionales, razonables y respetuosas de los derechos fundamentales de las poblaciones afectadas.

Adicionalmente, el presente caso involucra una discusión constitucional relacionada con el alcance de los derechos fundamentales a la seguridad y soberanía alimentaria de comunidades indígenas amazónicas que dependen directamente de los recursos hidrobiológicos del Río Caquetá para garantizar su subsistencia. En este caso concreto, la prohibición prolongada de captura y comercialización de la especie mota impacta directamente uno de los principales componentes alimentarios y económicos de la comunidad accionante, localizada además en una zona remota de difícil acceso donde las alternativas de abastecimiento externo son limitadas. Bajo estas circunstancias, la discusión trasciende claramente el ámbito de la regulación pesquera y se ubica en el terreno de la protección constitucional de poblaciones históricamente marginadas y territorialmente vulnerables.

En consecuencia, corresponde al juez de tutela analizar si la actuación estatal desconoció el deber constitucional de adoptar medidas diferenciadas orientadas a evitar cargas desproporcionadas sobre comunidades indígenas cuya subsistencia depende directamente del ecosistema fluvial amazónico.

El derecho a la seguridad y soberanía alimentaria de las comunidades pesqueras

El artículo 65 de la Constitución dispone que la producción de alimentos pecuarios y pesqueros gozará de la especial protección del Estado. Con ello está previendo la seguridad alimentaria como principio y, por esa vía, exigiendo del Estado la protección e impulso de la producción de alimentos. Adicionalmente, de tal disposición se desprende un deber orientado a la satisfacción de las necesidades del mercado interno. Dice la norma:

*“La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto, se **otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades** agrícolas, pecuarias, **pesqueras**, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras. De igual manera, el Estado promoverá la investigación y la transferencia de tecnología para la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con el propósito de incrementar la productividad”.*

El derecho a la alimentación está íntimamente relacionado con la garantía al mínimo vital. Sobre dicho aspecto la Corte Constitucional ha afirmado que:

*“El mínimo vital ha sido considerado como el derecho que tienen todas las personas a vivir bajo unas condiciones básicas o elementales que garanticen un mínimo de subsistencia digna, **a través de los ingresos** que les permitan satisfacer sus necesidades más urgentes como son **la alimentación**, el vestuario, la vivienda, el acceso a los servicios públicos domiciliarios, la atención en salud, la educación, entre otras”.*¹⁵

En esta dirección, la jurisprudencia constitucional, ha reconocido que, del derecho a la alimentación, consagrado en el artículo 65 de la Constitución, se desprende otra garantía como lo es la seguridad alimentaria. Sobre el particular, en sentencia C-864 de 2006 la Corte indicó que se “*vulnera el deber de seguridad alimentaria reconocido en el artículo 65 del Texto Superior, cuando se desconoce el grado de garantía que debe tener toda la población, de disponer y tener acceso oportuno y permanente a los alimentos que cubran sus requerimientos nutricionales, tratando de reducir la dependencia externa y tomando en consideración la conservación y equilibrio del ecosistema para beneficio de las generaciones*”¹⁶

Lo anterior, cobra aún mayor sentido cuando se analiza la protección de la producción alimentaria como fundamento de dos derechos, los cuales son el derecho social individual a la alimentación adecuada y a no tener hambre, y el derecho colectivo de la seguridad alimentaria¹⁷.

En igual sentido, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, en su Observación General número 12, estableció que el derecho a la alimentación adecuada se ejerce “*cuando todo hombre, mujer o niño, ya sea sólo o en común con otros, tiene acceso físico y económico, en todo momento, a la alimentación adecuada **o a medios para obtenerla***”. La Observación General, adicionalmente, reconoce que para erradicar el problema del hambre y la malnutrición no basta con incrementar la producción de alimentos, sino que también es necesario garantizar que la población más vulnerable tenga disponibilidad y acceso a ellos.

¹⁵ Cfr. Sentencia T-920 de 2009.

¹⁶ Sentencia C-644 de 2012.

¹⁷ Ibidem.

Por eso el Comité precisó que el derecho a la alimentación tiene cuatro aristas: i) disponibilidad, b) accesibilidad, c) estabilidad y d) utilización de los alimentos.

Respecto a las dos primeras aristas, la Observación General señala:

“Por disponibilidad se entienden las posibilidades que tiene el individuo de alimentarse ya sea directamente, explotando la tierra productiva u otras fuentes naturales de alimentos, o mediante sistemas de distribución, elaboración y de comercialización que funcionen adecuadamente y que puedan trasladar los alimentos desde el lugar de producción a donde sea necesario según la demanda”; y la accesibilidad hace referencia a que los individuos tengan acceso a alimentos adecuados, tanto en términos económicos como físicos. Tanto la disponibilidad de alimentos como el acceso sostenible a ellos, están determinados, entre otros factores, por las condiciones de sostenibilidad ambiental, las cuales se aseguran si existe una gestión pública y comunitaria prudente de los recursos que aseguren la disponibilidad de alimentos a las generaciones presentes y futuras”¹⁸.

Ahora bien, en lo que respecta al derecho a la seguridad alimentaria de las comunidades pesqueras la Corte Constitucional en sentencia T-606 de 2015 sobre el particular expuso: *“La pesca, incluida la acuicultura, constituye una fuente de alimentos, empleo, recreación, comercio y bienestar económico para las poblaciones de todo el mundo, tanto para las generaciones presentes como para las futuras, y por lo mismo, debe llevarse a cabo de forma responsable. En lo que respecta a nuestro país, la actividad pesquera se desarrolla con alta diversidad, métodos y artes de pesca según la región. Es muy seguramente una de las actividades agropecuarias que más aporta a la seguridad alimentaria, ya que a pesar de las complejidades que pueda tener de índole ambiental o pesquero, en las riberas de los ríos y en los litorales colombianos **existe una amplia población que depende del sustento diario a través de la pesca de pequeña escala o artesanal**”.*

Por ser un país rico en recursos hídricos, la pesca se concibe como una alternativa económica importante para miles de pescadores marinos y ribereños continentales, quienes logran con ella garantías para su seguridad alimentaria. Sin embargo, la pesca, especialmente la continental, se está viendo comprometida por factores externos como la sobrepesca y la contaminación ambiental, observándose que las producciones presentan tendencias decrecientes en las últimas décadas, lo que hace que los pescadores deban buscar otras alternativas de producción de recursos.¹⁹

¹⁸ “Guía para legislar sobre el derecho a la alimentación”. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO (2010).

¹⁹ Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP - La Pesca y la Acuicultura en Colombia, Informe Mayo De 2014. En igual sentido, de las pruebas allegadas por Parques Nacionales Naturales se destaca que “elINDERENA en 1987 identificó la pesca como una de las presiones a mitigar en las áreas de Parques Nacionales Naturales de Colombia, actividad enmarcada en el aprovechamiento de los recursos

En este sentido, conforme afirmó la Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales, los riesgos ambientales y la destrucción de los ecosistemas generan un grave impacto a las comunidades pesqueras que ejercen dicha actividad para lograr su subsistencia. Sobre el particular la entidad manifestó:

“Los riesgos ambientales que afectan los ecosistemas acuáticos tanto marino costeros como continentales se relacionan con la presión ejercida sobre los recursos hidrobiológicos, alteración de sus ciclos de vida, pérdida de especies migratorias, disminución del recurso pesquero, alteración de sistemas ecológicos, lo cual se potencializa con la alteración de regímenes hidrológicos y el represamiento de ríos, al igual que la contaminación, la erosión costera, el turismo, la minería, los desarrollos portuarios y urbanísticos, el cambio climático y la pesca. El desarrollo de actividades pesqueras al interior de las áreas protegidas, tanto por comunidades al interior como del exterior de las mismas generan disminución de especies de interés comercial, reducción en las capturas y en los ingresos económicos de los pescadores, agravando la situación social”

Así las cosas, puede afirmarse que como una faceta del derecho a la seguridad alimentaria de las comunidades pesqueras existe el deber del Estado de garantizar que la comercialización de los productos pesqueros sea una prioridad nacional, más aún cuando, según afirmó el propio Gobierno Nacional, de dicha actividad se benefician entre la cadena de pesca, producción, explotación y consumo, más de un millón de colombianos.

Razones por las cuales en la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Instituto Nacional de Salud (INS) y el INVIMA, desconocieron el derecho fundamental a la seguridad y soberanía alimentaria de la Comunidad Indígena Puerto Santander al proferir la Resolución 1710 de 2017.

La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca — AUNAP, el Instituto Nacional de Salud — INS y el INVIMA desconocieron el derecho fundamental a la seguridad y soberanía alimentaria de la Comunidad Indígena Puerto Santander al expedir y mantener vigente la Resolución 1710 de 2017, debido a que adoptaron una medida general, indefinida y homogénea que no valoró adecuadamente las condiciones territoriales, culturales y alimentarias particulares de la comunidad amazónica afectada.

Así las cosas, aunque la finalidad de la decisión administrativa estuvo orientada a prevenir riesgos derivados de posibles concentraciones de mercurio en la especie *Calophrys macropterus* —mota, mapurito, simi o comegente—, las

naturales y que junto con el uso del territorio y los conflictos socioeconómicos con la población aledaña a las áreas protegidas, constituyen tres aspectos fundamentales de la problemática que afecta a los Parques Nacionales Naturales”.

entidades accionadas omitieron realizar una ponderación constitucional entre la protección sanitaria y los derechos fundamentales de una población indígena cuya subsistencia depende históricamente de la pesca tradicional en el Río Caquetá. En efecto, la prohibición absoluta de captura y comercialización eliminó una de las principales fuentes de abastecimiento alimentario y de sostenimiento económico de la comunidad accionante, sin establecer mecanismos alternativos que garantizaran el acceso permanente a proteínas, ingresos o actividades equivalentes de subsistencia.

De esta manera, las autoridades accionadas desconocieron que el derecho a la seguridad alimentaria no se reduce únicamente al control sanitario de los alimentos, sino que comprende también la garantía de disponibilidad, accesibilidad, estabilidad y sostenibilidad de los medios tradicionales de producción alimentaria de las comunidades étnicas. Así mismo, las entidades accionadas vulneraron el derecho fundamental a la soberanía alimentaria de la Comunidad Indígena Puerto Santander pues la Resolución 1710 de 2017 desconoció la facultad de las comunidades indígenas de conservar y desarrollar sus propias prácticas tradicionales de producción, obtención, comercialización y consumo de alimentos conforme a su cultura y cosmovisión ancestral.

Como se expuso anteriormente, la jurisprudencia constitucional y los instrumentos internacionales sobre derecho a la alimentación han reconocido que la soberanía alimentaria implica el derecho de los pueblos a decidir sus propios modelos de producción alimentaria y a mantener el control sobre los recursos naturales que históricamente garantizan su subsistencia. Sin embargo, en el presente asunto la medida precautoria impuso una restricción uniforme sobre una actividad ancestral profundamente vinculada a la identidad cultural y territorial de la comunidad accionante, sin adelantar procesos efectivos de concertación, participación o evaluación diferenciada respecto de las dinámicas propias del territorio amazónico.

Así, las entidades accionadas desconocieron que la pesca y comercialización de sus productos en el Río Caquetá no constituye únicamente una actividad económica aislada, sino una práctica integral asociada a la transmisión de conocimientos tradicionales, la cohesión comunitaria, la movilidad fluvial y la espiritualidad indígena. Por ello, al impedir de manera indefinida el aprovechamiento de la especie mota, las entidades accionadas alteraron directamente la capacidad de la comunidad para decidir sobre sus propios sistemas alimentarios y sobre el uso tradicional de los recursos hidrobiológicos del territorio.

De igual manera, la actuación de la AUNAP, el INS y el INVIMA desconoció el componente de accesibilidad material y económica del derecho fundamental a la alimentación adecuada. La Comunidad Indígena Puerto Santander se encuentra ubicada en una zona remota de la cuenca media del Río Caquetá, colindante con el Cañón de Araracuara, donde las condiciones geográficas dificultan significativamente el acceso permanente a mercados, cadenas de abastecimiento y alimentos externos. Bajo dichas circunstancias, la pesca artesanal y comercialización de sus productos constituye una fuente esencial e inmediata de proteína y sustento económico para las familias indígenas de la región y de otras que han tenido que migrar a Bogotá u otras ciudades, pero desean conservar su alimentación.

No obstante, pese a conocer las condiciones de vulnerabilidad territorial y aislamiento geográfico de la comunidad, las entidades accionadas adoptaron una prohibición prolongada sin implementar medidas compensatorias orientadas a garantizar alternativas reales de alimentación o sustitución productiva. En consecuencia, la restricción impuesta trasladó a la comunidad indígena la totalidad de las cargas sociales y económicas derivadas de la política sanitaria estatal, generando un impacto desproporcionado sobre una población que depende directamente de los recursos hidrobiológicos del Río Caquetá para asegurar su mínimo vital y su subsistencia cotidiana.

En el mismo sentido, las entidades accionadas desconocieron el carácter diferencial y reforzado de protección constitucional que ampara a las comunidades indígenas en materia de seguridad alimentaria. La Constitución Política reconoce que los pueblos indígenas son sujetos de especial protección constitucional debido a su situación histórica de marginalidad, vulnerabilidad territorial y dependencia cultural respecto de sus ecosistemas tradicionales.

Bajo este marco, cualquier medida administrativa que afecte directamente sus prácticas ancestrales de subsistencia exige un análisis reforzado de proporcionalidad y la adopción de enfoques diferenciales adecuados. Sin embargo, la Resolución 1710 de 2017 fue aplicada de manera uniforme sobre todas las cuencas amazónicas, sin distinguir las particularidades culturales, ambientales y alimentarias de comunidades específicas como Puerto Santander. La ausencia de estudios territoriales diferenciados, evaluaciones focalizadas sobre la cuenca media del Río Caquetá y mecanismos de seguimiento participativo demuestra que las entidades accionadas privilegiaron exclusivamente una aproximación sanitaria abstracta, desconociendo el impacto constitucional concreto que la medida generaba sobre la supervivencia física y cultural de la comunidad indígena accionante.

Adicionalmente, la vulneración del derecho a la seguridad alimentaria se profundiza debido al carácter indefinido y permanente de la medida administrativa cuestionada. La Resolución 1710 de 2017 estableció una prohibición precautoria “por tiempo indefinido”, condicionando su levantamiento a que la autoridad sanitaria informara que la especie cumplía nuevamente condiciones óptimas para el consumo humano. No obstante, desde el año 2017 hasta la actualidad no se evidencia la realización de revisiones periódicas, monitoreos diferenciados o evaluaciones actualizadas respecto de las condiciones reales de contaminación en las zonas específicas donde desarrolla sus actividades la Comunidad Indígena Puerto Santander.

Esta ausencia de revisión permanente desconoce el principio de temporalidad propio de las medidas precautorias y transforma una restricción inicialmente preventiva en una limitación estructural y permanente sobre el acceso tradicional a los recursos alimentarios del territorio amazónico. De esta forma, las entidades accionadas consolidaron un escenario de inseguridad alimentaria prolongada sin ofrecer soluciones institucionales orientadas a restablecer progresivamente las condiciones de subsistencia de la comunidad afectada.

Igualmente, las autoridades accionadas desconocieron que el derecho a la seguridad alimentaria posee una dimensión colectiva estrechamente vinculada con la preservación cultural y territorial de los pueblos indígenas. La Corte Constitucional ha señalado que en comunidades étnicas la alimentación no puede analizarse exclusivamente desde una perspectiva biológica o nutricional, pues constituye también un componente esencial de la identidad cultural y de la relación espiritual con el territorio. En el caso concreto, la pesca de la especie mota forma parte de las prácticas tradicionales de aprovechamiento sostenible del Río Caquetá y se encuentra integrada a dinámicas comunitarias de intercambio, transmisión de saberes y organización social.

La prohibición absoluta de captura y comercialización alteró dichas prácticas ancestrales sin valorar suficientemente las consecuencias culturales y sociales derivadas de la ruptura de estas formas tradicionales de subsistencia. Por ello, la actuación de las entidades accionadas no solo impactó el acceso material a alimentos, sino también el derecho de la comunidad indígena a mantener y desarrollar sus propias prácticas culturales alimentarias conforme a su cosmovisión amazónica.

En igual sentido, la actuación estatal desconoció el deber constitucional de garantizar una distribución equitativa de las cargas públicas derivadas de las políticas ambientales y sanitarias. Si bien la protección de la salud pública constituye una finalidad constitucional legítima, las entidades accionadas

trasladaron de manera exclusiva y desproporcionada los efectos negativos de la contaminación ambiental sobre comunidades indígenas ribereñas que históricamente han desarrollado prácticas sostenibles de pesca artesanal.

En otras palabras, la Comunidad Indígena Puerto Santander terminó asumiendo las consecuencias sociales y económicas derivadas de un problema estructural asociado a fenómenos de contaminación por mercurio presentes en las cuencas amazónicas, sin que el Estado adoptara medidas integrales orientadas a controlar las fuentes de contaminación, restaurar los ecosistemas afectados o compensar adecuadamente a las poblaciones impactadas. Así, la medida administrativa cuestionada terminó convirtiendo a las comunidades indígenas amazónicas en destinatarias exclusivas de las cargas derivadas de la política precautoria estatal, desconociendo el principio constitucional de igualdad material y la obligación reforzada de protección hacia poblaciones vulnerables.

De igual manera, el INS y el INVIMA desconocieron el derecho fundamental a la seguridad alimentaria porque las medidas adoptadas se sustentaron en estudios generales sobre presencia de mercurio en determinadas especies amazónicas, sin acreditar de manera suficiente análisis diferenciados, actualizados y territorialmente focalizados respecto de las condiciones específicas de la cuenca media del Río Caquetá y de la Comunidad Indígena Puerto Santander. La ausencia de evaluaciones técnicas periódicas y territorializadas impide establecer si la prohibición absoluta e indefinida continúa siendo necesaria, idónea y proporcional frente a las condiciones reales del ecosistema y de las prácticas pesqueras desarrolladas por la comunidad accionante. Bajo esta perspectiva, las entidades accionadas omitieron aplicar un enfoque científico dinámico y contextualizado que permitiera armonizar la protección sanitaria con los derechos fundamentales de las poblaciones indígenas afectadas. En consecuencia, la medida precautoria terminó operando como una restricción permanente construida sobre criterios generales y abstractos que no valoraron suficientemente las particularidades ambientales y sociales del territorio amazónico donde habita la comunidad accionante.

Así las cosas, la AUNAP, el INS y el INVIMA desconocieron el derecho fundamental a la seguridad y soberanía alimentaria de la Comunidad Indígena Puerto Santander porque omitieron adoptar medidas integrales destinadas a garantizar la continuidad de las condiciones materiales de subsistencia de la población afectada. Pese a que la prohibición eliminó una de las principales actividades económicas y alimentarias de la comunidad indígena, las entidades accionadas no implementaron programas efectivos de sustitución productiva, abastecimiento alimentario, fortalecimiento de otras prácticas pesqueras

sostenibles o apoyo económico diferencial para mitigar el impacto de la restricción.

Tal omisión resulta particularmente grave si se considera que la comunidad se encuentra localizada en una región amazónica de difícil acceso, donde la pesca artesanal constituye uno de los pilares esenciales del mínimo vital colectivo. Por consiguiente, la actuación estatal desconoció que el derecho a la seguridad alimentaria impone obligaciones positivas de protección, garantía y acompañamiento institucional, especialmente cuando las medidas estatales restringen prácticas tradicionales de subsistencia de comunidades indígenas sujetas a especial protección constitucional.

El derecho al debido proceso

El debido proceso como derecho fundamental, se encuentra consagrado expresamente en el artículo 29 de la Constitución Política, y como primer elemento cabe resaltar su aplicación no solo para los juicios y procedimientos judiciales, sino también para todas las actuaciones administrativas, cuando establece que: *“El debido proceso se aplicará a toda clase de actuaciones judiciales o administrativas”*.

La jurisprudencia de la Corte Constitucional ha precisado que la extensión del debido proceso a las actuaciones administrativas tiene por objeto garantizar la correcta producción de los actos administrativos, y extiende su cobertura al ejercicio de la administración pública, en la realización de sus objetivos y fines estatales, cobijando todas sus manifestaciones. En la Sentencia T-048 de 2008 se reiteraron los parámetros de aplicación del derecho fundamental al debido proceso administrativo en los siguientes términos:

“(i) el derecho al debido proceso administrativo es de rango constitucional, ya que se encuentra consagrado en el artículo 29 superior;

(ii) este derecho involucra todas las garantías propias del derecho al debido proceso en general, como son, entre otras, los derechos de defensa, contradicción y controversia probatoria, el derecho de impugnación, y la garantía de publicidad de los actos de la Administración;

(iii) por lo tanto, el derecho al debido proceso administrativo no existe solamente para impugnar una decisión de la Administración, sino que se extiende durante toda la actuación administrativa que se surte para expedirla, y posteriormente en el momento de su comunicación e impugnación;

(iv) el debido proceso administrativo debe responder no sólo a las garantías estrictamente procesales, sino también a la efectividad de los principios que informan el ejercicio de la función pública, como los son los de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad;

(v) la adecuada notificación de los actos administrativos de carácter particular tiene especial importancia para garantizar el derecho al debido proceso administrativo, y los principios de publicidad y de celeridad de la función administrativa;

(vi) como regla general las actuaciones administrativas de carácter general o particular están reguladas por el Código Contencioso Administrativo, pero existen - procedimientos administrativos especiales- que, según lo indica el artículo 1° del mismo Código, se regulan por leyes especiales.”

Dentro de ese contexto, la Corte Constitucional en sentencia T-957 de 2011 ha definido el debido proceso administrativo como “(i) el conjunto complejo de condiciones **que le impone la ley a la administración, materializado en el cumplimiento de una secuencia de actos por parte de la autoridad administrativa**, (ii) que guarda relación directa o indirecta entre sí, y (iii) cuyo fin está previamente determinado de manera constitucional y legal”. Lo anterior, con el objeto de “(i) asegurar el ordenado funcionamiento de la administración, (ii) **la validez de sus propias actuaciones** y, (iii) resguardar el derecho a la seguridad jurídica y a la defensa de los administrados”.

En el marco de las actuaciones que se surten ante la administración, el debido proceso se relaciona directamente con el comportamiento que deben observar todas las autoridades públicas en el ejercicio de sus funciones, en cuanto se encuentran obligadas a actuar conforme a los procedimientos previamente definidos por la ley para la creación, modificación o extinción de determinadas situaciones jurídicas de los administrados, como una manera de garantizar los derechos que puedan resultar involucrados por sus decisiones.

Siendo así, el máximo órgano de la jurisdicción constitucional ha expresado que hacen parte de las garantías del debido proceso administrativo, entre otras, las siguientes: “(a) el derecho a conocer el inicio de la actuación, (b) a ser oído durante todo el trámite, (c) a ser notificado en debida forma, (d) a que se adelante por autoridad competente **y con pleno respeto de las formas propias de cada juicio**, (e) a que no se presenten dilaciones injustificadas, (f) a gozar de la presunción de inocencia, (g) a ejercer los derechos de defensa y contradicción, (h) a presentar pruebas y a controvertir aquellas que aporte la parte contraria, (i) a que se resuelva en forma motivada la situación planteada, (j) a impugnar la decisión que se adopte y a promover la nulidad de los actos que se expidan con vulneración del debido proceso”²⁰.

Con todo, la Corte Constitucional ha sostenido en sentencia T-283 de 2018 de forma categórica que el derecho al debido proceso administrativo se entiende vulnerado cuando las autoridades públicas, en ejercicio de función

²⁰ T-957 de 2011

administrativa, ***“no siguen estrictamente los actos y procedimientos establecidos en la ley para la adopción de sus decisiones y, por esa vía, desconocen las garantías reconocidas a los administrados”.***

En lo que respecta a esta faceta del derecho al debido proceso debe precisarse que las formalidades son los requisitos que han de observarse para dictar el acto y pueden ser anteriores, concomitantes o posteriores al acto. Las formalidades anteriores al acto condicionan su validez, constituyen una parte principalísima del procedimiento administrativo. Sobre esta tópicamente el Consejo de Estado, Sección Quinta, Sentencia de 9 de septiembre de 2021. Rad: 23001-23-33-000-2020-00004-02 expuso:

“Las disposiciones que se estiman infringidas por el acto acusado, integran el bloque normativo que le sirve de marco jurídico, es decir, que regulan la materia en la que se inscribe su objeto y declaración de voluntad; y en segundo lugar, que en efecto al confrontar el acto con tales normas surge su violación por contradicción o desconocimiento. En este sentido, se ha sintetizado los principales escenarios en que se produce la infracción de norma superior, así:

(i) Falta de aplicación de la norma, situación que se presenta luego de que la autoridad que profiere el acto ignora la existencia del presupuesto normativo, o conociéndolo, no lo aplica en el asunto que la ocupa;

(ii) Aplicación indebida de la norma, la cual se presenta luego de que las reglas jurídicas empleadas por la autoridad para fundar el acto, no se conforman a la situación fáctica del caso a tratar, como consecuencia de una equivocación en la valoración y escogencia de la disposición normativa;

(iii) Interpretación errónea de la norma, consistente en el entendimiento desatinado del precepto o preceptos que sustentan el asunto por resolver”

En consecuencia, la jurisprudencia constitucional ha sido clara en señalar que el debido proceso administrativo exige no solo el cumplimiento de ritualidades procedimentales, sino también la observancia de los principios de igualdad, publicidad, eficacia, imparcialidad y respeto por los derechos de los administrados.

Razones por las cuales en la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Instituto Nacional de Salud (INS), el INVIMA, el Ministerio de Ambiente y CORPOAMAZONIA, desconocieron el derecho fundamental al debido proceso de la Comunidad Indígena Puerto Santander al proferir la Resolución 1710 de 2017.

Como anteriormente se expuso la Resolución 1710 de 2017 dispuso:

“ARTÍCULO PRIMERO. PROHIBIR de manera precautoria, por tiempo indefinido, la captura en las Cuencas del Amazonas y Orinoco colombianas y la

comercialización en todo el territorio colombiano de la especie Calophrys macropterus, conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente, en todas sus formas de presentación, hasta que la autoridad sanitaria manifieste e informe a la AUNAP que las condiciones sanitarias de la especie en mención han mejorado y, por lo tanto, cumple con las condiciones óptimas para el consumo humano.

PARÁGRAFO. *Para los efectos de la presente resolución, la Cuenca de la Amazonia la comprenden los departamentos de Amazonas, Caquetá, Putumayo y sus tributarios; la Cuenca de la Orinoquia la comprenden los departamentos de Vaupés, Guaviare, Guainía, Meta, Vichada, Casanare, Arauca y sus tributarios.*

ARTÍCULO SEGUNDO. *A partir de la fecha de expedición de la presente resolución, se modifican todos los permisos de comercialización y de pesca comercial artesanal en lo que refiere a la especie Calophrys macropterus, conocida como mota, mapurito, simi o comegente, por lo tanto, la Dirección Técnica de Administración y Fomento hará la revisión y modificación de los permisos correspondientes.*

PARÁGRAFO. *Aunado a lo anterior y para dar cumplimiento a esta medida conforme a la medida ordenada, a partir de la fecha no se expedirán permisos de pesca comercial artesanal, procesamiento, comercialización ni salvoconductos autorizando la comercialización o movilización de la especie Calophrys macropterus, conocida como mota, mapurito, simi o comegente”.*

A nivel hidrográfico debe precisarse que el río Caquetá Nace en el macizo colombiano, en el departamento de Cauca, directamente en el Cerro de Peñas Blancas, adyacente al páramo de las Papas, en la confluencia de las quebradas *Peñas Blancas, Las Lajas y Lagunaseca* a una altura de 3.850 msnm, tiene una longitud de 2.200 kilómetros y un caudal medio de 1.000 m³/s. Según la estación del IDEAM en Coemaní (Latitud: 0°32' S; Longitud: 73° 00' W; Elevación: 137 msnm), el caudal medio es de 1.106 m³/s, el mínimo de 670 m³/s y el máximo de 1.688 m³/s. Desemboca en el río Amazonas en territorio del Brasil. El río Caquetá tiene una distribución monomodal, registrando los mayores caudales hacia la mitad del año (entre los meses de abril a septiembre) y los menores en los otros seis meses restantes del año (de octubre a marzo). Este régimen monomodal obedece a la distribución anual de las precipitaciones con períodos más lluviosos hacia la mitad del año y de tendencia seca al final y comienzo del año.

La cuenca alta del Río Caquetá se localiza principalmente en la región andina y el piedemonte amazónico, abarcando territorios de los departamentos de Cauca, Putumayo y el occidente de Caquetá. En esta zona se encuentran municipios

como Piamonte (Cauca), Puerto Guzmán (Putumayo) y áreas rurales del occidente caqueteño, donde el río inicia su recorrido. Es una región con mayor presencia institucional y poblacional, debido a su cercanía con la zona andina, lo que ha favorecido el desarrollo de actividades agropecuarias y la conformación de centros poblados.

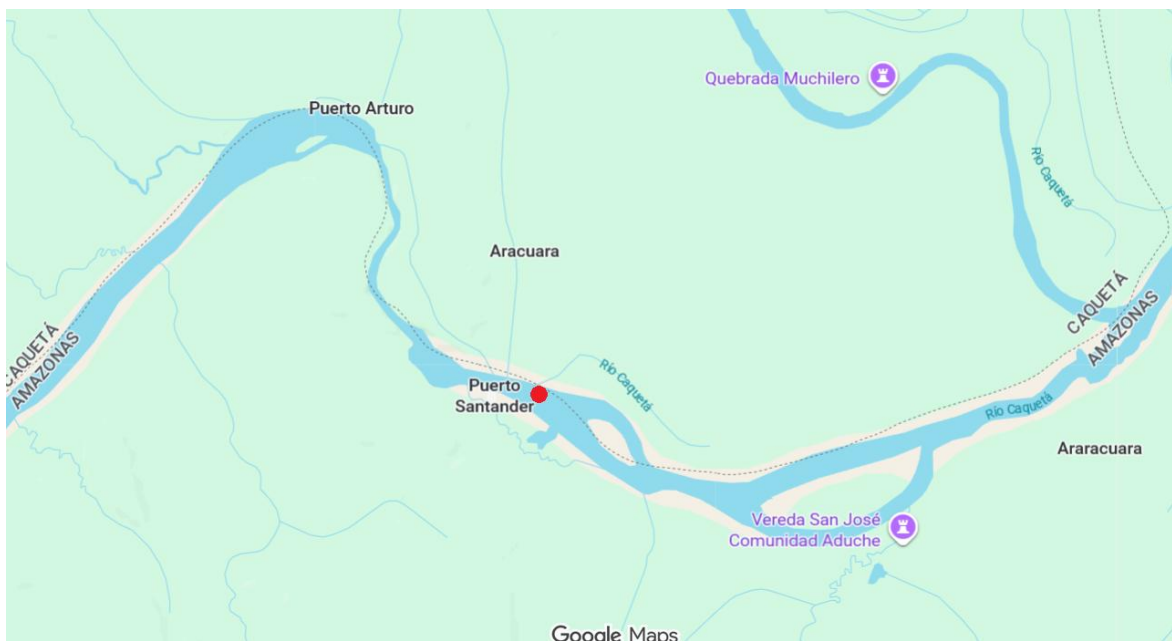
La red hidrográfica en este sector está influenciada por la topografía montañosa, lo que condiciona tanto la ocupación del territorio como el uso del suelo. En la cuenca media, el río atraviesa principalmente el departamento de Caquetá, extendiéndose hacia el suroriente del país. Aquí se destacan municipios como Solano, Caquetá, Solita y Cartagena del Chairá, los cuales tienen una relación directa con el río como eje de transporte y subsistencia. Este tramo también incluye zonas de difícil acceso y territorios con fuerte presencia de comunidades indígenas. La dinámica territorial cambia hacia un entorno más selvático, donde la conectividad depende en gran medida de los ríos. Además, en esta zona se encuentran formaciones geográficas relevantes como el Cañón de Araracuara, que marca un punto importante en la transición del río.

La cuenca baja del Río Caquetá comprende territorios de los departamentos de Amazonas, Colombia y Vaupés, así como su continuidad en Brasil. En Colombia, se destacan áreas no municipalizadas y centros poblados como La Pedrera, donde la presencia estatal es limitada y predominan los resguardos indígenas. Es una región de muy baja densidad poblacional, con amplias zonas de conservación ambiental como el Parque Nacional Natural Cahuinari. En este tramo, el río se convierte en la principal vía de comunicación entre comunidades dispersas. Posteriormente, al ingresar a Brasil, el río adopta el nombre de Japurá y continúa su recorrido hasta desembocar en el Amazonas, consolidándose como una de las principales arterias hídricas de la región.

Ahora bien, la anterior contextualización es relevante, ya que tal y como se describió en los hechos de la presente tutela el río Caquetá *“tiene una longitud de 2.200 kilómetros”* por lo cual cuando el Parágrafo del artículo 1 de la Resolución 1710 de 2017 dispone que *“Para los efectos de la presente resolución, la **Cuenca de la Amazonia** la comprenden los departamentos de Amazonas, **Caquetá**, Putumayo y sus **tributarios**”*. Solo esa afirmación en lo relacionado a uno de sus ríos o cuencas tributarios (Río Caquetá) abarca miles de kilómetros de recorrido.

Ahora bien, como se acredita en los hechos de esta tutela la Comunidad Indígena Puerto Santander no pesca en todo el río Caquetá o en todo el río

amazonas, NO. Principalmente lo hace en el cañón de Araracuara ubicado en las siguientes coordenadas 0°37'15.55"S 72°23'00.17"W es decir, en una ubicación fronteriza departamental ya que del lado norte es la cuenca del Araracuara, es la frontera del Caquetá, y del lado sur es Puerto Santander, región del amazonas.



Lo anteriormente expuesto es importante, ya que una restricción de la naturaleza e intensidad de la Resolución 1710 de 2017, requiere **un test estricto de seriedad científica** al momento de tomar una decisión como lo es la de: **(i)** Prohibir de manera precautoria, por tiempo indefinido, la comercialización en todo el territorio colombiano de la especie *Calophysus macropterus*, así como la de **(ii)** Prohibir de manera precautoria, por tiempo indefinido, la captura en la Cuencas del Amazonas de la especie *Calophysus macropterus*.

Ahora bien, con lo anteriormente expuesto no estamos en ningún momento minimizando los peligros del mercurio. Pues se tiene absolutamente claro que tal y como lo reconoce los “*Documentos de evaluación de riesgos en inocuidad de alimentos evaluación de riesgo de mercurio en peces de aguas continentales en Colombia. Proferidos por el Ministerio de salud y protección social y el Instituto nacional de salud en el año 2015*”

*“En los peces, el metil mercurio MeHg entra en el organismo ya sea directamente desde el agua o por estar concentrado en la cadena alimentaria; **tiene una vida media de aproximadamente dos años** y ésta es mayor en peces longevos,*

especialmente las especies depredadoras, las cuales contienen los más altos niveles de MeHg”

Tampoco estamos desconociendo la importancia de los principios de precaución y de prevención (piedras angulares del derecho ambiental) en las competencias de las autoridades sanitarias. Empero lo que se cuestiona es que: **(i)** los estudios que sustentan la suspensión de la actividad de pesca de la especie *Calophysus macropterus* en el cañón de Araracuara cometieron graves yeros de valoración y técnica científica y **(ii)** que no se estableciera de cara a la magnitud de la restricción y afectación de derechos constitucionales de las comunidades afectadas mecanismos serios de seguimiento a la restricción decretada.

A continuación, se ilustrara porque estas dos acciones vulneran el derecho al debido proceso de la Comunidad Indígena Puerto Santander

LOS ESTUDIOS QUE SUSTENTAN LA SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD DE PESCA DE LA ESPECIE CALOPHYSUS MACROPTERUS EN EL CAÑÓN DE ARARACUARA COMETIERON GRAVES YEROS DE VALORACIÓN Y TÉCNICA CIENTÍFICA.

1. El estudio incurrió en un error de técnica y es que no existe un marco muestral completo. Pero la Resolución 1710 de 2017 ignora dicha consideración.

La Resolución 1710 de 2017 expresamente manifiesta

*“El 21 de diciembre de 2016, el Invima envió a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca — AUNAP el "Informe de Resultados del Plan para la Determinación de Mercurio en el pescado mota *Calophysus macropterus*", en el cual se establece el periodo de ejecución comprendido entre octubre 2014 a diciembre de 2015 y presenta las siguientes conclusiones”*

La totalidad de las muestras de pescado mota que fueron objeto de la determinación de mercurio durante el periodo del estudio provienen de las cuencas Amazónica y Orinoquía. De acuerdo con la información suministrada por la Aunap — Autoridad Nacional Acuicultura y Pesca esta especie de pescado se encuentran mayormente en estas cuencas.

Los resultados del plan de vigilancia de mercurio en el pescado mota fueron obtenidos a partir de un estudio descriptivo y exploratorio que permite evidenciar una situación que podría generar un riesgo a la salud del consumidor.

*El 100% de las muestras analizadas en el Laboratorio Físicoquímico de Alimentos y Bebidas del Invima, presentó niveles de mercurio por encima del límite de detección de la técnica analítica (0,002 mg/Kg); de las 207 muestras de pescado mota, simi o piracatinga (*Calophysus macropterus*) analizadas, 146 muestras (70,5%) superaron*

los niveles de mercurio permitidos (0,5 mg/kg) en la Resolución 122 de 2012 expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social y 60 muestras presentan contenidos de mercurio que cumplen con el nivel máximo sin embargo los valores obtenidos (oscilan entre 0,13 y 0,49 mg/kg), marcan una tendencia de la concentración de mercurio muy cercana al nivel máximo establecido.

De acuerdo con los resultados obtenidos, de las 30 muestras tomadas en Bogotá, ciudad que constituye el mayor sitio de venta y consumo del pescado Mota proveniente de la cuenca Amazónica (fuente Aunap), 27 de estas muestras (90%) superaron el nivel máximo para mercurio establecido en Colombia.

Dos muestras de pescado Mota capturados en junio de 2015 en el río Amazonas (Cuenca Amazónica), presentaron concentraciones elevadas de mercurio superando por más de 4 veces el nivel máximo permitido en la reglamentación sanitaria colombiana. (2,22 y 2,04 mg/kg).

Los resultados obtenidos por el Invima en el presente estudio son similares a los obtenidos por otras entidades, en los que la mayoría de las muestras presentan niveles de mercurio por encima de los máximos permitidos en la regulación.

En primer lugar, la referida consideración trata sobre un problema que, aunque suena técnico, en realidad afecta directamente la vida diaria de los pescadores y de quienes consumen pescado: la presencia de mercurio en el pez mota. El mercurio es un metal que existe en la naturaleza, pero el verdadero problema comienza cuando las actividades humanas, especialmente la minería de oro, lo liberan en grandes cantidades a los ríos. Una vez en el agua, este mercurio no se queda igual, sino que se transforma en una forma mucho más peligrosa llamada metilmercurio, que es altamente tóxica y tiene la capacidad de entrar fácilmente en los organismos vivos. Esto significa que el problema no es solo del agua, sino que pasa directamente a los peces y, posteriormente, a las personas que los consumen, convirtiéndose en un riesgo silencioso pero constante.

Lo más preocupante de esta sustancia es que no se elimina fácilmente ni del agua ni del cuerpo de los seres vivos. En el caso de los peces, el metilmercurio se acumula en sus tejidos a lo largo del tiempo, especialmente en especies como el pez mota, que pueden estar en niveles altos de la cadena alimenticia. Esto quiere decir que, entre más tiempo viva el pez o más se alimente de otros peces, mayor puede ser la cantidad de mercurio que acumule. Cuando una persona consume este pescado, ese mercurio también entra en su organismo, donde puede afectar el sistema nervioso, especialmente en niños y mujeres embarazadas. Por eso, el estudio no es simplemente una medición técnica, sino una advertencia sobre un posible riesgo de salud pública.

El objetivo del estudio realizado por el Invima fue precisamente determinar cuánto mercurio tiene el pescado mota que se está pescando y comercializando en Colombia, especialmente en las cuencas de la Amazonía y la Orinoquía. No se trataba solo de recolectar datos, sino de compararlos con los límites establecidos por la normativa sanitaria, que fija un máximo de 0.5 mg/kg de mercurio en pescado para consumo humano. De esta manera, el estudio buscaba establecer si el pescado que llega al consumidor está dentro de lo permitido o si representa un riesgo. Esto es fundamental porque muchas decisiones, como restricciones de consumo o incluso prohibiciones, pueden basarse en este tipo de resultados.

Sin embargo, el estudio parte de una limitación importante que puede afectar la calidad de sus conclusiones: no existe un marco muestral completo. En términos simples, esto significa que no hay una lista clara y completa de todos los peces mota que se capturan en el país, ni de dónde exactamente provienen. Esta falta de información impide hacer una selección completamente representativa de las muestras, lo que introduce incertidumbre sobre qué tan bien reflejan los resultados la realidad total. Es como intentar conocer la opinión de toda una comunidad preguntando solo a algunas personas sin saber si realmente representan a todos.

Debido a esa limitación, el estudio utilizó un tipo de muestreo llamado no probabilístico. Esto significa que las muestras no fueron seleccionadas al azar de manera estricta, sino con base en criterios prácticos como disponibilidad, facilidad de acceso y volumen de pesca en ciertos lugares. Aunque este tipo de muestreo es común cuando hay limitaciones logísticas, también es una de las principales fuentes de sesgo, porque algunos lugares o condiciones pueden quedar sobre representados, mientras otros quedan casi invisibles en el análisis.

A esto se suma otro elemento que puede generar distorsión en los resultados: muchas de las muestras fueron tomadas en plazas de mercado, incluyendo la ciudad de Bogotá. Aunque esto permite analizar qué está consumiendo la población, también introduce incertidumbre sobre el origen real del pescado. En muchos casos, la información sobre el lugar de captura depende de lo que dice el vendedor o el intermediario, lo cual no siempre es completamente preciso. Esto puede hacer que se atribuyan niveles de contaminación a ciertos ríos sin tener plena certeza de que el pescado realmente proviene de allí.

Otro aspecto crítico es la distribución desigual de las muestras. Por ejemplo, una gran proporción de los peces analizados proviene de Leticia, mientras que otros lugares tienen una cantidad muy reducida de muestras. Esto genera un desequilibrio en el análisis, ya que los resultados pueden estar fuertemente

influenciados por lo que ocurre en esa zona específica. En términos prácticos, es como si se estuviera evaluando todo un sistema con base en lo que pasa en un solo punto, lo cual puede llevar a conclusiones parciales o exageradas.

Adicionalmente, algunas muestras no formaban parte del diseño original del estudio, sino que fueron incorporadas posteriormente, como ocurrió con las del Putumayo. Aunque esto puede enriquecer la información disponible, también rompe la uniformidad del diseño metodológico, ya que no todas las muestras fueron recolectadas bajo los mismos criterios desde el inicio. Este tipo de decisiones, aunque comprensibles desde lo operativo, pueden afectar la comparabilidad de los datos y generar dudas sobre la consistencia del análisis.

En conclusión, aunque el estudio tiene un propósito válido y aborda un problema real, desde el punto de vista metodológico presenta varias debilidades que pueden introducir sesgos importantes. La falta de un marco muestral completo, el uso de muestreo no probabilístico, la toma de muestras en mercados sin trazabilidad completa, la distribución desigual de las muestras y la inclusión posterior de algunas de ellas son factores que limitan la capacidad del estudio para representar de manera fiel la situación general. Por ello, sus resultados deben interpretarse con precaución, especialmente si se van a utilizar para tomar decisiones que afecten a comunidades enteras de pescadores.

Otro punto importante del análisis es la variabilidad de los datos, es decir, qué tanto cambian los niveles de mercurio dentro de un mismo río. En algunos casos, como el Putumayo o el Amazonas, se observa una variación muy alta, lo que significa que hay pescados con niveles moderados y otros con niveles extremadamente altos. Esto es clave, porque indica que el problema no es uniforme, sino que puede depender de factores como el lugar exacto de pesca, la edad del pez o su alimentación. En contraste, hay ríos como el Orinoco donde la variabilidad es menor, lo que sugiere que los niveles de mercurio son más constantes, aunque no necesariamente bajos. Esto puede dar una falsa sensación de seguridad, porque aunque los valores no cambien mucho, pueden seguir estando cerca o por encima del límite permitido. En otras palabras, la estabilidad no siempre significa que la situación sea buena.

Sin embargo, a pesar de la gravedad de estos resultados, el estudio tiene limitaciones importantes que afectan su confiabilidad. Como se mencionó anteriormente, el muestreo no probabilístico, la falta de trazabilidad completa y la distribución desigual de las muestras generan incertidumbre. Esto significa que, aunque los datos muestran un problema, no permiten medir con exactitud su magnitud real. Esta distinción es fundamental en cualquier análisis serio.

En las conclusiones del informe, se reconoce que el estudio es de carácter descriptivo y exploratorio. Esto es clave, porque significa que no fue diseñado para dar respuestas definitivas, sino para identificar posibles problemas. Sin embargo, en la práctica, este tipo de estudios muchas veces se utiliza como base para tomar decisiones fuertes, como restricciones o prohibiciones. Aquí es donde surge una tensión importante entre la evidencia disponible y las decisiones que se pueden derivar de ella.

Así las cosas, las recomendaciones del informe apuntan a la necesidad de realizar más estudios, esto es coherente con las limitaciones identificadas, ya que reconoce que aún falta información más precisa. En conclusión, general, el informe presenta evidencia clara de la presencia de mercurio en el pescado mota y de un riesgo potencial para la salud, pero al mismo tiempo muestra debilidades metodológicas que pueden introducir sesgos importantes. Por ello, cualquier decisión basada en este estudio debe ser cuidadosa y complementarse con más información.

2. El estudio literal y taxativamente afirmo que se podría sobrestimar los riesgos cuando se trata de las concentraciones totales de Hg en peces. Pero la Resolución 1710 de 2017 ignora dicha consideración.

Lo primero que se debe de tener en cuenta en la presente tutela, es que para analizar la fundamentación y motivación de la Resolución 1710 de 2017 se requirió mediante sendos derechos de petición de fecha 14 de abril de 2026 a las entidades aquí accionadas la siguiente petición:

“SEÑORES:

Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap)

Instituto Nacional de Salud (INS)

INVIMA

MINISTERIO DE AMBIENTE

CORPOAMAZONIA

*(...) en ejercicio del derecho de petición consagrado en el artículo 23 de la constitución solicito se allegue: Copia de la totalidad de informes, estudios, y análisis que se tengan del año 2017 a la actualidad respecto a la existencia de mercurio en la Cuenca de la Amazonia de la especie *Calophysus macropterus* conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente”, la cual según la Resolución 1710 de 2017 comprenden los departamentos de Amazonas, Caquetá, Putumayo y sus tributarios.*

En caso de que no existan dichos estudios o que solo existan estudios de cuenca y no de especie, que identifiquen la contaminación con mercurio solicito se informe expresamente de la inexistencia de los mismos.

*Así mismo se requiere se responda la siguiente información respecto a la Resolución 1710 de 2017 “Por la cual se prohíbe de manera precautoria, por tiempo indefinido, la captura en las Cuencas de la Amazonia y de la Orinoquía colombianas y la comercialización en el territorio colombiano de la especie *Calophysus macropterus* conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente”.*

Ello teniendo en cuenta que la justificación de la resolución afirma que “el Invima manifiesta que “de acuerdo con los resultados obtenidos sobre presencia y excedencias de mercurio total en el pescado mota, en el plan de muestreo 2015, ejecutado entre octubre 2014 y diciembre de 2015, la entidad recomienda tomar las siguientes medidas con el fin de evaluar y reducir los riesgos asociados al consumo de mercurio y evitar daños a la salud de la población colombiana.” Y así mismo solicitó

(i) Al Instituto Nacional de Salud (INS) a través del Grupo Evaluación de Riesgos de Inocuidad de Alimentos ERIA un estudio de evaluación de riesgos para este producto y con base en los resultados precisar las acciones interinstitucionales particulares a desarrollar, incluyendo recomendaciones de consumo, educación sanitaria, etc. (...)

(ii) Solicitar al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y a las Corporaciones Autónomas Regionales de la Orinoquía y de la Amazonía adelantar acciones de intervención que conduzcan a la reducción de la contaminación ambiental de mercurio.

Conforme a lo expuesto solicito se allegue la totalidad de los estudios, informes que elaboro el Instituto Nacional de Salud (INS) a través del Grupo Evaluación de Riesgos de Inocuidad de Alimentos ERIA derivado del estudio de evaluación de riesgos para este producto.”

Ante este requerimiento el Instituto Nacional de Salud INS remitió el que expresamente afirmó había sido es estudio que dio origen a la Resolución 1710 de 2017, este documento se titula “*Documentos de evaluación de riesgos en inocuidad de alimentos evaluación de riesgo de mercurio en peces de aguas continentales en Colombia. Proferidos por el Ministerio de salud y protección social y el Instituto nacional de salud en el año 2015*”.

Lo primero sobre lo que quiero céntrame es en el concepto de valoración descontextualizada de las pruebas, lo cual ocurre cuando una autoridad analiza elementos probatorios de forma aislada, fraccionada o fuera de su contexto real, ignorando el conjunto probatorio. Esto es relevante porque la Resolución 1710 de 2017 en lo que respecta a la fundamentación técnica de la medida en sus antecedentes se limitó a afirmar que:

“Que el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos — Invima, entidad adscrita al Ministerio de Protección Social, tiene como misión proteger y promover la salud de la población mediante la gestión del riesgo asociado al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y demás productos sometidos a vigilancia sanitaria. En desarrollo de dicha función, el Invima manifestó en el documento denominado “Informe de resultados del plan para la determinación de mercurio en el pescado mota (Calophrys macropterus), Ciclo 2015 (octubre de 2014 a diciembre de 2015)”, que se encontraba adelantando diversos programas orientados a determinar las concentraciones de mercurio presentes en pescados provenientes de las principales cuencas hidrográficas del país y que registran los mayores volúmenes de pesca, conforme a los Informes Técnicos de Pesca y Acuicultura Colombia 2009 (...)

En dicho informe se indicó que especies como el bagre, el bocachico y el pescado mota fueron objeto de evaluación, debido a que, aunque esta última especie no presentaba uno de los mayores volúmenes de captura, existían estudios realizados y presentados al Invima por organizaciones no gubernamentales internacionales que evidenciaban altas concentraciones de mercurio susceptibles de representar un riesgo para los consumidores. Dentro de dichas especies se encontraba el Calophrys macropterus, conocido comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente, presente en las cuencas Amazónica y de la Orinoquía (...)

Que el 21 de diciembre de 2016 el Invima remitió a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca — AUNAP el “Informe de Resultados del Plan para la Determinación de Mercurio en el pescado mota (Calophrys macropterus)”, correspondiente al periodo de ejecución comprendido entre octubre de 2014 y diciembre de 2015, documento en el cual se consignaron las conclusiones técnicas derivadas del estudio realizado sobre la presencia de mercurio en dicha especie hidrobiológica (...)”

Ahora bien, lo que estratégicamente la motivación o justificación de la Resolución 1710 de 2017 omiten es que una vez analizado el referido soporte la misma investigación aclara lo siguiente:

*“Es necesario señalar que en algunas oportunidades se **sobrestiman**²¹ los riesgos cuando se trata de las concentraciones totales de Hg en peces. Por tanto; en este documento se recomienda determinar las concentraciones puntuales de MeHg en las diferentes especies de peces que son consumidas por poblaciones expuestas y cabe resaltar **la importancia de ser cuidadosos a la hora de tomar información referente a la cantidad e importancia de cada especie de pez dentro de la dieta**”²².*

Esta afirmación literalmente precisa que a veces se exagera el riesgo del mercurio en los peces cuando solo se mide el mercurio total (Hg). Esto pasa porque no todo el mercurio es igual de peligroso. El que realmente representa

²¹ Según la RAE Es dar más importancia, capacidad o cantidad de la que realmente se tiene

²² DOCUMENTOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS Evaluación de riesgo de mercurio en peces de aguas continentales en Colombia. MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD Bogotá D. C. 2015

un mayor riesgo para la salud es el metilmercurio (MeHg), que es la forma más tóxica y la que se acumula en el cuerpo humano. Por eso, el texto recomienda que en lugar de fijarse únicamente en el mercurio total, se midan cantidades específicas de metilmercurio en cada especie de pez. Esto permite tener una idea más precisa del riesgo real, ya que algunas especies pueden tener mucho mercurio total, pero no necesariamente tanto en su forma más dañina.

También la misma aclaración técnica del soporte de la medida resalta que es importante analizar qué peces consume realmente la población. No todos los peces tienen la misma presencia en la dieta. Si una especie tiene niveles altos de mercurio pero casi no se consume, el riesgo real puede ser bajo. En cambio, un pez muy consumido, aunque tenga niveles moderados, puede representar un riesgo mayor. En resumen, la misma aclaración metodológica del informe que sustenta la medida denominada “*Documentos de evaluación de riesgos en inocuidad de alimentos evaluación de riesgo de mercurio en peces de aguas continentales en Colombia. Proferidos por el Ministerio de salud y protección social y el Instituto nacional de salud en el año 2015*”. Remite un mensaje muy claro y es que hay que ser cuidadosos y precisos al evaluar el riesgo, teniendo en cuenta tanto el tipo de mercurio como los hábitos alimenticios de las personas. Esto ayuda a evitar alarmas innecesarias y a tomar decisiones más acertadas para proteger la salud.

Ahora bien, hace mas de 1 década que fue el momento en el cual se tomaron los estudios, fácilmente podría afirmarse que en virtud del principio de precaución y prevención, a pesar de ese riesgo y de la falta de estudios certeros, la aplicación de estos dos principios justificaba la medida. Empero 10 años después y la magnitud de las afectaciones causadas llevan a considerar como plenamente desproporcional e ilegal que ese grado de incertidumbre aun continúe.

3. El estudio literal y taxativamente afirmo que no se tomó una sola muestra captada del Rio Caquetá. Pero la Resolución 1710 de 2017 ignora dicha consideración y afecto a todos los afluentes.

Como se mencionó el informe que sustenta la medida denominada “*Documentos de evaluación de riesgos en inocuidad de alimentos evaluación de riesgo de mercurio en peces de aguas continentales en Colombia. Proferidos por el Ministerio de salud y protección social y el Instituto nacional de salud en el año 2015*”. Ilustró las cuencas en las cuales se realizó la captura del pez contaminado. En este sentido se expuso:

Municipio	Cuenca
Bogotá, D.C.	Procedencia de Amazonía
Puerto Inírida/Guainía	Orinoquía
Leticia/Amazonas	Amazonía
Puerto Leguízamo/Putumayo	Amazonía
Puerto Carreño/Vichada	Orinoquía
Puerto Nariño	Amazonía
Total general	

Conforme a lo expuesto, es claro que el estudio literal y taxativamente afirmo que no se tomó una sola muestra captada del Río Caquetá, por lo cual es claro que la decisión fue adoptada sin tener en cuenta el principio de proporcionalidad. En este sentido se debe aclarar que *per se* ante la acreditación de especies contaminadas con metilmercurio no se está en abstracto en contra de una medida de destrucción de los especímenes contaminados, empero, pero para restringir un derecho tan importante como la seguridad y soberanía alimentaria de toda una comunidad es apenas lógico que se debió como mínimo hacer un estudio en la cuenca del Caquetá.

Ahora bien, aunque el informe denominado “*Documentos de evaluación de riesgos en inocuidad de alimentos evaluación de riesgo de mercurio en peces de aguas continentales en Colombia. Proferidos por el Ministerio de salud y protección social y el Instituto nacional de salud en el año 2015*”. No establece la ubicación de las muestras, la investigación del esfuerzo interinstitucional del orden nacional e internacional impulsado por la Fundación Omacha, WWF-Colombia, INVIMA y Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), auspiciado por Whitley Fund Nature desde el año 2003, precisa que este fue el lugar de recolección.²³.

²³ Impactos de las pesquerías de *Calophrys macropterus* un riesgo para salud pública y la conservación de los delfines de río en Colombia Esta investigación relaciona los resultados obtenidos en la determinación de la concentración de mercurio total (Hg) en tejido de la especie (*Calophrys macropterus*) a través del método de absorción atómica en vapor frío. El tamaño muestral (N: 190) se estableció empleando el software usado por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamento y Alimentos (INVIMA) en este tipo de estudios. Las muestras se obtuvieron de peces comercializados en las localidades de Leticia, Amazonas (N: 64), Bogotá D.C (N: 63) e Inírida, Guainía (N: 63). Esta iniciativa hace parte del esfuerzo interinstitucional del orden nacional e internacional impulsado por la Fundación Omacha, WWF-Colombia, INVIMA y Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), auspiciado por Whitley Fund Nature desde el año 2003



Figura 1. Ubicación espacial de las localidades de Bogotá, Leticia e Inírida donde fueron colectadas las muestras de *Calophrys macropterus*.

Se reitera, la ubicación donde la comunidad pesca, es decir, las coordenadas (0°37'15.55"S 72°23'00.17"W) se encuentra en el departamento de Amazonas, Colombia. Específicamente, está en una zona selvática remota, cerca de los límites con el departamento de Caquetá.

Para entender bien la distancia entre esos dos puntos, lo primero es tener claro que ambos están dentro de la misma cuenca del Río Caquetá, pero ubicados en sectores distintos de la Amazonía. Uno se encuentra en el sur, en el departamento del Amazonas cerca de La Pedrera, y el otro hacia el occidente, en Milán (Caquetá). Esta diferencia espacial hace que cualquier medición de distancia deba analizarse con cuidado. No es suficiente decir que están conectados por el mismo río, porque eso no indica cercanía real. En este tipo de territorios, la forma en que se mide la distancia cambia completamente dependiendo del criterio utilizado. Por eso es necesario diferenciar entre varias formas de medir. Cada una responde a una lógica distinta. Y entender esas diferencias es clave para interpretar bien el territorio.

La primera forma de medir es la distancia en línea recta, que corresponde aproximadamente a un rango entre 300 y 380 kilómetros. Esta es la distancia más corta posible entre los dos puntos, como si se trazara una línea directa sobre

el mapa sin tener en cuenta ríos, selva o relieve. Es una medida útil como referencia general, especialmente en análisis cartográficos. Sin embargo, no representa una ruta real de desplazamiento. En la Amazonía, donde no hay infraestructura vial continua, esta distancia no se puede recorrer de manera directa. Por eso, aunque el número pueda parecer relativamente bajo, su utilidad práctica es limitada. Sirve para dimensionar la separación geográfica, pero no el esfuerzo necesario para trasladarse. Es una distancia teórica, no operativa. Y eso debe tenerse muy presente.

La segunda forma es la distancia real siguiendo el río, que se estima entre 500 y 650 kilómetros. Esta es la distancia que realmente importa cuando se habla de desplazamiento en la región. Aquí ya no se traza una línea recta, sino que se sigue el curso del río, respetando todas sus curvas, cambios de dirección y características naturales. El Río Caquetá es un río altamente sinuoso, lo que significa que su recorrido es mucho más largo que la distancia directa entre dos puntos. Cada meandro añade kilómetros adicionales al trayecto. Además, el recorrido no siempre es en línea favorable, ya que en algunos casos se debe navegar contra la corriente. Esta distancia refleja mejor la realidad del terreno. Es la que tendría que recorrer una persona en lancha. Y por eso es la más relevante en términos prácticos.

La tercera idea es la de “distancia por afluentes puros”, y aquí es donde es importante aclarar que **no aplica como una ruta continua**. Esto significa que no existe un camino formado únicamente por quebradas o ríos pequeños que conecte directamente ambos puntos. Los afluentes no están diseñados naturalmente para unir largas distancias entre regiones. Su función es alimentar al río principal, no reemplazarlo como vía de conexión. Por eso no se puede trazar un recorrido completo usando solo afluentes. En algún momento, siempre es necesario entrar al río principal. Esta limitación es propia de la estructura de las cuencas hidrográficas. Y en este caso específico, es totalmente evidente.

En la práctica, esto implica que cualquier recorrido real debe combinar el uso del río principal con tramos finales en afluentes. No es posible hacer todo el trayecto por quebradas, porque estas no tienen continuidad entre sí a lo largo de grandes distancias. Cada afluente desemboca en el río mayor, pero no conecta con otros afluentes de manera lineal. Por lo tanto, el desplazamiento se organiza en niveles: primero el río grande, luego los cursos menores. Esta lógica es fundamental en la navegación amazónica. Ignorarla llevaría a plantear rutas que no existen en la realidad. Por eso se dice que la opción de “afluentes puros” no es viable. No es una cuestión de distancia, sino de inexistencia de la ruta.

Si se compara las tres formas de medición, se puede entender mejor la diferencia entre teoría y práctica. La línea recta muestra la menor distancia posible, pero no es transitable. La distancia por río es mayor, pero corresponde al camino real que se puede recorrer. Y la opción de afluentes no constituye una alternativa completa. Cada una de estas mediciones responde a un enfoque distinto: geométrico, práctico e hidrológico. Analizarlas en conjunto permite tener una visión más completa del territorio. No se trata de elegir una sola, sino de entender qué representa cada una. Esa comparación es clave en estudios técnicos. Y también en la toma de decisiones.

Desde una perspectiva operativa, la distancia por río es la que realmente define el esfuerzo del desplazamiento. Es la que determina tiempos de viaje, consumo de recursos y logística necesaria. Aunque la línea recta sea más corta, no reduce el tiempo real de traslado. En cambio, la distancia fluvial sí tiene implicaciones directas en la planificación. Por eso es la más utilizada en contextos reales. Especialmente en regiones donde el transporte depende del agua. En este caso, el Río Caquetá es la vía principal de conexión. Y su recorrido define la dinámica del territorio. Todo lo demás es complementario.

En cuanto a los afluentes, su papel debe entenderse como local. Por ejemplo, la quebrada La Pita funciona como un acceso específico dentro de la zona de Milán. No es una vía de conexión entre departamentos, sino un canal de entrada a un área determinada. Esto significa que solo se utiliza en el tramo final del recorrido. No tiene la extensión ni la continuidad para formar parte del trayecto completo. Por eso no se incluye dentro de la distancia principal entre los dos puntos. Su función es importante, pero limitada en escala. Y esto es coherente con el comportamiento general de los afluentes en la Amazonía.

En conclusión, las tres distancias deben interpretarse de manera complementaria. La línea recta (300–380 km) ofrece una referencia general, pero no es utilizable en la práctica. La distancia por río (500–650 km) representa el recorrido real y es la más relevante para cualquier análisis operativo. Y la opción de afluentes puros no constituye una ruta viable, porque no existe continuidad entre estos cursos de agua. Entender estas diferencias permite evitar errores de interpretación y mejora la comprensión del territorio. En contextos técnicos, esta claridad es fundamental. Especialmente cuando se trabaja con sistemas fluviales complejos como el del río Caquetá.

Ante esta situación (no se tomaron muestras en el río Caquetá) el concepto de excedencias adquiere una significación trascendental. El estudio específicamente establece:

6.3 Comparación de los resultados por excedencias

Al realizar una prueba de hipótesis de proporciones entre las excedencias entre los diferentes de la tabla 4, se obtiene que existen diferencias significativas entre las proporciones ($\chi^2=18.104$, $P=0.005$). En la tabla 5, se puede evidenciar las comparaciones múltiples de cada una de las pruebas de proporciones. Allí se observa lo siguiente:

- Las excedencias más altas y significativamente iguales son para el río Amazonas en el municipio de Puerto Nariño (100%), el río Guaviare en la cuenca de la Orinoquía en el municipio de Puerto Pujil (100%), el río Putumayo en el municipio de Puerto Leguizamo (100%) y el río Amazonas en el municipio de Leticia del lado de Brasil.

- Por otro lado, las excedencias más bajas y significativamente iguales son para el río Orinoco en el municipio de Puerto Carreño (45.2%) y el río Guaviare en el Puerto pesquero de Inírida (50%).

Nótese que los niveles de mercurio para todas muestras tomadas superan más del 45.2% del límite máximo de residuos reglamentado en cualquiera de los ríos o municipios donde se tomaron las muestras por lo cual se deben establecer medidas de intervención para mitigar el riesgo por el consumo del producto.

Tabla 5 Comparaciones múltiples de las proporciones de excedencias de mercurio en las muestras tomadas del pez Mota

Departamento	Municipio	Rio	Cuenca	Porcentaje de excedencias de Mercurio según muestras analizadas (%)	Comparaciones múltiples ¹¹
Amazonas	Puerto Nariño	Amazonas	Amazónica	100	A
Guainía	Puerto del pujil	Guaviare	Orinoquía	100	A
Putumayo	Puerto Leguizamo	Putumayo	Amazónica	100	A
Amazonas	Leticia - Brasil	Amazonas	Amazónica	84.6	AB
Amazonas	Leticia - Perú	Amazonas	Amazónica	77.8	BC
Amazonas	Leticia	Amazonas	Amazónica	68.4	C
Vichada	Puerto Carreño	Meta	Orinoquía	64.7	C
Guainía	Puerto pesquero Inírida	Guaviare	Orinoquía	50.0	CD
Vichada	Puerto Carreño	Orinoco	Orinoquía	45.2	D

Conforme a lo expuesto, en primer medida se debe aclarar que significa el término “excedencias” para el estudio (no porque se hubiese analizado la existencia de las mismas en el río Caquetá, sino para entender que lo presentado en esa cuenca puede que justifique un tratamiento distinto).

Dicho en palabras simples, una excedencia ocurre cuando un pescado tiene más mercurio del permitido para el consumo humano. Es decir, si el límite seguro es cierto valor, cualquier pescado que lo supere entra en esa categoría de riesgo. Entonces, este análisis lo que hace es mirar en cuántos casos los pescados están por encima de ese límite.

Lo primero que encontraron es preocupante: en todos los lugares donde se tomaron muestras, los niveles de mercurio superan al menos el 45.2% del límite permitido. Dicho de otra forma, incluso en el mejor de los casos, casi la mitad del límite ya está ocupada por mercurio. Esto quiere decir que el problema no es aislado, sino generalizado en todos los ríos y municipios analizados.

Luego, los investigadores compararon los diferentes lugares para ver si en unos sitios hay más problema que en otros. Para esto usaron una prueba estadística (que suena complicada, pero la idea es simple): sirve para ver si las diferencias entre lugares son reales o si son puro azar. El resultado mostró que sí hay diferencias importantes entre los ríos y municipios.

En palabras sencillas, esto significa que no todos los ríos están igual de contaminados. Algunos tienen niveles mucho más altos de mercurio que otros. Esto es importante porque permite identificar dónde está el mayor riesgo y dónde se deben enfocar primero las acciones. Por ejemplo, los lugares con menos excedencias (aunque igual preocupantes) son el río Orinoco en Puerto Carreño, con 45.2%, y el río Guaviare en el puerto pesquero de Inírida, con 50%. Esto quiere decir que, en esos sitios, aproximadamente la mitad de los pescados analizados superan el límite de mercurio.

Pero hay lugares donde la situación es mucho más grave. En varios puntos, como el río Amazonas en Puerto Nariño, el río Guaviare en Puerto Pujil y el río Putumayo en Puerto Leguízamo, el 100% de los pescados analizados superan el límite. Es decir, todos los pescados evaluados en esos sitios están contaminados por encima de lo permitido. También hay otros lugares con niveles muy altos, aunque no llegan al 100%. Por ejemplo, en Leticia (lado Brasil) el 84.6% de los pescados supera el límite, y en Leticia (lado Perú) el 77.8%.

En otros puntos como Leticia (Colombia) y el río Meta en Puerto Carreño, los valores están entre 64% y 68%. Aunque son más bajos que los anteriores, siguen siendo altos. Esto refuerza la idea de que el problema está presente en toda la región, solo que con diferente intensidad. El estudio también agrupa los lugares con letras (A, B, C, D), lo cual sirve para comparar cuáles son parecidos entre sí. Los que están en el grupo “A” son los más graves (los de mayor contaminación), mientras que los del grupo “D” son los menos graves dentro de lo analizado. Pero incluso estos últimos siguen teniendo niveles preocupantes.

Conforme a lo expuesto, resulta evidente que la Resolución 1710 de 2017 fue adoptada con fundamento en una generalización técnica que desconoció las

particularidades territoriales y ambientales de la cuenca media del Río Caquetá y, específicamente, de la zona del Cañón de Araracuara y la Comunidad Indígena Puerto Santander. Pese a ello, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca — AUNAP extendió los efectos restrictivos de la Resolución 1710 de 2017 a todas las cuencas amazónicas y orinocenses, incluyendo de manera automática el Río Caquetá, sin realizar estudios específicos, diferenciados o complementarios que permitieran establecer si en dicha cuenca existían efectivamente niveles de contaminación equivalentes a los detectados en otros afluentes analizados.

Así, la medida administrativa desconoció abiertamente el principio constitucional de proporcionalidad, en tanto impuso una restricción absoluta e indefinida sobre una actividad esencial para la subsistencia de comunidades indígenas ribereñas sin contar con evidencia científica directa sobre el territorio específicamente afectado. En otras palabras, aunque constitucionalmente resulta legítimo adoptar medidas de precaución frente a especies contaminadas con metilmercurio para proteger la salud pública, lo cierto es que una limitación de semejante intensidad sobre los derechos fundamentales a la seguridad alimentaria, al trabajo y a la identidad cultural de toda una comunidad indígena exigía, como mínimo, la realización de estudios técnicos en la cuenca del Río Caquetá antes de extender allí los efectos de la prohibición.

Ahora bien, esta omisión adquiere una relevancia aún mayor cuando se analiza el propio contenido técnico del concepto de “excedencias” desarrollado en el estudio que sirvió de soporte a la medida administrativa. Aunque el informe no identificó muestras provenientes del Río Caquetá, sí evidenció que los niveles de contaminación por mercurio variaban significativamente entre las distintas cuencas y municipios evaluados, circunstancia que demostraba que no todos los ríos presentaban el mismo grado de afectación ambiental ni idéntico riesgo sanitario.

Esto implicaba necesariamente la obligación constitucional y técnica de aplicar criterios diferenciados y focalizados para cada cuenca hidrográfica, especialmente frente a territorios que ni siquiera habían sido objeto de muestreo, como ocurría con el Río Caquetá. Por consiguiente, la decisión de imponer una prohibición homogénea e indefinida sobre todas las cuencas amazónicas desconoció las diferencias territoriales advertidas por el propio estudio científico y terminó trasladando automáticamente a la Comunidad Indígena Puerto Santander las consecuencias de una contaminación cuya existencia concreta jamás fue acreditada técnicamente en su ecosistema fluvial.

De esta manera, la actuación administrativa no solo careció de proporcionalidad y razonabilidad, sino que además desconoció el deber constitucional de adoptar medidas diferenciadas cuando las decisiones estatales afectan directamente los derechos fundamentales, culturales y alimentarios de comunidades indígenas amazónicas especialmente protegidas por la Constitución Política.

4. El estudio incurrió en un error de técnica que conllevo a un sesgo de 5 variables en el análisis. Pero la Resolución 1710 de 2017 ignora dicha consideración.

6.4 Comparación de los niveles de mercurio según los ríos donde se tomaron las muestras

La tabla 6, se puede observar las estadísticas descriptivas de las muestras tomadas en cada río. Realizando una prueba de normalidad, se aprecia que no todas las muestras tienden a ser normales, por lo cual se propone realizar una comparación de Kruskal-Wallis (7), para comparar las medianas de los resultados de Mercurio en cada una de las muestras de los ríos¹².

Tabla 6 Estadísticas descriptivas de las muestras tomadas en cada río

Ríos	Muestras	Promedio	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	Rango	Coefficiente de Asimetría	Coefficiente de Curtosis	Coefficiente de Variación	p-valor Normalidad ¹³	Conclusión
Amazonas	135	0.8	0.39	0.74	0.24	2.22	1.98	1.17	1.36	0.49	0.00	No son normales
Guaviare	11	0.78	0.38	0.7	0.15	1.56	1.41	0.42	-0.44	0.49	0.82	Normales
Meta	17	0.59	0.19	0.59	0.28	0.85	0.57	-0.09	-1.35	0.32	0.28	Normales
Orinoco	31	0.47	0.16	0.47	0.13	0.69	0.56	-0.58	-0.57	0.34	0.03	No son normales
Putumayo	13	1.38	0.32	1.29	0.96	1.94	0.98	0.38	-1.34	0.23	0.30	Normales
Total	207	0.77	0.4	0.68	0.13	2.22	2.09	1.14	1.16	0.52	0.00	No son normales

Esta afirmación expone que el estudio (el cual se reitera no analizo el río caqueta) procedió a comparar cuánto mercurio tienen los pescados dependiendo del río donde se pescaron, ello para identificar quisiéramos saber en cuál río el pescado sale más contaminado. Para eso, reunieron datos de varios ríos como el Amazonas, Guaviare, Meta, Orinoco y Putumayo. Luego, los investigadores revisaron si los datos eran “normales”. Esto no significa “buenos o malos”, sino si siguen una forma ordenada, como una curva pareja. Cuando los datos no son normales, es más difícil compararlos con métodos tradicionales. Y aquí encontraron que en varios ríos (como Amazonas y Orinoco), los datos no eran normales.

Por eso decidieron usar una prueba llamada Kruskal-Wallis. En palabras simples, es una forma de comparar grupos cuando los datos están desordenados o son irregulares. Es una herramienta válida en muchos casos, especialmente cuando no se puede usar un método más clásico como el ANOVA. Hasta ahí, todo parece correcto desde el punto de vista técnico. Pero aquí es donde se presentan las irregularidades.

(i) El número de muestras por río es muy desigual. Por ejemplo, del río Amazonas hay 135 muestras, pero del Guaviare solo 11, del Putumayo 13 y del Meta 17. Esto puede generar una visión distorsionada. Por ejemplo, si el Amazonas tiene muchos datos y algunos muy altos, puede hacer parecer que el

problema general es más grave o más uniforme de lo que realmente es en otros ríos donde casi no se midió (**lo cual es aquí precisamente lo que se alega**).

(ii) Aunque algunos ríos tienen datos “normales”, otros no. Esto mezcla comportamientos distintos. Por ejemplo, el Guaviare y el Meta sí tienen datos más ordenados, pero el Amazonas y el Orinoco no. Compararlos todos juntos, aunque se use Kruskal-Wallis, puede ocultar diferencias importantes en la forma como se distribuye el mercurio.

(iii) Hay valores extremos muy altos. Por ejemplo, en el Amazonas hay pescados con hasta 2.22 mg/kg de mercurio, que es bastante alto. Estos valores extremos pueden “empujar” los resultados y hacer que el río parezca más contaminado en promedio, aunque no todos los pescados estén así.

(iv) El promedio general (0.77 mg/kg) ya está por encima del límite permitido (que suele ser 0.5 mg/kg). Pero como los datos no son normales y hay mucha variación, ese promedio puede no representar bien la realidad. Es decir, puede haber muchos pescados muy contaminados y otros menos, pero el promedio no muestra esa diferencia claramente.

También hay que pensar en un error que la justificación y metodología que soportaron la resolución en ningún momento aclaran no sabemos si las muestras se tomaron siempre en los mismos puntos del río, en las mismas épocas del año o con los mismos tipos de peces. Si eso cambia, puede haber sesgo. Por ejemplo, un río puede parecer más contaminado solo porque se midieron peces más grandes o de ciertas zonas. En resumen, aunque el uso de la prueba Kruskal-Wallis es correcto técnicamente, hay varias razones para sospechar que puede haber sesgos: pocas muestras en algunos ríos, diferencias grandes en la cantidad de datos, presencia de valores extremos y falta de uniformidad en la recolección.

Esto no significa que el problema del mercurio no exista, sino que la forma en que se midió puede estar mostrando una imagen incompleta o algo distorsionada. La conclusión más importante, explicada de forma sencilla, es esta: los datos sí muestran que hay mercurio en los pescados y que puede ser peligroso, pero no permiten decir con total seguridad cuál río está peor que otro ni qué tan grave es en cada lugar. Por eso, lo más responsable sería tomar más muestras, de forma más equilibrada y ordenada, antes de sacar decisiones definitivas que afecten a los pescadores y sus comunidades.

5. El estudio incurrió en una falsa motivación en la fórmula que conllevo a un sesgo en el análisis. Pero la Resolución 1710 de 2017 ignora dicha consideración.

La justificación metodológica y técnica de la prohibición afirma que “*se realizó la estimación del consumo aparente de pez mota para la población colombiana, tomando los datos reportados por el Servicio Pesquero Colombiano (SEPEC) para la captura desembarcada en Colombia de pez mota (Calophrys macropterus) durante los años 2015 a 2017, y se relacionó con la población del país reportada por el DANE en los mismos años*”.

Tabla 1. Captura desembarcada pez mota en los años 2015 - 2017 en Colombia, relación de la población colombiana y consumo aparente.

Año	Captura desembarcada (g)	Población Colombiana (millones de personas)	Consumo aparente (g/persona/día)
2015	176210000	48'202.617	3,65
2016	135800000	48'747.632	2,78
2017	80320000	49'291.925	1,62

Fuente: (DANE, 2017; SEPEC, 2017)

Esta fórmula, es decir, “*de exposición*” busca responder una pregunta muy sencilla: ¿cuánto de una sustancia peligrosa entra al cuerpo de una persona a partir de lo que consume? En este caso, se está evaluando la exposición al mercurio total (HgT) al comer pez mota. La idea central es que la cantidad de mercurio que recibe una persona depende de tres cosas: cuánto pescado come, qué tan contaminado está ese pescado y cuánto pesa la persona. Con esas tres variables se construye una relación que permite estimar el nivel de riesgo.

El primer elemento de la fórmula es el consumo de pez mota. Esto se refiere a la cantidad de pescado que una persona come en un periodo determinado, normalmente expresado en gramos por día o por semana. Es importante porque, entre más pescado consume una persona, mayor será la cantidad de mercurio que podría ingresar a su organismo. Por ejemplo, no es lo mismo alguien que come pez mota una vez al mes que alguien que lo consume varias veces a la semana. La fórmula captura esa diferencia directamente: a mayor consumo, mayor exposición.

El otro elemento es el peso corporal de la persona, que en este caso se fijó en 60 kg como un valor estándar. Esto se hace para poder comparar resultados entre distintas poblaciones de manera uniforme. El peso es importante porque el mismo nivel de consumo no afecta igual a todas las personas: una persona más liviana recibe una mayor “dosis” de mercurio por kilogramo de su cuerpo

que una persona más pesada. En otras palabras, el peso sirve para “distribuir” la cantidad de mercurio dentro del cuerpo y hacer la estimación más justa.

La fórmula combina estas tres variables de manera sencilla: se multiplica el consumo por la concentración de mercurio, lo que da como resultado la cantidad total de mercurio que una persona ingiere. Luego, ese valor se divide por el peso corporal, para ajustar la exposición al tamaño del cuerpo. Así se obtiene una medida estandarizada de exposición, que generalmente se expresa como cantidad de mercurio por kilogramo de peso corporal. Esto permite comparar si una persona o población está por encima o por debajo de niveles considerados seguros.

En resumen, la ecuación funciona como una herramienta práctica para traducir datos reales (cuánto se come, qué tan contaminado está y cuánto pesa la persona) en un indicador de riesgo. No es una fórmula complicada, sino una forma ordenada de entender la relación entre alimentación y exposición a un contaminante. Gracias a este tipo de cálculos, es posible tomar decisiones de salud pública, como restringir el consumo de ciertas especies o emitir recomendaciones para proteger a la población.

Empero dicha formula no es realista para el caso colombiano, ya que más del 60% de los adultos tiene sobrepeso o IMC elevado y cerca del 26% tiene obesidad. Esto significa que el promedio no refleja bien la distribución real, porque: Hay muchas personas con sobrepeso. Es decir que para análisis más rigurosos (como consumo, exposición a contaminantes o estudios de riesgo), es más adecuado usar: Distribuciones por edad y sexo o valores estándar (ej. 60 kg o 70 kg según metodología internacional). Es decir que con los datos en Colombia el Peso promedio más realista hoy oscila entre 70 y 75 kg

Así las cosas, al utilizar un peso corporal estándar de 60 kg —que en teoría es conservador—, en este contexto puede contribuir también a la sobreestimación. Si una parte importante de la población adulta tiene pesos superiores (por ejemplo, 70 kg o más), entonces dividir la exposición entre un peso menor aumenta artificialmente el valor final de exposición por kilogramo. Esto implica que el modelo podría estar calculando dosis más altas de las que realmente recibiría una persona promedio en la actualidad.

6. El estudio incurrió en una presunción en la fórmula que conlleva a un sesgo en el análisis. Pero la Resolución 1710 de 2017 ignora dicha consideración.

Tal y como se ha precisado a lo largo de esta tutela estamos en presencia de una restricción altísima a los derechos de las comunidad étnicas por lo cual una restricción de semejante naturaleza y más con casi una década de tiempo transcurrido exigía no aplicar presunciones, sino hacer una verificación técnica

Tal y como se mencionó el análisis realizado por las entidades tuteladas busca responder una pregunta muy concreta: ¿la cantidad de mercurio que está entrando al cuerpo es peligrosa o no? Para saberlo, no basta con calcular la exposición, sino que es necesario compararla con un valor de seguridad. Ese valor lo establece el JECFA, que es un comité internacional de expertos de la FAO y la OMS. Este organismo define cuánto de una sustancia puede consumir una persona sin que se esperen efectos negativos en su salud.

En este caso, el JECFA establece una ingesta tolerable provisional semanal para el mercurio total de 4 microgramos por kilogramo de peso corporal por semana. Esto también se puede expresar como una cantidad diaria mucho más pequeña. La idea es sencilla: este valor funciona como un “límite de seguridad”. Si una persona consume mercurio por debajo de ese nivel, el riesgo es bajo; si lo supera, empieza a existir una preocupación desde el punto de vista de salud pública.

Para hacer la comparación entre lo que una persona realmente consume y ese límite seguro, se utiliza el llamado coeficiente de peligrosidad. Este coeficiente se obtiene dividiendo la exposición calculada (es decir, cuánto mercurio entra al cuerpo) entre la dosis de referencia establecida por el JECFA. En términos simples, es una relación que muestra qué tan cerca o qué tan lejos está una persona del límite considerado seguro. El resultado de esta división es muy fácil de interpretar. Si el coeficiente de peligrosidad es menor que 1, significa que la exposición está por debajo del nivel seguro, y en principio no habría un riesgo importante. Si el valor es igual a 1, la persona está justo en el límite. Pero si el coeficiente es mayor que 1, indica que la exposición supera la dosis recomendada, lo que sugiere un posible riesgo para la salud, especialmente si esa situación se mantiene en el tiempo.

Un aspecto importante del análisis es que se asume un “*peor escenario*”. Aunque los datos de laboratorio reportan mercurio total (HgT), se considera que todo ese mercurio está en la forma más tóxica, que es el metilmercurio (MeHg). Esto se hace para no subestimar el riesgo. En la práctica, puede que no todo el mercurio sea metilmercurio, pero asumir que sí lo es permite tener una evaluación más conservadora y protectora para la población. Empero una

década después no puede continuarse con dicha presunción se requiere de un análisis no por cuenca sino por kilómetro, permanente y actualizado. En otras palabras, aunque el objetivo de la tutela no busca poner en peligro a la población consumidora de pez, es claro que se satanizo un a cuenca por muestreos muy escasos.

El mismo estudio metodológicamente afirma:

“Acorde a los resultados obtenidos, se puede observar que a ninguna de las concentraciones evaluadas se presentó un coeficiente de peligrosidad superior a 1. Se debe tener en cuenta que el consumo empleado durante la estimación corresponde a un consumo aparente, ya que no se cuenta con un dato específico de consumo de pez mota para la población colombiana.

El valor de consumo empleado para las mencionadas estimaciones fue de 2,69 g/persona/ día; en el caso de considerar el consumo de un pez entero aproximadamente de 26 cm, este tendría un peso de 578 g acorde a lo reportado por Mosquera-Guerra, et al. (2015).

Teniendo dicho escenario de consumo se realizaron las estimaciones para exposición y coeficiente de peligrosidad, los resultados se presentan en la tabla 3, considerando que es un escenario de sobreexposición correspondiente al consumo de un pez mota diario²⁴.”

De la lectura de dicha aclaración metodológica puede observarse una primera debilidad la cual consiste en el uso de un consumo aparente como si fuera representativo del comportamiento real. En contextos donde el pez mota tiene baja trazabilidad y consumo irregular, ese tipo de indicador puede inflar artificialmente la exposición, porque asume que toda la oferta disponible se consume de manera uniforme por la población. En la práctica, es muy probable que el consumo esté concentrado en grupos específicos o incluso que muchas personas nunca lo consuman, por lo que aplicar ese valor promedio a toda la población genera una imagen exagerada del riesgo generalizado.

Un segundo elemento problemático es la construcción del escenario de “sobreexposición” basado en el consumo de un pez completo de 578 g. Este supuesto no solo es extremo, sino que además se presenta como si fuera un escenario relevante, cuando en realidad no refleja patrones habituales de consumo. Comer un pez entero en un solo día podría ocurrir de manera ocasional, pero usarlo como referencia sin aclarar su baja probabilidad

²⁴ Reporte técnico en Inocuidad: Evaluación de riesgo para exposición a mercurio por consumo de pez mota (*calophysus macropterus*) Bogotá D.C. 2018

introduce un sesgo importante. Metodológicamente, esto tiende a amplificar la percepción de riesgo, porque traslada un evento poco frecuente al centro del análisis.

Otro aspecto clave es la decisión de asumir que todo el mercurio total (HgT) corresponde a metilmercurio (MeHg), que es la forma más tóxica. Aunque este enfoque se justifica como “escenario conservador”, también puede llevar a una sobreestimación sistemática del riesgo, especialmente si en la realidad una fracción del mercurio está en formas menos biodisponibles. En ausencia de datos específicos de especiación química, esta suposición extrema introduce un sesgo que empuja los resultados hacia niveles más altos de peligrosidad.

Adicionalmente, el análisis parece no distinguir entre exposición crónica y eventos puntuales, lo cual es fundamental en toxicología. Los valores de referencia están diseñados para exposiciones sostenidas en el tiempo, pero si el modelo incorpora escenarios de consumo alto sin considerar su frecuencia real, termina evaluando situaciones que no corresponden a una exposición continua. Esto puede llevar a conclusiones alarmistas, ya que se comparan picos ocasionales con límites pensados para promedios a largo plazo.

En conjunto, estas decisiones metodológicas —consumo aparente poco representativo, escenarios extremos poco probables, supuestos conservadores acumulados y falta de diferenciación temporal— pueden producir resultados que tienden a exagerar el nivel de riesgo. Más que demostrar un peligro real en condiciones normales, el modelo estaría configurado para mostrar un “peor caso” que no necesariamente ocurre en la práctica. Por ello, una lectura crítica sugiere que los resultados deben interpretarse con cautela, reconociendo que podrían estar orientados a alertar más de lo que la evidencia empírica estricta justificaría.

CONCLUSIÓN

Los errores metodológicos anteriormente descritos no son fruto de un análisis espectacular de datos secretos, ni de una especial lectura de los apartados del mismo. Por el contrario los errores metodológicos descritos se reconocen en el mismo informe. Este literal y taxativamente afirma:

“4. Conclusiones y recomendaciones

La carencia de datos acerca del consumo de pez mota, por parte de la población colombiana, no permite que se realicen estimaciones de exposición probabilísticas que sean más refinadas y permitan llegar a conclusiones válidas para las entidades que gestionan el riesgo. Por lo tanto, con la información disponible no es posible desarrollar la metodología formal establecida para evaluaciones de riesgo. Adicionalmente, el consumo per cápita de 3 g/día es un escenario de exposición poco probable, ya que acorde a estudios publicados el peso promedio de un pez mota es de 578 g.”

Por su parte la “*Respuesta Corpoamazonia 29 de abril de 2026 ASUNTO: PQR 1-26-04-22-01 Radicados internos RAD 4142 y RAD 3817. Acciones de intervención que conduzcan a la reducción de la contaminación ambiental de mercurio en la cuenca amazónica. CÓDIGO SMA-1280*” literalmente afirma “*el estudio señala expresamente que sus resultados no son concluyentes desde el punto de vista epidemiológico*”.

Justicia social ambiental y derecho a la participación de las comunidades étnicas y no étnicas en las decisiones que los afectan.

Tras la segunda mitad del siglo XX, en especial a partir de la década de 1980, los términos “justicia” y “ambiente” comenzaron a aparecer conjugados hasta dar lugar al concepto de “justicia ambiental”. De acuerdo con una conocida definición adoptada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, tal concepto designa “*el tratamiento justo y la participación significativa de todas las personas independientemente de su raza, color, origen nacional, cultura, educación o ingreso con respecto al desarrollo y la aplicación de las leyes, reglamentos y políticas ambientales*”²⁵.

Sobre el concepto justicia ambiental la sentencia T-294 de 2014 afirmó que, dentro de esa definición, el tratamiento justo supone que ningún grupo de personas, incluyendo los grupos raciales, étnicos o socioeconómicos, debe sobrellevar desproporcionadamente la carga de las consecuencias ambientales negativas como resultado de operaciones industriales, municipales y comerciales o la ejecución de programas ambientales y políticas a nivel estatal, local o tribal.

El concepto justicia ambiental suele remontarse a los movimientos sociales surgidos en el sureste de los Estados Unidos desde finales de la década de 1970, a raíz de las protestas locales por la instalación de plantas de desechos tóxicos y de industrias contaminantes en zonas predominantemente habitadas por población pobre y afro-americana. Los estudios realizados como consecuencia de estas denuncias evidenciaron que la población afroamericana y otras minorías étnicas

²⁵ Sentencia T-294 de 2014.

(latinos, asiáticos, nativos americanos) soportaban un porcentaje desproporcionado de residuos tóxicos en relación a su peso en la población total del país, lo que permitió acuñar el concepto de racismo medioambiental para nombrar este patrón discriminatorio.²⁶

En este sentido la referida sentencia afirmó:

“Este recorrido por la génesis del concepto de justicia ambiental da cuenta de los dos principales elementos que lo integran. El primero, es una demanda de justicia distributiva que aboga por el reparto equitativo de las cargas y beneficios ambientales entre los sujetos de una comunidad, ya sea nacional o internacional, eliminando aquellos factores de discriminación fundados ya sea en la raza, el género o el origen étnico (injusticias de reconocimiento), o bien en la condición socioeconómica o en la pertenencia a países del Norte o del Sur global (injusticias de redistribución). Esta exigencia fundamenta (i) un principio de equidad ambiental prima facie, conforme al cual todo reparto inequitativo de tales bienes y cargas en el diseño, implementación y aplicación de una política ambiental o en la realización de un programa, obra o actividad que comporte impactos ambientales debe ser justificado, correspondiendo la carga de la prueba a quien defiende el establecimiento de un trato desigual. Asimismo, de este primer componente se deriva (ii) un principio de efectiva retribución y compensación para aquellos individuos o grupos de población a los que les corresponde asumir las cargas o pasivos ambientales asociados a la ejecución de un proyecto, obra o actividad que resulta necesaria desde la perspectiva del interés general.

En segundo lugar, la justicia ambiental incorpora una demanda de justicia participativa, esto es, un reclamo de participación significativa de los ciudadanos, en particular de quienes resultarán efectiva o potencialmente afectados por la ejecución de determinada actividad. Esta dimensión comporta la apertura de espacios en donde los afectados puedan participar en la toma de decisiones relativas a la realización del proyecto, la evaluación de sus impactos, permitiendo que al lado del conocimiento técnico experto que suele ser el único tenido en cuenta para orientar la toma de decisiones en materia ambiental, también haya un espacio significativo para el conocimiento local, que se expresa en la evaluación nativa de los impactos y en la definición de las medidas de prevención, mitigación y compensación correspondientes”.

²⁶ Entre estos estudios se destacan el realizado en 1983 por la U.S. General Accounting Office, titulado “*Siting of Hazardous Waste Landfills and their Correlation with Racial and Economic Status of Surrounding Communities*” (“Localización de vertederos de desechos peligrosos y su correlación con el estatus racial y económico de las comunidades circundantes”, disponible en: <http://archive.gao.gov/d48t13/121648.pdf>). En 1987 se publicó el informe “*Toxic Waste and Race in the United States: A National Report on the Racial and Socioeconomic Characteristics of Communities with Hazardous Waste Sites*” (“Residuos tóxicos y raza en Estados Unidos: Informe Nacional sobre las características raciales y socioeconómicas de las comunidades próximas a instalaciones de residuos peligrosos”, disponible en: <http://www.ucc.org/about-us/archives/pdfs/toxwrace87.pdf>), patrocinado por la Comisión de Justicia Racial de la Iglesia Unidad de Cristo (UCC-CRJ, por sus siglas en inglés), coordinado por el reverendo Benjamin F. Chavis, uno de los arrestados en las protestas de Afton y quien acuñó el concepto de “racismo ambiental”. Finalmente, en 1992 la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), publicó el estudio “*Environmental Equity: Reducing Risk for all Communities*” (“Equidad Ambiental: Reduciendo riesgo para todas las comunidades”, disponible en: http://www.epa.gov/environmentaljustice/resources/reports/annual-project-reports/reducing_risk_com_vol1.pdf). Todos los documentos aquí citados fueron recuperados el 5 de diciembre de 2013

En este orden de ideas, es claro que los Estados deben contrarrestar y compensar los efectos negativos que generen sus políticas ambientales, es decir, que a nivel nacional, departamental o municipal no pueden ejecutarse medidas que desconozcan la relación existente entre las comunidades con los espacios en los cuales se cimientan sus actividades económicas, sociales, culturales, entre otras.²⁷

Así lo consideró la Corte Constitucional, por ejemplo, en la sentencia T-428 de 1992 en los siguientes términos:

“La norma que establece la prioridad del interés general no puede ser interpretada de tal manera que ella justifique la violación de los derechos fundamentales de unos pocos en beneficio del interés de todos (...) la persona es un fin en sí mismo; el progreso social no puede construirse sobre la base del perjuicio individual así se trate de una minoría o incluso de una persona. La protección de los derechos fundamentales no está sometida al vaivén del interés general; ella es una norma que encierra un valor absoluto, que no puede ser negociado o subestimado”

Sobre este tópico es importante resaltar lo manifestado por la OCDE en relación al deber estatal de garantizar compensaciones ambientales por las políticas ambientales ejecutadas:

“De manera amplia se percibe que la condición de algunas personas empeorará debido a las políticas de crecimiento verde. Si bien esto no necesariamente es así, a menos que se aborden estas preocupaciones puede quedar en duda la aceptabilidad de algunas políticas cruciales. Los grupos afectados necesitan formar parte del proceso de elaboración de políticas desde el principio. Este proceso deberá ser transparente y articular con claridad la justificación de la reforma (...) se requiere compensar cualquier impacto negativo en los hogares más pobres a través de programas bien dirigidos que tomen en cuenta los entornos en todo el sistema fiscal y de transferencia”²⁸

Ahora bien, en el ámbito interno los componentes de la justicia ambiental cuentan con respaldo constitucional expreso y quedan comprendidas dentro del mandato del Constituyente de asegurar la vigencia de un orden justo (art. 2 CP). Es más, no se debe olvidar que la Carta del 91 consagra el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, disposición que, interpretada a la luz del principio de igualdad establecido en el artículo 13, fundamenta un derecho fundamental de acceso equitativo a los bienes ambientales y un reparto igualmente equitativo de las cargas públicas, al igual que un mandato de especial protección para los grupos sociales discriminados o marginados²⁹.

²⁷ Cfr. Sentencia T-129 de 2011.

²⁸ OCDE, Hacia el crecimiento verde, Un resumen para los diseñadores de políticas. Mayo de 2011.

²⁹ Cfr. sentencia T-204 de 2014.

En igual sentido, el deber de ofrecer una efectiva retribución y compensación por los daños ambientales que se derivan de una actividad lícita y orientada al logro del interés general encuentra fundamento en el restablecimiento del principio de igualdad ante las cargas públicas, que esta Corte ha sustentado en una interpretación sistemática de los principios de solidaridad (art. 1 CP), igualdad (art. 13 CP) y responsabilidad patrimonial por daño antijurídico (art. 90 CP).³⁰ Adicionalmente, de manera específica, en los mandatos de reparación del daño ambiental (art. 80 CP) y de procurar “la distribución equitativa de las oportunidades y de los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano” (art. 334 CP)³¹.

Tal y como anteriormente se afirmó, una de las maneras en las cuales se manifiesta el principio de justicia ambiental es garantizando la participación comunitaria de los grupos potencialmente afectados al ejecutar las políticas ambientales. En especial, si se tiene en cuenta que a lo largo de la historia las autoridades no han propiciado la participación de las personas y comunidades en las decisiones que de alguna manera los afectan. Así lo consideró la Corte Constitucional, por ejemplo, en la sentencia C-076 de 2006 en los siguientes términos:

Históricamente ha primado una visión despótica del Estado que excluye a los particulares de participar en las decisiones que afectan su vida diaria. La instauración que una democracia participativa debe poner fin a esta situación. No obstante, no basta para asegurar la participación ciudadana, la mera consagración positiva de derechos constitucionales sino que, además, es necesario un desarrollo legislativo que involucre un sistema eficaz de recursos ágiles y sumarios y de mecanismos de participación efectiva.

La democracia participativa como principio, finalidad y forma de gobierno (CP Preámbulo, arts. 1 y 2) exige la intervención de los ciudadanos en todas las actividades confiadas a los gobernantes para garantizar la satisfacción de las necesidades crecientes de la población. Sin la participación activa de los ciudadanos en el gobierno de los propios asuntos, el Estado se expone a una pérdida irrecuperable de legitimidad como consecuencia de su inactividad frente a las cambiantes y particulares necesidades de los diferentes sectores de la sociedad³².

En igual medida, la Corte Constitucional en sentencia T-348 de 2012 afirmó:

³⁰ A partir de la sentencia C-333 de 1996, la Corte fundamentó la obligación constitucional de reparar los daños derivados de actividades lícitas del siguiente modo: “La posibilidad de indemnización de un daño antijurídico incluso originado en una actividad lícita del Estado armoniza además con el principio de solidaridad (CP art. 1º) y de igualdad (CP art. 13), que han servido de fundamento teórico al régimen conocido como de daño especial, basado en el principio de igualdad de todos ante las cargas públicas. En efecto, si la Administración ejecuta una obra legítima de interés general (CP art. 1º) pero no indemniza a una persona o grupo de personas individualizables a quienes se ha ocasionado un claro perjuicio con ocasión de la obra, entonces el Estado estaría desconociendo la igualdad de las personas ante las cargas públicas (CP art. 13), pues quienes han sufrido tal daño no tienen por qué soportarlo, por lo cual éste debe ser asumido solidariamente por los coasociados (CP art. 1º) por la vía de la indemnización de quien haya resultado anormalmente perjudicado. Se trata pues, de un perjuicio especial sufrido por la víctima en favor del interés general, por lo cual el daño debe ser soportado no por la persona sino por la colectividad, por medio de la imputación de la responsabilidad al Estado”.

³¹ Sentencia T-294 de 2014.

³² Sentencia C-076 de 2006.

“Es así, como según cada caso y conforme a la decisión que se esté adoptando, deben analizarse cuáles son las comunidades que se verán afectadas, y por ende, a quienes debe garantizársele los espacios de participación y de concertación oportunos para la ejecución de determinada decisión. En ese orden de ideas, cada vez que se vayan a ejecutar obras o políticas que impliquen la intervención de recursos naturales, los agentes responsables deben determinar qué espacios de participación garantizar según los sujetos que vayan a verse afectados; si se trata de comunidades indígenas o afrodescendientes, o si se trata de una comunidad, que a pesar de que no entra en dichas categorías, su subsistencia depende del recurso natural que se pretende intervenir; y en esa medida, también será obligatoria la realización de espacios de participación, información y concertación, que implican el consentimiento libre e informado”³³.

Ahora bien, en estos casos la tensión entre el interés general y el interés particular no debe abordarse como si algunos grupos vulnerables se opusieran al bienestar común, sino desde la perspectiva de la efectividad de los derechos. Esto es, en aplicación de este principio no se pueden desconocer las garantías de las personas en situación de vulnerabilidad y su reconocimiento como plenos sujetos de derechos³⁴.

Según la jurisprudencia de la Corte Constitucional, se entiende que la participación comunitaria resulta significativa cuando: *“(i) los residentes comunitarios potencialmente afectados tienen una oportunidad apropiada para participar en las decisiones sobre una actividad propuesta que afectará su ambiente y/o salud; (ii) la contribución del público y las preocupaciones de todos los participantes son efectivamente tenidas en cuenta y susceptibles de influir la toma de decisiones y (iii) los responsables de decidir promueven y facilitan la participación de aquellas personas y/o grupos potencialmente afectados”*.³⁵

En desarrollo de lo anterior, el artículo 6° de la Carta Democrática Interamericana reconoce el deber de garantizar la participación de la ciudadanía en las decisiones relativas a su propio desarrollo; y la Convención Americana sobre Derechos Humanos, en su artículo 23, destaca varios derechos políticos entre los cuales se encuentra el derecho de todo ciudadano a participar en los asuntos públicos.

La Comisión Interamericana de Derechos Humanos, por su parte, ha reconocido que: *“La participación pública en la toma de decisiones permite, a quienes tienen en juego sus intereses, expresar su opinión en los procesos que los afectan. La participación del público está vinculada al artículo 23 de la Convención Americana, donde se establece que todos los ciudadanos deben gozar del derecho*

³³ Cfr. Sentencia T-348 de 2012.

³⁴ Sentencia T-244 de 2012.

³⁵ Sentencia T- 294 de 2014.

de participar en la dirección de los asuntos públicos, directamente o por medio de representantes libremente elegidos³⁶".

La participación efectiva de las comunidades pesqueras debe ser tomada en cuenta a la hora de adoptar medidas que afecten sus prácticas de consumo, tal y como lo asevera la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que en su artículo 22 establece: *"Los pueblos indígenas y sus comunidades, así como otras comunidades locales, desempeñan un papel fundamental en la ordenación del medio ambiente y el desarrollo debido a sus conocimientos y prácticas tradicionales. Los Estados deberían reconocer y prestar el apoyo debido a su identidad, cultura e intereses y velar porque participaran efectivamente en el logro del desarrollo sostenible"*.

La anterior afirmación cobra importancia excepcional para el caso colombiano, por cuanto, gracias a las referidas culturas minoritarias, se ha garantizado la utilización racional y sostenible de los recursos naturales. Sobre el particular la Corte, en sentencia C-137 de 1996 afirmó:

*"Los más autorizados expertos no dudan en sostener que buena parte de la biodiversidad ha sido protegida gracias a la acción de las culturas minoritarias. En efecto, las comunidades indígenas, negras y campesinas han desarrollado prácticas y conocimientos tradicionales a través de los cuales han logrado una utilización racional y sostenible de los recursos naturales. La importancia de estas prácticas autóctonas es de tal grado que se ha afirmado que las necesidades de un 80% de la población del mundo, así como el suministro de alimentos de cerca de la mitad de los habitantes de la Tierra, depende del conocimiento y plantaciones indígenas. Lo anterior ha determinado la necesidad de relacionar la noción de desarrollo sostenible con el reconocimiento y la importancia de la diversidad cultural especialmente en cuanto se refiere a las diversas formas de relación entre el hombre y la naturaleza. De este modo, se concluye que la protección de la biodiversidad depende, en gran medida, de la preservación de las prácticas tradicionales a través de las cuales una determinada cultura se relaciona con los recursos biológicos a los que acceden"*³⁷

Dando alcance a lo referido anteriormente, el máximo órgano de la jurisdicción constitucional ha manifestado en reiteradas oportunidades que *"el Estado o los particulares no pueden afectar el ambiente natural de manera indiscriminada, sin tener en cuenta las circunstancias propias del sitio y de sus pobladores. Estas circunstancias especiales son las que impiden, por ejemplo, que se construya una planta de embotellamiento de agua mineral en la única fuente de abastecimiento de un poblado, o que se construya una planta de producción de asfalto en frente*

³⁶ Comisión Interamericana de Derechos Humanos - La Situación de los Derechos Humanos de los habitantes del interior del Ecuador afectados por las actividades de Desarrollo.

³⁷ Sentencia C-137 de 1996.

*de un hospital para dolientes pulmonares, o una fábrica de productos químicos en medio de una bahía de pescadores.*³⁸”

Se debe destacar que la adecuada participación en las decisiones que afectan al sector pesquero artesanal de pequeña y mediana escala debe ser un imperativo necesario para dotar de legitimidad las decisiones de la administración sobre la materia. Más aún si se tiene en cuenta que tradicionalmente las comunidades de pescadores artesanales enfrentan una serie de limitaciones para emprender la defensa de sus intereses, debido a vulnerabilidad de sus organizaciones, el bajo nivel de escolaridad, la dificultad para acceder a cargos de toma de decisiones, el poco apoyo institucional, etc.

En suma, las comunidades de pescadores y todas aquellas que dependen de los recursos del medio ambiente merecen una especial atención por parte de las autoridades, toda vez que son grupos de personas en su mayoría de bajos ingresos, que con su oficio artesanal garantizan su derecho a la alimentación y a su mínimo vital. De hecho, es evidente que la relación que adquieren estas comunidades con los ecosistemas debe protegerse bajo distintas formas, razón por la cual es indispensable que la administración ante cualquier intervención de sus ecosistemas garantice su participación.

Garantías constitucionales que surgen de los derechos al trabajo, mínimo vital y dignidad humana.

El trabajo es un principio fundante del Estado Social de Derecho. Es por ello que desde las primeras decisiones de la Corte Constitucional se ha considerado que *“cuando el constituyente de 1991 decidió garantizar un orden político, económico y social justo hizo del trabajo requisito indispensable del Estado, y con ello quiso significar que este, en sus diversas manifestaciones, no puede estar ausente en la construcción de la nueva legalidad”*.³⁹

Lo anterior implica, entonces, que dentro de la nueva concepción del Estado como social y democrático de derecho debe entenderse la consagración constitucional del trabajo, no sólo como factor básico de la organización social sino como principio axiológico de la Carta, más aún si se tiene en cuenta que el artículo 25 dispone que *“el trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado”*.

Varias disposiciones constitucionales reflejan la protección reforzada al trabajo. El artículo 26 regula, entre otros asuntos, la libertad de escogencia de la profesión u oficio productivo; el artículo 39 autoriza expresamente a los trabajadores y a los

³⁸ Sentencia T-428 de 1992.

³⁹ Cfr Sentencia T-222 de 1992.

empleadores a constituir sindicatos y asociaciones para defender sus intereses; los artículos 48 y 49 establecen los derechos a la seguridad social en pensiones y en salud, entre otros, de los trabajadores dependientes e independientes; el artículo 54 reconoce la obligación del Estado de propiciar la ubicación laboral a las personas en edad de trabajar y de garantizar a las personas discapacitadas el derecho al trabajo acorde con sus condiciones de salud; el artículo 64 regula el deber del Estado de promover el acceso progresivo a la propiedad de la tierra y la efectividad de varios derechos de los campesinos y los trabajadores agrarios y el artículo 334 establece como uno de los fines de la intervención del Estado en la economía el de dar pleno empleo a los recursos humanos y asegurar que todas las personas, en particular las de menores ingresos, tengan acceso efectivo a los bienes y servicios básicos⁴⁰

En la misma dirección, la jurisprudencia constitucional ha considerado que la naturaleza jurídica del trabajo cuenta con una triple dimensión. Sobre el particular ha afirmado:

*“De la lectura del preámbulo y del artículo 1º superior muestra que el trabajo es valor fundante del Estado Social de Derecho, porque es concebido como una directriz que debe orientar tanto las políticas públicas de pleno empleo como las medidas legislativas para impulsar las condiciones dignas y justas en el ejercicio de la profesión u oficio. En segundo lugar, el trabajo es un principio rector del ordenamiento jurídico que informa la estructura Social de nuestro Estado y que, al mismo tiempo, limita la libertad de configuración normativa del legislador porque impone un conjunto de reglas mínimas laborales que deben ser respetadas por la ley en todas las circunstancias (artículo 53 superior). Y, en tercer lugar, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 25 de la Carta, el trabajo es un derecho y un deber social que goza, de una parte, de un núcleo de protección subjetiva e inmediata que le otorga carácter de fundamental y, de otra, de contenidos de desarrollo progresivo como derecho económico y social”*⁴¹

Ahora bien, el trabajo también goza de una doble condición de derecho humano y garantía fundamental. En relación con su reconocimiento internacional el artículo 23 de la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948, señala que:

- 1. Toda persona tiene derecho al trabajo, a la libre elección de su trabajo, a condiciones equitativas y satisfactorias de trabajo y a la protección contra el desempleo.*
- 2. Toda persona tiene derecho, sin discriminación alguna, a igual salario por trabajo igual.*
- 3. Toda persona que trabaja tiene derecho a una remuneración equitativa y satisfactoria, que le asegure, así como a su familia, una existencia conforme a la dignidad humana y*

⁴⁰ Sentencia C-614 de 2009.

⁴¹ Sentencia C-107 de 2002

que será completada, en caso necesario, por cualesquiera otros medios de protección social.

La Corte Constitucional en múltiples sentencias ha reiterado que el derecho al trabajo está relacionado con otros derechos fundamentales, que aseguran la vida digna de las personas y el desarrollo de su proyecto de vida. En palabras de ese tribunal:

“El derecho al trabajo adquiere una innegable importancia como condición, en la mayoría de los casos insustituible, para la realización de los derechos fundamentales, motivo por el cual la realización de los supuestos que lo hagan posible constituye uno de los asuntos más relevantes que deben ser atendidos no sólo por el Estado, sino por la sociedad en conjunto.

*El texto constitucional colombiano da fe de la enorme importancia que adquiere el derecho al trabajo en este panorama, no sólo como medio de participación activa en la economía, sino adicionalmente como herramienta para la realización del ser humano como Ciudadano, esto es, como integrante vivo de la asociación que aporta de manera efectiva elementos para la consecución de los fines de la sociedad. En tal sentido, el preámbulo de la Carta reseña como propósito esencial del acta fundacional vertida en la Constitución Nacional el aseguramiento de la vida, la convivencia, el trabajo, la justicia, la igualdad, el conocimiento, la libertad y la paz”.*⁴²

Ahora bien, el derecho al trabajo tal y como lo ha manifestado la Corte también tiene una intrínseca relación con el mínimo vital. Sobre esta garantía, este tribunal ha manifestado que: *“el derecho fundamental al mínimo vital es un presupuesto ineludible del Estado Social de Derecho y la garantía del mismo “... abarca todas las medidas positivas o negativas constitucionalmente ordenadas con el fin de evitar que la persona se vea reducida en su valor intrínseco como ser humano debido a que no cuenta con las condiciones materiales que le permitan llevar una existencia digna”*⁴³.

Así las cosas, conforme a la jurisprudencia constitucional el derecho fundamental al mínimo vital presenta una dimensión positiva y una negativa:

“La primera, alude a la obligación subsidiaria que tiene el Estado de garantizar a todas las personas las condiciones materiales de su existencia, las prestaciones necesarias e indispensables para sobrevivir dignamente y evitar su degradación o aniquilamiento como ser humano..., cuando se encuentren en una situación en la que no puedan acceder a ellas autónomamente. De allí surgen específicas obligaciones de prestación para el Estado y para los particulares. En su dimensión negativa, por su parte, el derecho fundamental al mínimo vital, ha dicho la Corte, “... se constituye en un límite o cota inferior que no puede ser traspasado por el Estado, en materia de disposición de los recursos materiales que la persona necesita para llevar una existencia digna.

⁴² Cfr. Sentencia T-448 de 2008.

⁴³ Sentencia C-369 de 2014.

Esta segunda dimensión del derecho se relaciona íntimamente con la autonomía de la persona como presupuesto para una vida en condiciones de dignidad, y con el carácter subsidiario que de allí se desprende para la arista positiva del derecho al mínimo vital. De este modo, el Estado debe asegurar, en primer lugar, las condiciones para que las personas, de manera autónoma, puedan satisfacer sus requerimientos vitales y ello implica que, mientras no existan razones imperiosas, no puede el Estado restringir ese espacio de autonomía de manera que se comprometa esa posibilidad de las personas de asegurar por sí mismas sus medios de subsistencia⁴⁴”.

De este modo, conforme a lo expuesto, es claro que el Estado para la realización de los fines que le son propios, no puede traspasar los límites constitucionales establecidos. Razón por la cual la Administración en todos sus niveles está obligada a procurar y mantener las condiciones materiales necesarias para que las personas puedan satisfacer autónomamente sus requerimientos vitales, aun cuando ello, en ocasiones, pueda entrar en conflicto con otros objetivos de la actividad estatal.

En conclusión, para la jurisprudencia constitucional es evidente que el derecho al trabajo tiene una importancia notable en la vida de cada persona y de los grupos sociales, en cuanto les permite desarrollar sus capacidades productivas, atender las necesidades económicas y, más ampliamente, alcanzar unas condiciones de vida más favorables.

Razones por las cuales en la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Instituto Nacional de Salud (INS), el INVIMA, el Ministerio de Ambiente y CORPOAMAZONIA, desconocieron el derecho fundamental a la participación en su faceta de igualdad de la Comunidad Indígena Puerto Santander al proferir la Resolución 1710 de 2017.

La Resolución 1710 de 2017 desconoció el derecho fundamental a la participación de la Comunidad Indígena Puerto Santander, en su dimensión de igualdad y justicia ambiental, debido a que fue expedida sin garantizar espacios reales, previos y efectivos de intervención para una población directamente afectada por sus consecuencias económicas, culturales y alimentarias.

La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Instituto Nacional de Salud (INS), el INVIMA, el Ministerio de Ambiente y CORPOAMAZONIA adoptaron una medida de alcance general que restringió la captura, comercialización y consumo del pescado mota sin incorporar la visión, conocimiento tradicional y experiencia de las comunidades ribereñas e indígenas que históricamente dependen de este recurso para su subsistencia. Tal omisión desconoce el contenido material del principio de justicia participativa

⁴⁴ Sentencia C-793 de 2009.

desarrollado por la jurisprudencia constitucional, según el cual las autoridades tienen el deber de abrir escenarios donde las comunidades potencialmente afectadas puedan influir de manera significativa en las decisiones ambientales.

En este caso, la administración actuó desde una lógica exclusivamente técnica y centralizada, ignorando que las comunidades indígenas no son simples destinatarias pasivas de la regulación ambiental, sino sujetos colectivos de especial protección constitucional cuyos modos de vida dependen directamente de los ecosistemas intervenidos. La vulneración del derecho a la igualdad se hace aún más evidente si se observa que la carga ambiental, económica y social derivada de la Resolución 1710 de 2017 recayó de forma desproporcionada sobre comunidades amazónicas históricamente marginadas, mientras otras regiones del país que presentan problemas similares de contaminación por mercurio no fueron objeto de medidas equivalentes. En este sentido se expuso:

“Los estudios citados para Colombia, muestran elevados niveles de contaminación por HgT y MeHg para algunas especies en las regiones de la Mojana, la Ciénaga de Ayapel, Nechí y la Bahía de Cartagena donde superan el límite permitido de 0,5mg/kg (todos los peces, excepto depredadores) según la FAO/OMS”.

Los estudios citados por las propias entidades estatales reconocen elevados niveles de mercurio en especies capturadas en regiones como la Mojana, la Ciénaga de Ayapel, Nechí y la Bahía de Cartagena, donde igualmente se superan los límites permitidos de mercurio establecidos por la FAO/OMS. Sin embargo, en dichos territorios no se adoptaron prohibiciones generalizadas ni restricciones equivalentes sobre la actividad pesquera y comercial. Esta diferencia de trato carece de justificación objetiva y razonable, particularmente porque las consecuencias económicas de una medida semejante en lugares con fuerte incidencia turística y económica, como Cartagena, habrían generado una reacción institucional completamente distinta. En consecuencia, las autoridades terminaron trasladando el peso de la política sanitaria a comunidades periféricas con menor capacidad de incidencia política y mediática, reproduciendo precisamente las formas de discriminación estructural que la noción de justicia ambiental busca erradicar.

La exclusión de la Comunidad Indígena Puerto Santander del proceso de toma de decisiones desconoció, además, la obligación constitucional e internacional de garantizar mecanismos de participación reforzada cuando las decisiones estatales afectan directamente el territorio, la alimentación, la economía y las prácticas culturales de comunidades étnicas. La jurisprudencia constitucional ha sido clara en señalar que, incluso cuando no exista un proceso formal de consulta previa, el Estado tiene el deber de implementar espacios efectivos de

información, concertación y participación para todas aquellas comunidades cuya subsistencia dependa del recurso natural intervenido.

La pesca artesanal en la Amazonía no constituye únicamente una actividad económica, sino una práctica cultural y alimentaria esencial para la supervivencia física y espiritual de las comunidades indígenas. Por ello, cualquier restricción sobre especies destinadas al consumo y comercialización debía construirse con la participación activa de quienes conocen el comportamiento de los ecosistemas, las dinámicas pesqueras locales y las variaciones ambientales de cada cuenca. La omisión de este deber convirtió a la comunidad en simple receptora de una decisión ya adoptada, privándola de la posibilidad de aportar información determinante sobre la realidad territorial del río Caquetá y sobre los impactos reales que tendría la medida en su vida cotidiana.

Las entidades accionadas también desconocieron el principio de igualdad frente a las cargas públicas, debido a que trasladaron exclusivamente a las comunidades pesqueras amazónicas las consecuencias económicas de una política pública sanitaria diseñada en beneficio del interés general. La Corte Constitucional ha reiterado que el interés general no puede servir de fundamento para sacrificar desproporcionadamente los derechos fundamentales de grupos vulnerables o minoritarios. En este caso, la medida administrativa afectó directamente el trabajo, el mínimo vital y la soberanía alimentaria de cientos de familias que dependen de la pesca artesanal como principal medio de subsistencia, sin que el Estado implementara medidas de compensación, sustitución económica o apoyo alimentario.

La administración impuso una carga excepcionalmente gravosa a una población históricamente excluida, sin asumir mecanismos de redistribución o mitigación que garantizaran la equidad en la aplicación de la política pública. Esta situación resulta incompatible con el concepto de justicia ambiental desarrollado por la jurisprudencia constitucional, el cual exige que los costos derivados de las decisiones ambientales no recaigan de forma desproporcionada sobre determinados sectores sociales vulnerables.

La discriminación institucional se profundiza si se tiene en cuenta que las autoridades ignoraron completamente las condiciones de vulnerabilidad estructural de la Comunidad Indígena Puerto Santander al momento de adoptar la Resolución 1710 de 2017. Las comunidades pesqueras artesanales amazónicas enfrentan históricamente dificultades de acceso a educación, representación política, infraestructura estatal y canales de incidencia institucional, razón por la cual requieren una protección reforzada por parte del

Estado. No obstante, lejos de adoptar medidas diferenciadas orientadas a protegerlas, las entidades accionadas diseñaron una regulación uniforme que desconoció las profundas desigualdades existentes entre las regiones centrales del país y las zonas periféricas amazónicas.

Esta actuación resulta contraria al mandato constitucional de especial protección de las comunidades marginadas y vulnerables, así como al deber estatal de remover los obstáculos que impiden la participación efectiva en las decisiones públicas. En otras palabras, la administración terminó reproduciendo un esquema de exclusión histórica donde las decisiones sobre la Amazonía son tomadas desde centros institucionales alejados del territorio y sin intervención real de quienes habitan y dependen de él.

De igual forma, la ausencia de participación efectiva impidió que las comunidades afectadas pudieran cuestionar la suficiencia técnica y territorial de los estudios utilizados para sustentar la medida administrativa. Tal y como se desprende de los antecedentes científicos citados por las propias entidades, no se tomaron muestras en el río Caquetá, pese a lo cual la Resolución 1710 de 2017 extendió sus efectos restrictivos a toda la cuenca amazónica. Si la Comunidad Indígena Puerto Santander hubiese contado con escenarios reales de participación, habría podido advertir la ausencia de evidencia científica específica sobre su territorio y exigir estudios diferenciados antes de imponer restricciones que afectaban directamente su alimentación y economía. La participación ciudadana no constituye un simple requisito formal, sino una garantía sustancial destinada precisamente a evitar decisiones administrativas desconectadas de las realidades locales. La exclusión de la comunidad del debate técnico y administrativo permitió que se adoptara una medida generalizada sin verificar adecuadamente las particularidades ambientales y sociales del río Caquetá.

Las autoridades accionadas también desconocieron el valor constitucional del conocimiento tradicional de las comunidades indígenas y pesqueras sobre el manejo sostenible de los recursos naturales. La Corte Constitucional ha reconocido que buena parte de la biodiversidad colombiana ha sido preservada gracias a las prácticas ancestrales desarrolladas por comunidades indígenas, quienes han construido formas racionales y sostenibles de aprovechamiento ambiental. Sin embargo, la Resolución 1710 de 2017 fue construida exclusivamente desde una perspectiva técnica institucional, excluyendo completamente el conocimiento ecológico local de las comunidades amazónicas.

La medida adoptada igualmente afectó de manera directa los derechos fundamentales al trabajo, mínimo vital y dignidad humana de la Comunidad Indígena Puerto Santander, sin que existiera un análisis serio sobre sus consecuencias socioeconómicas. La pesca artesanal constituye para estas comunidades una fuente esencial de alimentación, intercambio económico y cohesión social. En consecuencia, restringir la captura y comercialización de una especie ampliamente utilizada por la población amazónica implicaba afectar de manera inmediata sus condiciones materiales de existencia. Pese a ello, las entidades accionadas no implementaron planes de transición económica, programas de seguridad alimentaria ni estrategias de sustitución productiva que permitieran amortiguar el impacto de la medida.

La Corte Constitucional ha señalado que el Estado no puede restringir injustificadamente la posibilidad de las personas de satisfacer autónomamente sus necesidades básicas. Sin embargo, eso fue precisamente lo que ocurrió en este caso: una política sanitaria diseñada sin considerar que miles de personas dependen materialmente de la actividad pesquera para garantizar su subsistencia diaria.

Finalmente, la Resolución 1710 de 2017 careció de legitimidad democrática desde la perspectiva constitucional de la participación ambiental, debido a que las autoridades omitieron construir consensos mínimos con las comunidades directamente afectadas. La democracia participativa exige que las decisiones estatales no sean impuestas verticalmente, especialmente cuando impactan de manera intensa la vida de poblaciones vulnerables y étnicamente diferenciadas.

La Comunidad Indígena Puerto Santander no fue escuchada, no participó en la evaluación de impactos, no intervino en la construcción de alternativas regulatorias y tampoco tuvo oportunidad de proponer medidas menos lesivas para su seguridad alimentaria y economía tradicional. En consecuencia, las entidades accionadas desconocieron el mandato constitucional de garantizar una participación significativa y efectiva en las decisiones ambientales, reproduciendo patrones históricos de exclusión institucional y discriminación territorial contra las comunidades amazónicas.

Razones por las cuales en la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Instituto Nacional de Salud (INS), el INVIMA, el Ministerio de Ambiente y CORPOAMAZONIA, desconocieron el derecho fundamental a la participación en su faceta de acceso al trabajo de la Comunidad Indígena Puerto Santander al proferir la Resolución 1710 de 2017.

La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Instituto Nacional de Salud (INS), el INVIMA, el Ministerio de Ambiente y CORPOAMAZONIA desconocieron el derecho fundamental a la participación en su faceta de acceso al trabajo de la Comunidad Indígena Puerto Santander al expedir la Resolución 1710 de 2017, debido a que adoptaron una decisión administrativa con profundas consecuencias económicas y laborales sin garantizar espacios efectivos de deliberación, concertación e incidencia para las comunidades directamente afectadas.

La pesca artesanal constituye el eje estructural de subsistencia de numerosas familias indígenas amazónicas, no solo como actividad económica sino como práctica cultural, alimentaria y comunitaria. En consecuencia, cualquier medida orientada a restringir la captura, comercialización o consumo de especies pesqueras debía incorporar mecanismos de participación que permitieran a las comunidades expresar cómo tales restricciones afectarían su derecho al trabajo, su economía familiar y sus formas tradicionales de producción. Sin embargo, la administración impuso una medida de carácter general sin escuchar a quienes derivan su sustento diario de la actividad pesquera, desconociendo el mandato constitucional de participación democrática en las decisiones que afectan directamente la vida material de las personas.

La omisión de escenarios reales de participación resultó especialmente grave porque la Resolución 1710 de 2017 tuvo efectos directos sobre el ejercicio autónomo de la actividad laboral de la Comunidad Indígena Puerto Santander. La jurisprudencia constitucional ha establecido que el trabajo no constituye únicamente un mecanismo de generación de ingresos, sino un principio fundante del Estado Social de Derecho y una herramienta esencial para la realización de la dignidad humana y del proyecto de vida individual y colectivo.

En este caso, las entidades accionadas restringieron una actividad económica ancestral sin evaluar integralmente el impacto que la decisión tendría sobre el empleo, el mínimo vital y la seguridad alimentaria de las comunidades amazónicas. La ausencia de participación privó a la comunidad de la posibilidad de advertir la magnitud del perjuicio económico derivado de la medida, así como de proponer alternativas menos lesivas, medidas graduales o mecanismos de transición que permitieran proteger simultáneamente la salud pública y el derecho al trabajo de los pescadores artesanales.

La vulneración del derecho a la participación en materia laboral también se evidencia en el hecho de que las autoridades accionadas desconocieron las condiciones estructurales de vulnerabilidad que afectan históricamente a las comunidades indígenas y pesqueras de la Amazonía. La Corte Constitucional ha

señalado que las comunidades dedicadas a la pesca artesanal suelen enfrentar bajos niveles de escolaridad, limitada representación institucional, dificultades de acceso a escenarios de toma de decisiones y escaso apoyo estatal, razones por las cuales requieren una protección reforzada frente a medidas administrativas que puedan comprometer su subsistencia económica.

Pese a ello, las entidades demandadas actuaron desde una lógica centralista y tecnocrática, sin generar mecanismos pedagógicos, consultas territoriales o espacios de concertación que garantizaran una participación material y efectiva de la Comunidad Indígena Puerto Santander. Esta exclusión institucional reprodujo patrones históricos de marginación de las poblaciones amazónicas, cuyas necesidades y condiciones particulares fueron invisibilizadas durante el proceso de adopción de la política sanitaria.

Las entidades accionadas igualmente desconocieron que la protección constitucional del derecho al trabajo exige que el Estado no suprima arbitrariamente las condiciones materiales que permiten a las personas satisfacer autónomamente sus necesidades básicas. La Corte Constitucional ha sostenido que el mínimo vital tiene una dimensión negativa que impide a las autoridades restringir injustificadamente las actividades mediante las cuales las personas aseguran su subsistencia. No obstante, la Resolución 1710 de 2017 afectó directamente una de las principales fuentes de ingreso y alimentación de la Comunidad Indígena Puerto Santander sin implementar medidas compensatorias, programas de sustitución económica o apoyos institucionales que mitigaran el impacto de la restricción. La participación comunitaria habría permitido precisamente identificar la dependencia económica existente respecto de la actividad pesquera y construir soluciones compatibles con la protección de los derechos fundamentales de la población afectada. La ausencia de dichos espacios transformó una medida sanitaria en una afectación desproporcionada de las condiciones materiales de existencia de la comunidad.

La afectación del derecho al trabajo resulta aún más evidente si se tiene en cuenta que la actividad pesquera artesanal en territorios amazónicos no puede analizarse únicamente desde una perspectiva mercantil o productiva. Para la Comunidad Indígena Puerto Santander, la pesca representa una práctica integral ligada a la organización social, al intercambio comunitario, a las tradiciones culturales y a la transmisión intergeneracional de conocimientos ancestrales. En consecuencia, restringir el aprovechamiento y comercialización de determinadas especies implica alterar profundamente las dinámicas económicas y culturales de la comunidad.

Las entidades accionadas omitieron reconocer esta especial relación entre territorio, trabajo y cultura, abordando el problema exclusivamente desde una óptica sanitaria y desconociendo el deber constitucional de protección reforzada de las actividades productivas tradicionales desarrolladas por comunidades étnicas. Esta omisión vulneró el derecho a la participación porque impidió que la comunidad pudiera explicar el significado integral que la pesca tiene dentro de su modelo de vida y organización colectiva.

La discriminación estructural también se manifiesta en el trato diferenciado que recibió la Amazonía frente a otras regiones del país donde igualmente existen reportes de contaminación por mercurio en especies pesqueras. Los estudios citados por las propias entidades reconocen elevados niveles de contaminación en zonas como la Bahía de Cartagena, la Mojana, Ayapel y Nechí, donde se superan los límites máximos permitidos de mercurio según estándares internacionales. Sin embargo, en dichos territorios no se adoptaron restricciones generalizadas con el mismo nivel de severidad sobre las actividades económicas asociadas al sector pesquero.

Esta diferencia de trato evidencia que la carga económica y laboral de la política pública terminó recayendo principalmente sobre comunidades amazónicas con menor capacidad de incidencia política y menor visibilidad institucional. La falta de participación agravó este escenario de desigualdad, pues la Comunidad Indígena Puerto Santander no tuvo oportunidad de cuestionar la razonabilidad y proporcionalidad de una medida que afectó intensamente su economía local mientras en otras regiones del país se adoptaban respuestas menos restrictivas.

Las autoridades accionadas igualmente desconocieron el valor del conocimiento tradicional de las comunidades indígenas sobre el manejo sostenible de los recursos pesqueros y las dinámicas ecológicas de las cuencas amazónicas. La jurisprudencia constitucional ha resaltado que buena parte de la conservación de la biodiversidad en Colombia ha sido posible gracias a las prácticas tradicionales desarrolladas por comunidades indígenas y campesinas.

En consecuencia, la participación efectiva de dichas comunidades no constituye un simple requisito formal, sino una garantía destinada a incorporar conocimientos locales fundamentales para la adopción de decisiones ambientalmente sostenibles y socialmente legítimas. En el caso concreto, la Comunidad Indígena Puerto Santander fue excluida completamente de la construcción de la medida, pese a que su experiencia sobre las dinámicas pesqueras del río Caquetá podía aportar elementos relevantes para evaluar alternativas regulatorias diferenciadas, mecanismos de monitoreo comunitario o medidas graduales menos lesivas para el trabajo artesanal.

La vulneración del derecho a la participación en su faceta de acceso al trabajo también se configura porque la Resolución 1710 de 2017 fue adoptada sin una evaluación específica de los impactos socioeconómicos que produciría sobre las comunidades dependientes de la pesca artesanal. Las entidades accionadas concentraron el análisis exclusivamente en la dimensión sanitaria del problema, omitiendo valorar de manera integral las consecuencias laborales, alimentarias y económicas derivadas de la restricción.

Esta actuación desconoce que la Constitución exige armonizar la protección del ambiente y la salud pública con la garantía efectiva de los derechos fundamentales de las poblaciones vulnerables. La participación comunitaria precisamente cumple la función de permitir que las autoridades conozcan las realidades sociales y económicas de los territorios antes de adoptar medidas restrictivas. Al excluir a la Comunidad Indígena Puerto Santander de este proceso deliberativo, las entidades demandadas impidieron que se incorporaran criterios de justicia social y proporcionalidad en la formulación de la política pública.

Finalmente, la Resolución 1710 de 2017 careció de legitimidad democrática respecto del derecho al trabajo de la Comunidad Indígena Puerto Santander, debido a que las autoridades accionadas impusieron una restricción estructural sobre la principal actividad económica de la población sin garantizar mecanismos reales de incidencia y concertación. La democracia participativa exige que quienes soportarán directamente las consecuencias de una decisión estatal puedan intervenir activamente en su construcción.

Sin embargo, la comunidad no fue convocada a escenarios de diálogo, no participó en la evaluación de alternativas regulatorias y tampoco tuvo la oportunidad de proponer soluciones que compatibilizaran la protección de la salud pública con la continuidad de su actividad productiva tradicional. En consecuencia, la AUNAP, el INS, el INVIMA, el Ministerio de Ambiente y CORPOAMAZONIA desconocieron el derecho fundamental a la participación en su faceta de acceso al trabajo, al excluir a la Comunidad Indígena Puerto Santander de una decisión administrativa que transformó profundamente sus condiciones económicas, laborales y materiales de existencia.

Procedencia de la acción de tutela para cuestionar medidas cautelares en procedimientos de prohibición de pesca y en la imposición de medidas cautelares.

La subsidiariedad de la tutela está contemplada en el artículo 86 de la Carta. Ello significa que la *“acción solo procederá cuando el afectado no disponga de otro medio de defensa judicial, salvo que aquélla se utilice como mecanismo*

transitorio para evitar un perjuicio irremediable”. Al respecto, la Corte Constitucional ha manifestado en reiteradas ocasiones que el juez debe analizar en cada caso si el peticionario cuenta con otros mecanismos de defensa judicial, o en su defecto debe determinar si, aún existiendo estos, no resultan eficaces para lograr la protección efectiva y oportuna de los derechos fundamentales presuntamente conculcados. Así lo sostuvo por ejemplo en la sentencia T-235 de 2010, al indicar:

“Para que la acción de tutela sea procedente como mecanismo principal, el demandante debe acreditar que, o no tiene a su disposición otros medios de defensa judicial, o teniéndolos, éstos no resultan idóneos y eficaces para lograr la protección de los derechos fundamentales presuntamente conculcados. A su turno, el ejercicio del amparo constitucional como mecanismo transitorio de defensa iusfundamental, implica que, aun existiendo medios de protección judicial idóneos y eficaces, estos, ante la necesidad de evitar un perjuicio irremediable, pueden ser desplazados por la acción de tutela”.

Cabe señalar que en materia de tutela existe una regla general, la cual señala que la acción de amparo es un mecanismo excepcional de defensa al que solo se puede acudir después de ejercer infructuosamente todos y cada uno de los medios ordinarios. Así lo consideró el máximo órgano de la jurisdicción constitucional, entre otros en la sentencia T-480 de 2011:

“La jurisprudencia constitucional ha sido reiterativa en señalar que, en virtud del principio de subsidiariedad de la tutela, los conflictos jurídicos relacionados con los derechos fundamentales deben ser en principio resueltos por las vías ordinarias -jurisdiccionales y administrativas- y sólo ante la ausencia de dichas vías o cuando las mismas no resultan idóneas para evitar la ocurrencia de un perjuicio irremediable, resulta admisible acudir a la acción de amparo constitucional. En efecto, el carácter subsidiario de la acción de tutela impone al interesado la obligación de desplegar todo su actuar dirigido a poner en marcha los medios ordinarios de defensa ofrecidos dentro del ordenamiento jurídico para la protección de sus derechos fundamentales. Tal imperativo constitucional pone de relieve que para acudir a la acción de tutela el peticionario debe haber actuado con diligencia en los procesos y procedimientos ordinarios, pero también que la falta injustificada de agotamiento de los recursos legales deviene en la improcedencia del mecanismo de amparo establecido en el artículo 86 superior”.

En lo relativo a la idoneidad y eficacia del instrumento judicial ordinario empleado, la Corte Constitucional en la sentencia T-569 de 2011, expresó que:

“El deber del juez de tutela es examinar si la controversia puesta a su consideración: (i) puede ser ventilada a través de otros mecanismos judiciales y (ii) si a pesar de existir formalmente, aquellos son o no suficientes para proveer una respuesta material y efectiva a la disputa puesta a su consideración. Por consiguiente, no es suficiente, para excluir la tutela, la mera existencia formal de otro procedimiento o trámite de carácter

judicial. Para que ello ocurra es indispensable que ese mecanismo sea idóneo y eficaz, con miras a lograr la finalidad específica de brindar inmediata y plena protección a los derechos fundamentales, de modo que su utilización asegure los efectos que se lograrían con la acción de tutela. No podría oponerse un medio judicial que colocara al afectado en la situación de tener que esperar por varios años mientras sus derechos fundamentales están siendo violados.”

Sentado lo anterior, corresponde aclarar aquellos eventos en los cuales se presenta un perjuicio irremediable. En este sentido la Corte, en Sentencia T-282 de 2012, resaltó la inminencia, la urgencia, la gravedad y la impostergabilidad como los elementos necesarios para que la acción de tutela tenga cabida como mecanismo transitorio:

“la inminencia, que exige medidas inmediatas, la urgencia que tiene el sujeto de derecho por salir de ese perjuicio inminente, y la gravedad de los hechos, que hace evidente la impostergabilidad de la tutela como mecanismo necesario para la protección inmediata de los derechos constitucionales fundamentales. La concurrencia de los elementos mencionados pone de relieve la necesidad de considerar la situación fáctica que legitima la acción de tutela, como mecanismo transitorio y como medida precautelativa para garantizar la protección de los derechos fundamentales que se lesionan o que se encuentran amenazados.”

En la misma dirección, la sentencia T-634 de 2006 conceptualizó sobre el perjuicio irremediable lo siguiente:

“Ahora bien, de acuerdo con la doctrina constitucional pertinente, un perjuicio irremediable se configura cuando el peligro que se cierne sobre el derecho fundamental es de tal magnitud que afecta con inminencia y de manera grave su subsistencia, requiriendo por tanto de medidas impostergables que lo neutralicen. Sobre las características jurídicas del perjuicio irremediable la Corte dice en su jurisprudencia lo siguiente:

En primer lugar, el perjuicio debe ser inminente o próximo a suceder. Este exige un considerable grado de certeza y suficientes elementos fácticos que así lo demuestren, tomando en cuenta, además, la causa del daño. En segundo lugar, el perjuicio ha de ser grave, es decir, que suponga un detrimento sobre un bien altamente significativo para la persona (moral o material), pero que sea susceptible de determinación jurídica. En tercer lugar, deben requerirse medidas urgentes para superar el daño, entendidas éstas desde una doble perspectiva: como una respuesta adecuada frente a la inminencia del perjuicio, y como respuesta que armonice con las particularidades del caso. Por último, las medidas de protección deben ser impostergables, esto es, que respondan a criterios de oportunidad y eficiencia a fin de evitar la consumación de un daño antijurídico irreparable”.

La Corte Constitucional ha establecido las siguientes sub reglas en torno a la procedencia de la tutela para cuestionar medidas cautelares dictadas en el marco de procesos con contenido prohibitivo:

(i) En sentencia T-282 del año 2012⁴⁵, la Corte respecto a la procedencia de la acción de tutela para debatir medidas cautelares en un proceso sancionatorio ambiental, afirmó que: *“Tanto la definición de la procedibilidad de la acción de tutela, como la valoración de su prosperidad, están vinculadas estrechamente con las especificidades de carácter personal o material que el asunto bajo estudio destaque. Es el caso de la condición o posición jurídica en que se encuentre quien obra como accionante y también lo es el significado que en el Derecho y en particular en el Derecho constitucional, poseen los bienes jurídicos reclamados por las partes”*⁴⁶.

(ii) En igual sentido, la Corte en sentencia T-653 de 2013 conoció de un asunto en el cual la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial para la Macarena (Cormacarena), mediante acto administrativo, ordenó la suspensión de las obras de construcción que se estaban adelantando en una zona catalogada como humedal. En ese asunto el máximo órgano de la jurisdicción constitucional consideró que:

“La acción de tutela cabría como mecanismo transitorio de protección de los derechos fundamentales cuando quiera que esperar a la respuesta de la jurisdicción contenciosa administrativa pudiese dar lugar a un perjuicio irremediable (...) mal puede exigírsele haber agotado los recursos en vía gubernativa y en todo caso acudir a la vía judicial implicaba un desgaste en términos económicos y de tiempo con los que, dadas su condición particular de sujeto de especial protección y sus circunstancias, no contaba”.

La Corte Constitucional afirmó que ante procesos sancionatorios ambientales debía observarse si los medios de control existentes en la jurisdicción de lo contencioso administrativo, eran medios idóneos de defensa judicial que permitieran garantizar la protección de los derechos en juego. Sobre el particular en el fallo en comentó afirmó: *“Ante este análisis que debe ser laxo y garantista atendiendo las específicas circunstancias, la Sala considera que en el presente caso la tutela funge como mecanismo idóneo para propender por la defensa de sus derechos fundamentales”*⁴⁷.

(iii) En igual medida la Corte Constitucional en sentencia T-606 de 2015 en un asunto en el cual se analizó la prohibición legal de pesca en el parque Tayrona dispuso:

⁴⁵ En el asunto de la referencia la acción de tutela se presentó debido al inicio de un proceso sancionatorio adelantado por la Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales contra el propietario de una vivienda, que estaba edificando un pozo séptico sin licencia ambiental en el Parte Nacional Natural Tayrona.

⁴⁶ En igual sentido la providencia en comente aseveró: *“De todos modos, en algunos casos, bien el perjuicio irremediable, bien la necesidad de la eficacia inmediata de la tutela, aparecen justificadas por las circunstancias del caso, derivadas de la experiencia o de la evidente condición de debilidad del sujeto que reclama. La evaluación del perjuicio irremediable es, en consecuencia, un ejercicio de análisis que debe consultar siempre las particularidades o supuestos fácticos del caso concreto y de las condiciones personales de quien invoca la protección de sus derechos fundamentales”.*

⁴⁷ Sentencia T-653 de 2013.

“Se presenta para cuestionar dos decisiones adoptadas por la Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales; estas son: (i) la prohibición de ejercer la pesca artesanal en la playa Bahía Gayraca jurisdicción Parque Natural Tayrona y (ii) la proporcionalidad de la medida adoptada en el auto 009 de 2014, “por el cual se impone una medida preventiva a indeterminados y se adoptan otras determinaciones”.

Se debe precisar que respecto a la prohibición de ejercer la pesca artesanal en el Parque Natural el Tayrona, ciertamente, tanto el señor Jonatán Pacheco Yáñez como los miembros de la Cooperativa de pescadores de Barlovento, pueden acudir a los diferentes medios de control que les ofrece la jurisdicción de lo contencioso administrativo para cuestionar la legalidad de dicha decisión. Específicamente, tienen a su disposición los medios de control contemplados en la ley 1437 de 2011⁴⁸.

En este sentido la Sección Cuarta, Sala de lo Contencioso Administrativo del Consejo de Estado, al momento de fallar la impugnación de la tutela, advirtió que existían otros medios de defensa judicial a disposición de los tutelantes para alcanzar sus pretensiones. En consecuencia, esta corporación advierte que inicialmente el presente caso no se enmarcaría dentro de los supuestos necesarios para la procedencia del amparo debido a que los actores no agotaron los medios judiciales existentes.

*Sin embargo, de una lectura detallada del expediente se evidencia que el señor Jonatán Pacheco Yáñez y la Cooperativa de pescadores de Barlovento, **más allá de la legalidad de los actos administrativos acusados, lo que en realidad cuestionan es la manera como la Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales materializó la protección del derecho al medio ambiente, según ellos desconociendo sus garantías constitucionales al trabajo, a la vida digna, a la seguridad y soberanía alimentaria**”*

Por su parte, la jurisdicción de lo Contencioso Administrativo, igualmente determinó que la acción de tutela era procedente para cuestionar la proporcionalidad de una medida de decomiso adoptada contra una embarcación que estaba pescando en el Parque Natural Tayrona. Téngase en cuenta lo señalado por el Consejo de Estado en dicha providencia:

“El demandante alega que se desconocieron sus derechos a la dignidad humana, el mínimo vital, al trabajo, a la paz, la salud mental, la vida digna, la alimentación equilibrada de los niños, la libre escogencia de profesión u oficio de las minorías étnicas y la diversidad cultural, en razón a que las autoridades demandadas le decomisaron unos bienes que le permiten ejercer la pesca artesanal, actividad de la cual deriva su sustento y el de su familia, sobre una zona que tradicionalmente se ha utilizado para la pesca (...)

⁴⁸ Los actuales artículos 137 y 138 de la Ley 1437 de 2011 establecen los medios de control de nulidad y nulidad y restablecimiento del derecho contra las actuaciones de las autoridades estatales. Dicha nulidad debe ser declarada cuando los actos se expidan (a) desconociendo las normas en que deberían fundarse, (b) por un órgano que carece de competencia, (c) de manera irregular, (d) violando el derecho de audiencia y defensa, (e) mediante falsa motivación o (f) con desviación de las atribuciones propias de quien los profirió (art. 137 inc. 2°).

*Si se analiza el acto administrativo No. 281 del 26 de abril de 2013, se puede inferir que contiene dos decisiones: una referente a la apertura de una investigación para determinar si el demandante incurrió con su conducta en una infracción ambiental y la otra en relación con la medida preventiva de decomiso de unos bienes que son de su pertenencia, decisiones que no son susceptibles de recurso alguno (...) es evidente que el demandante como pescador artesanal, actividad que acredita y que según el artículo 273 del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, es aquella pesca que se realiza por personas naturales que incorporan a esta actividad su trabajo o por cooperativas u otras asociaciones integradas, cuando utilizan sistemas y aparejos propios de una actividad productiva de pequeña escala, al imponerse el decomiso de su motonave y unos aparejos de pesca para desarrollar la pesca artesanal, **implica una afectación grave en su sostenimiento y el de su familia, en tanto que es la única actividad que conoce para sacar un provecho económico.** Razón por la que la presente acción se torna procedente en aras de evitar un perjuicio de la magnitud antes referida por el trato de las autoridades demandadas”⁴⁹*

Así las cosas, se destaca que en ciertas circunstancias los mecanismos judiciales de defensa existentes en el ordenamiento jurídico para cuestionar medidas cautelares, debido a su complejidad y duración, carecen de la idoneidad y eficacia necesaria para amparar los derechos al trabajo, a la vida digna, a la seguridad y soberanía alimentaria. Por esta razón la tutela puede desplazar en excepcionales casos las acciones judiciales existentes mientras se adoptan decisiones de fondo en estos procedimientos.

Procedencia excepcional de la acción de tutela por inexistencia de mecanismos judiciales materialmente idóneos y ser necesaria la protección inmediata de los derechos fundamentales de la Comunidad Indígena Puerto Santander

En el caso bajo estudio debe señalarse, en primer término, que la presente acción de tutela se interpone con el propósito de cuestionar los efectos constitucionales derivados de la Resolución 1710 de 2017 expedida por la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca — AUNAP, mediante la cual se prohibió de manera precautoria y por tiempo indefinido la captura y comercialización de la especie *Calophysus macropterus*, conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente, en las cuencas Amazónica y de la Orinoquía colombiana.

Dicha medida administrativa tiene una incidencia directa sobre las dinámicas sociales, económicas, culturales y alimentarias de la Comunidad Indígena Puerto Santander, ubicada en inmediaciones del Cañón de Araracuara, en la cuenca media del Río Caquetá, territorio donde históricamente la pesca de dicha especie ha constituido una de las principales actividades de subsistencia y sostenimiento

⁴⁹ Consejo de Estado Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Segunda, Subsección A, Sentencia del 5 de agosto de 2013, Radicación número: 47001-23-33-000-2013-00087-01(AC)

colectivo. En consecuencia, aunque formalmente el debate involucra la legalidad y proporcionalidad de un acto administrativo de carácter general expedido por una autoridad pública, lo cierto es que el núcleo del asunto se relaciona con la presunta vulneración de derechos fundamentales de una comunidad indígena especialmente protegida por la Constitución Política.

Debe precisarse que, en principio, la Comunidad Indígena Puerto Santander podría acudir a los medios de control previstos en la Ley 1437 de 2011 para cuestionar la legalidad de la Resolución 1710 de 2017 ante la jurisdicción de lo contencioso administrativo. Particularmente, tendría a su disposición el medio de control de nulidad simple o eventualmente el de nulidad y restablecimiento del derecho, según las circunstancias concretas del caso. Sin embargo, la existencia formal de dichos mecanismos judiciales no excluye automáticamente la procedencia de la acción de tutela, pues conforme a la reiterada jurisprudencia constitucional, el juez de tutela debe analizar en cada caso concreto si tales medios resultan materialmente idóneos y eficaces para la protección inmediata de los derechos fundamentales invocados.

En el asunto aquí debatido, resulta evidente que los mecanismos ordinarios carecen de la capacidad de brindar una protección oportuna frente a la afectación actual y continuada que desde el año 2017 vienen soportando los integrantes de la comunidad accionante respecto de sus derechos al debido proceso, trabajo, mínimo vital, identidad cultural, seguridad y soberanía alimentaria. En efecto, de una lectura integral de los antecedentes fácticos se evidencia que la controversia planteada trasciende ampliamente una discusión meramente administrativa sobre la legalidad abstracta de una medida sanitaria o pesquera.

Lo que realmente cuestionamos como accionantes es la manera como el Estado colombiano materializó el principio de precaución y la protección de la salud pública, desconociendo simultáneamente las garantías constitucionales de una comunidad indígena cuya subsistencia económica, alimentaria y cultural depende de manera directa de la pesca tradicional en el Río Caquetá.

La prohibición absoluta e indefinida de captura y comercialización de la especie mota no solo impactó una actividad económica aislada, sino que alteró profundamente las prácticas ancestrales de aprovechamiento del territorio, las dinámicas de movilidad fluvial, los sistemas de intercambio local y las formas de transmisión cultural asociadas a la pesca tradicional en el Cañón de Araracuara y sus zonas colindantes. En consecuencia, el asunto sometido a consideración del juez constitucional involucra directamente la protección de derechos fundamentales colectivos e individuales de especial relevancia constitucional.

En igual sentido, debe resaltarse que la Comunidad Indígena Puerto Santander habita un territorio de difícil acceso ubicado en un punto estratégico de la cuenca media del Río Caquetá, entre Araracuara, departamento de Caquetá, y Puerto Santander, departamento del Amazonas, donde el río constituye prácticamente el único medio de transporte, abastecimiento y comunicación. La relación de la comunidad con el entorno natural no responde únicamente a criterios económicos, sino que se encuentra profundamente ligada a su cosmovisión, espiritualidad y formas tradicionales de vida.

La selva y el río son entendidos como espacios vivos y sagrados, sometidos a reglas ancestrales de manejo y conservación. Bajo este contexto, la prohibición indefinida de una de las principales especies objeto de pesca afecta directamente la autonomía alimentaria y cultural de la comunidad, situación que adquiere una especial gravedad constitucional debido a la protección reforzada que la Carta Política y la jurisprudencia constitucional reconocen a los pueblos indígenas como sujetos de especial protección.

Adicionalmente, el juez de tutela debe tener en cuenta que la afectación alegada no es hipotética ni eventual, sino actual, permanente y prolongada en el tiempo. Desde el año 2017 y hasta la fecha, los integrantes de la Comunidad Indígena Puerto Santander se han visto privados de ejercer una de sus principales actividades tradicionales de subsistencia, circunstancia que ha generado repercusiones directas sobre su seguridad alimentaria, su economía comunitaria y su derecho al trabajo.

En este contexto, someter a la comunidad a las dispendiosas etapas de un proceso contencioso administrativo ordinario implicaría prolongar durante varios años más una situación que, según lo expuesto en la tutela, ya ha ocasionado afectaciones profundas y continuadas sobre derechos fundamentales esenciales. Precisamente, la jurisprudencia constitucional ha reconocido de manera reiterada que la acción de tutela procede excepcionalmente contra actos administrativos cuando los mecanismos ordinarios no ofrecen una protección integral, inmediata y efectiva frente a la amenaza o vulneración de derechos fundamentales, especialmente cuando se encuentran involucrados sujetos de especial protección constitucional.

En el asunto aquí debatido, resulta claro que una eventual acción ante la jurisdicción contenciosa difícilmente podría ofrecer una protección inmediata respecto de los derechos al trabajo, mínimo vital, seguridad alimentaria y preservación cultural de la Comunidad Indígena Puerto Santander, máxime cuando la prohibición cuestionada tiene carácter indefinido y sus efectos se

proyectan diariamente sobre las condiciones materiales de existencia de la población accionante.

En igual medida, debe señalarse que las medidas cautelares previstas en el Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo no garantizan necesariamente una protección integral y oportuna de los derechos fundamentales comprometidos. Lo anterior por cuanto la suspensión provisional de la Resolución 1710 de 2017 no resolvería automáticamente los impactos sociales, económicos y culturales acumulados durante casi una década sobre la comunidad accionante, ni atendería de manera inmediata las necesidades de alimentación, subsistencia y sostenimiento derivadas de la prohibición impuesta. Adicionalmente, el caso involucra complejas tensiones constitucionales entre la protección de la salud pública, el principio de precaución ambiental y los derechos fundamentales de comunidades indígenas amazónicas, cuestiones que exigen una intervención urgente e integral del juez constitucional bajo un enfoque diferencial y de protección reforzada.

En consecuencia, la controversia planteada no se limita exclusivamente a la discusión científica sobre los niveles de mercurio presentes en el pescado mota, sino que involucra también cuestionamientos relacionados con el debido proceso administrativo, la proporcionalidad de la medida adoptada y la eventual omisión de enfoques diferenciales aplicables a pueblos indígenas y comunidades ribereñas amazónicas. Tales asuntos poseen una evidente dimensión constitucional que excede el marco puramente legal propio de la jurisdicción contenciosa ordinaria.

Conforme a lo expuesto se observa que las circunstancias particulares del caso permiten concluir que la acción de tutela constituye el mecanismo judicial más idóneo y eficaz para procurar la protección inmediata de los derechos fundamentales presuntamente vulnerados. Ello en razón a que la controversia involucra una comunidad indígena en situación de especial vulnerabilidad territorial, económica y cultural, ubicada en una zona remota de la Amazonía colombiana, cuya seguridad alimentaria y subsistencia dependen directamente del aprovechamiento tradicional del Río Caquetá y de las especies hidrobiológicas presentes en la región.

En consecuencia, obligar a los accionantes a esperar la resolución definitiva de un proceso contencioso administrativo implicaría mantener por tiempo indefinido una afectación grave sobre derechos fundamentales relacionados con la vida digna, el trabajo, la identidad cultural, la autonomía alimentaria y el debido proceso. Por tales razones, el presente asunto encuadra dentro de los supuestos excepcionales reconocidos por la jurisprudencia constitucional para la procedencia de la acción de tutela contra actuaciones administrativas cuando los

mecanismos ordinarios carecen de eficacia material para brindar una protección integral y oportuna de los derechos fundamentales comprometidos.

El requisito de inmediatez en la acción de tutela

La Corte Constitucional ha hecho múltiples pronunciamientos sobre el requisito de inmediatez para la procedencia de la acción de tutela. El inciso primero del artículo 86 de la Constitución Política lo consagra así: *“Toda persona tendrá acción de tutela para reclamar ante los jueces, en todo momento y lugar, mediante un procedimiento preferente y sumario, por sí misma o por quien actúe a su nombre, la protección inmediata de sus derechos constitucionales fundamentales”*

Según la naturaleza de la acción de tutela, la cual tiene el propósito de obtener la protección inmediata de los derechos constitucionales fundamentales, cuando estos resulten vulnerados o amenazados, se ha discutido acerca de la necesidad de estudiar un plazo razonable⁵⁰ en la interposición del amparo. La Sentencia SU-961 de 1999⁵¹ dio origen al principio de la inmediatez, no sin antes reiterar, como regla general, que la posibilidad de interponer la acción de tutela en cualquier tiempo significa que esta no tiene un término de caducidad. La consecuencia de ello es que el juez constitucional, en principio, no puede rechazarla con fundamento en el paso del tiempo y tiene la obligación de entrar a estudiar el asunto de fondo. En el sub examine se dispuso:

“Teniendo en cuenta este sentido de proporcionalidad entre medios y fines, la inexistencia de un término de caducidad no puede significar que la acción de tutela no deba interponerse dentro de un plazo razonable. La razonabilidad de este plazo está determinada por la finalidad misma de la tutela, que debe ser ponderada en cada caso concreto. De acuerdo con los hechos, entonces, el juez está encargado de establecer si la tutela se interpuso dentro de un tiempo prudencial y adecuado, de tal modo que no se vulneren derechos de terceros.

Si bien el término para interponer la acción de tutela no es susceptible de establecerse de antemano de manera afirmativa, el juez está en la obligación de verificar cuándo ésta no se ha interpuesto de manera razonable, impidiendo que se convierta en factor de inseguridad, que de alguna forma afecte los derechos fundamentales de terceros, o que desnaturalice la acción (...)

⁵⁰ “La razonabilidad en la interposición de la acción de tutela está determinada, tanto en su aspecto positivo, como en el negativo, por la proporcionalidad entre medios y fines. El juez debe ponderar una serie de factores con el objeto de establecer si la acción de tutela es el medio idóneo para lograr los fines que se pretenden y así determinar si es viable o no. Dentro de los aspectos que debe considerarse, está el que el ejercicio inoportuno de la acción implique una eventual violación de los derechos de terceros. Para hacerlo, el juez debe constatar: 1) si existe un motivo válido para la inactividad de los accionantes; 2) si esta inactividad injustificada vulnera el núcleo esencial de los derechos de terceros afectados con la decisión y 3) si existe un nexo causal entre el ejercicio inoportuno de la acción y la vulneración de los derechos de los interesados”. SU-961/99.

⁵¹ M.P. Vladimiro Naranjo Mesa.

Si la inactividad del accionante para ejercer las acciones ordinarias, cuando éstas proveen una protección eficaz, impide que se conceda la acción de tutela, del mismo modo, es necesario aceptar que la inactividad para interponer esta última acción durante un término prudencial debe llevar a que no se conceda”.

A partir de estas consideraciones, la Sala Plena de la Corte Constitucional infirió tres reglas centrales en el análisis de la inmediatez. En primer término, la inmediatez es un principio orientado a la protección de la seguridad jurídica y los intereses de terceros, y no una regla o término de caducidad, posibilidad opuesta a la literalidad del artículo 86 de la Constitución. En segundo lugar, la satisfacción del requisito debe analizarse bajo el concepto de plazo razonable y en atención a las circunstancias de cada caso concreto⁵². Finalmente, esa razonabilidad se relaciona con la finalidad de la acción, que supone a su vez la protección urgente e inmediata de un derecho constitucional fundamental.

Así las cosas, la acción de tutela sería procedente cuando fuere promovida transcurrido un extenso espacio entre el hecho que generó la vulneración, siempre que: **(i)** exista un motivo válido para la inactividad de los accionantes, por ejemplo, el estado de indefensión, interdicción, abandono, minoría de edad, incapacidad física, entre otros; **(ii)** la inactividad injustificada vulnere el núcleo esencial de los derechos de terceros afectados con la decisión; **(iii)** exista un nexo causal entre el ejercicio inoportuno de la acción y la vulneración de los derechos de los interesados; o **(iv)** cuando se demuestre que la vulneración es permanente en el tiempo y que, pese a que el hecho que la originó es muy antiguo respecto de la presentación de la tutela, la situación desfavorable del actor derivada del irrespeto por sus derechos, continúa y es actual⁵³.

En ese orden de ideas, de acuerdo con las reglas fijadas por la jurisprudencia constitucional y las interpretaciones garantistas efectuadas sobre este principio, no se desprende la imposición de un plazo terminante de 6 meses para la procedencia del amparo, sino uno razonable y prudente que debe ser verificado por el juez, de acuerdo a las circunstancias fácticas y jurídicas que rodean cada caso en concreto, máxime si el establecimiento de un plazo perentorio para interponer la acción de tutela implicaría el restablecimiento de la caducidad, con efectos contraproducentes sobre principios que inspiran la filosofía de la

⁵² En la Sentencia SU-189 de 2012, M.P. Gabriel Eduardo Mendoza Martelo, la Corte señaló: “Dicho requisito de oportunidad ha sido denominado Principio de la Inmediatez, el cual, lejos de ser una exigencia desproporcionada que se le impone al interesado, reclama el deber general de actuar con el esmero y cuidado propio de la vida en sociedad. Se trata de acudir a la jurisdicción constitucional en un lapso prudencial, que refleje una necesidad imperiosa de protección de los derechos fundamentales (...) **El cumplimiento del requisito de la inmediatez le corresponde verificarlo al juez de tutela en cada caso concreto. Dicho operador jurídico debe tomar en cuenta las condiciones del accionante, así como las circunstancias que rodean los hechos para determinar lo que debería considerarse como plazo razonable. Para ello, debe valorar las pruebas aportadas de acuerdo a los principios de la sana crítica, con el fin de determinar si hay una causal que justifique la inactividad del accionante**”.

⁵³ Ver sentencias T-1229 de 2000, T-684 de 2003, T-016 de 2006 y T-1044 de 2007, T- 1110 de 2005, T-158 de 2006, T-166 de 2010, T-502 de 2010, T-574 de 2010, T-576 de 2010.

Constitución de 1991, tales como: i) el acceso a la administración de justicia; ii) la prevalencia del derecho sustancial sobre el formal; iii) la autonomía e independencia judicial; iv) la primacía de los derechos de la persona y; v) la imprescriptibilidad de los derechos fundamentales.

Ejemplos prácticos de casos concretos resueltos en sede de revisión, demuestran cómo esta Corporación ha optado por estudiar un plazo razonable y proporcional⁵⁴ en la inmediatez del amparo en un término sumamente superior a 6 meses, según cada asunto particular sometido a consideración, en oposición a un término perentorio, absoluto e inconstitucional como presupuesto para su presentación. Sobre el particular el máximo órgano de la jurisdicción constitucional sobre el particular ha expuesto:

(i) En la Sentencia T-1178 de 2004 se resolvió de fondo un asunto laboral en el cual entre la terminación de los contratos de trabajo y la fecha de interposición de la acción transcurrieron más de tres años, lapso que aunque a prima facie resulta irrazonable, fue justificado debido al **riesgo en la integridad física que corrían los accionantes por la presentación de la tutela en oportunidad.**

(ii) En Sentencia T-109 de 2009, este Tribunal concedió el amparo invocado contra una Sentencia del Consejo de Estado sobre indexación de la primera mesada pensional, proferida después de 6 meses antes de la presentación de la acción. En esa ocasión, la Corte evidenció que los jueces de instancia omitieron que la interposición del amparo requería un **recaudo probatorio dispendioso**

(iii) En reiterados pronunciamientos, esta Corporación ha sentado esta posición al declarar procedente la acción de tutela cuando se **confirma que persiste la vulneración de derechos.** En la Sentencia T-960 de 2010, el actor interpuso la acción caso dos años luego de ser expedida la resolución que denegaba la solicitud de pensión de vejez, y en esa oportunidad esta Corporación la declaró procedente y concedió la tutela.

De la misma forma, en la Sentencia **T-164 de 2011**⁵⁵, esta Corporación declaró procedente la acción de tutela de un ciudadano que solicitaba el reconocimiento de la indemnización sustitutiva luego de 10 años de haberle sido negada por parte de CAJANAL. Al respecto dijo, *“En el presente asunto, puede determinarse que la vulneración al derecho a la seguridad social del señor Gerardo Segura persiste en el tiempo, por cuanto, la negación del*

⁵⁴ En la Sentencia C-590 de 2005 y T-100 de 2010 se estableció que la inmediatez significa que la tutela se hubiere interpuesto en un término razonable y proporcionado a partir del hecho que originó la vulneración.

⁵⁵ Ibidem

reconocimiento de la indemnización sustitutiva, le restringe la posibilidad al actor de contar con un ingreso para satisfacer sus necesidades, por lo que no es conducente, como lo anotan los jueces de instancia, alegar la ausencia de este requisito.”

En la Sentencia **T-217 de 2013**⁵⁶ se concedió a dos accionantes el derecho fundamental al debido proceso y al acceso en la administración de justicia, considerando frente al requisito de la inmediatez que el derecho a la seguridad social es irrenunciable, por tanto, la vulneración persiste en el tiempo, *“En consecuencia, se concluye que en los casos en que se discuten derechos pensionales, la jurisprudencia constitucional en virtud del artículo 53 de la Constitución de 1991, establece que la inmediatez no puede ser entendida como un requisito de procedibilidad severo, ya que la vulneración de ese derecho subsiste en el tiempo por ser un derecho irrenunciable que no prescribe, por lo que es irrelevante el tiempo transcurrido entre la actuación que vulnera el derecho y el momento en el que se interpone la acción”*.

Acreditación del criterio de inmediatez flexible en el sub examine

En el presente asunto se satisface el requisito de inmediatez conforme a los criterios desarrollados por la jurisprudencia constitucional, particularmente aquellos relacionados con la permanencia y actualidad de la vulneración de los derechos fundamentales invocados. Aunque la Resolución 1710 de 2017 fue expedida hace varios años, sus efectos no constituyen un hecho agotado o consumado en el tiempo, sino una afectación continua y permanente sobre la Comunidad Indígena Puerto Santander, en tanto la prohibición y restricción derivada de dicha medida sigue impactando actualmente sus prácticas alimentarias, económicas, culturales y productivas.

En este sentido, se cumple claramente el criterio identificado por la Corte Constitucional según el cual la tutela procede cuando *“la vulneración es permanente en el tiempo y la situación desfavorable derivada del irrespeto por los derechos continúa y es actual”*. La restricción sobre el consumo, comercialización y aprovechamiento del pescado mota continúa produciendo consecuencias materiales sobre la comunidad, afectando de manera constante su derecho al trabajo, al mínimo vital, a la participación y a la soberanía alimentaria.

La permanencia de la afectación adquiere especial relevancia si se tiene en cuenta que la Comunidad Indígena Puerto Santander depende históricamente de los recursos pesqueros para garantizar su subsistencia y preservar sus prácticas

⁵⁶ M.P. Alexei Julio Estrada.

culturales tradicionales. La Resolución 1710 de 2017 no produjo únicamente un efecto administrativo momentáneo, sino que alteró estructuralmente las dinámicas económicas y sociales de la comunidad.

La jurisprudencia constitucional ha sido clara en señalar que, cuando las consecuencias de una actuación estatal permanecen vigentes y continúan lesionando derechos fundamentales, la exigencia de inmediatez debe flexibilizarse. Precisamente, tal como ocurrió en las sentencias T-164 de 2011 y T-217 de 2013, la Corte consideró procedente el amparo porque la vulneración persistía en el tiempo, circunstancia que se configura plenamente en el presente caso, pues la comunidad continúa soportando las cargas derivadas de una decisión administrativa adoptada sin participación efectiva ni valoración concreta de su realidad territorial.

De igual manera, resulta evidente que la vulneración alegada tiene una naturaleza continuada y progresiva, en tanto los efectos discriminatorios y excluyentes de la medida administrativa se siguen reproduciendo sobre la comunidad accionante. La Resolución 1710 de 2017 impuso restricciones severas sobre una práctica económica y alimentaria esencial para la subsistencia de la comunidad sin haber garantizado espacios reales de participación, concertación o consulta. Esa omisión no constituye un evento instantáneo agotado en 2017, sino una afectación que se proyecta diariamente sobre el ejercicio de los derechos fundamentales de la población indígena afectada. Cada día en que la comunidad continúa soportando las restricciones derivadas de una decisión adoptada sin participación efectiva, se renueva la vulneración constitucional denunciada.

Asimismo, debe resaltarse que el análisis de inmediatez en asuntos relacionados con comunidades indígenas y derechos colectivos exige una interpretación reforzada del principio pro persona y de la prevalencia del derecho sustancial sobre las formas procesales. La Corte Constitucional ha sostenido que el examen temporal no puede convertirse en una barrera desproporcionada que impida el estudio de fondo de situaciones que involucran sujetos de especial protección constitucional. En este caso, la Comunidad Indígena Puerto Santander no solo ostenta dicha condición especial, sino que además enfrenta afectaciones concurrentes sobre sus derechos a la identidad cultural, alimentación, trabajo, participación y mínimo vital, lo que obliga al juez constitucional a adoptar un análisis material de la inmediatez y no una valoración formalista del paso del tiempo.

También el *sub examine* cumple el criterio relativo a la inexistencia de afectación grave a la seguridad jurídica o a derechos consolidados de terceros.

La acción de tutela no busca desestabilizar relaciones jurídicas consolidadas ni desconocer derechos adquiridos de particulares, sino cuestionar la constitucionalidad material de una medida administrativa cuyos efectos siguen produciendo impactos negativos sobre una comunidad étnica específica. A diferencia de lo que ocurre en ciertos casos de tutela contra providencias judiciales, aquí no existe un riesgo de alteración indefinida de situaciones jurídicas consolidadas ni una afectación desproporcionada al principio de cosa juzgada. Por el contrario, el examen constitucional solicitado busca precisamente corregir una situación estructural de desigualdad y exclusión que continúa vigente.

Debe tenerse en cuenta, además, que las comunidades indígenas poseen una relación diferencial con el territorio, los ecosistemas y los recursos naturales, circunstancia que intensifica la gravedad de los efectos producidos por medidas administrativas que restringen sus prácticas tradicionales de subsistencia. En consecuencia, mientras persista la afectación sobre la pesca, el consumo y la comercialización de especies utilizadas históricamente por la comunidad, la vulneración constitucional permanece viva y actual. La inmediatez, bajo esta perspectiva, no puede medirse únicamente desde la fecha formal de expedición del acto administrativo, sino desde la persistencia real de sus efectos lesivos sobre los derechos fundamentales de la comunidad accionante.

En conclusión, el requisito de inmediatez se encuentra plenamente satisfecho porque concurren varios de los criterios excepcionales desarrollados por la jurisprudencia constitucional: (i) existe una vulneración permanente y actual de los derechos fundamentales de la Comunidad Indígena Puerto Santander; (ii) la comunidad accionante se encuentra en una situación de vulnerabilidad que justifica una flexibilización del análisis temporal; y (iii) la acción de tutela no compromete de manera irrazonable la seguridad jurídica ni derechos consolidados de terceros. Por ende, resulta procedente el estudio de fondo de las vulneraciones alegadas.

PETICIÓN

Conforme a lo expuesto por medio de la presente tutela se solicita:

Reconocer que la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Instituto Nacional de Salud (INS), el INVIMA, el Ministerio de Ambiente y CORPOAMAZONIA, vulneraron los derechos fundamentales al debido proceso, seguridad y soberanía alimentaria y participación de los destinatarios en su faceta de igualdad y acceso al trabajo, de la Comunidad Indígena Puerto Santander por la expedición de la Resolución 1710 de 2017.

A consecuencia de lo anterior, se ordene dejar sin efectos o tal y como ocurrió en la sentencia T-361 de 2017 (paramo de Santurbán) se decrete la pérdida de ejecutoria diferida en el tiempo de la Resolución 1710 de 2017, y en consecuencia se ordene a las entidades accionadas permitir hasta cuando se realicen los estudios técnicos específicos y definitivos la captura en el cañón del Araracuara y su comercialización en el territorio colombiano de la especie *Calophrys macropterus* conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente

JURAMENTO

Para los efectos de que tratan los artículos 37 y 38 del Decreto 2591 de 1991, manifiesto bajo juramento que, con anterioridad a esta acción, no se ha promovido por sí mismo ni a través de apoderado, acción similar por los mismos hechos, pastes y pretensiones.

ANEXOS Y PRUEBAS

Poder para actuar

T.P de apoderado parte demandante

Resolución 1710 de 2017

Anexos técnicos de la Resolución 1710 de 2017

NOTIFICACIONES

El apoderado de la parte demandante, puede ser notificado al correo: franciscolar_consultorjuridico@hotmail.com

- Partes accionadas puede ser notificadas los correos:

contactenos@invima.gov.co

atencionalciudadano@aunap.gov.co

info@minambiente.gov.co

contactenos@ins.gov.co

correspondencia@corpoamazonia.gov.co

Respetuosamente,

Francisco Javier Lara S.

FRANCISCO JAVIER LARA SABOGAL

C.C. No. 1.010.194.368 de Bogotá

T. P. No. 226.832 del C. S

Señor
JUEZ CIRCUITO (REPARTO)
Ciudad


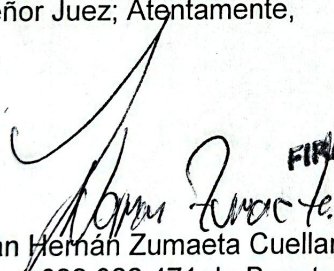
ASUNTO: PODER ESPECIAL.

Norman Hernán Zumaeta Cuellar identificado con cedula de ciudadanía No 1.022.322.471, de en calidad de **Gobernador comunidad Indígena de Puerto Santander** otorgo poder especial al Doctor **FRANCISCO JAVIER LARA SABOGAL** identificado con **C. C. No. 1.010.194.368** y **T. P. No. 226.832**, para presentar Acción de tutela contra la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Instituto Nacional de Salud (INS), el INVIMA, el Ministerio de Ambiente y CORPOAMAZONIA, por desconocer los derechos fundamentales al debido proceso, seguridad y soberanía alimentaria y participación de los destinatarios en su faceta de igualdad y acceso al trabajo, de la Comunidad Indígena Puerto Santander por la expedición de la Resolución 1710 de 2017

Mi abogado queda facultado para: Conciliar, recibir, transigir, sustituir, reasumir, renunciar a este poder, y todas las demás facultades establecidas en los términos del artículo 77 del C.G.P., demás facultades que la Ley confiera con respecto al presente poder.

Y en general, otorgo a mi apoderado todas aquellas facultades que de acuerdo con la Ley benefician mis intereses.

Del señor Juez; Atentamente,



Norman Hernán Zumaeta Cuellar
Cedula 1.022.322.471 de Bogota

FIRMA AUTENTICADA

Acepto poder,



FRANCISCO JAVIER LARA SABOGAL
C. C. No. 1.010.194.368
T. P. No. 226.832



DILIGENCIA DE RECONOCIMIENTO DE FIRMA Y CONTENIDO DE DOCUMENTO PRIVADO
Artículo 68 Decreto-Ley 960 de 1970 y Decreto 1069 de 2015



COD 142615

En la ciudad de Bogotá D.C., República de Colombia, el catorce (14) de mayo de dos mil veintiseis (2026), en la Notaría primera (1) del Círculo de Bogotá D.C., compareció: NORMAN HERNAN ZUMAETA CUELLAR, identificado con Cédula de Ciudadanía / NUIP 1022322471 y declaró que la firma que aparece en el presente documento es suya y el contenido es cierto.

Norman Zumaeta



142615-1

227a78058a

14/05/2026 14:34:05

----- Firma autógrafa -----

Conforme al Artículo 18 del Decreto - Ley 019 de 2012, el compareciente fue identificado mediante cotejo biométrico en línea de su huella dactilar con la información biográfica y biométrica de la base de datos de la Registraduría Nacional del Estado Civil.

Acorde a la autorización del usuario, se dio tratamiento legal relacionado con la protección de sus datos personales y las políticas de seguridad de la información establecidas por la Registraduría Nacional del Estado Civil.

Fuentes.



GERMAN ACOSTA FUENTES

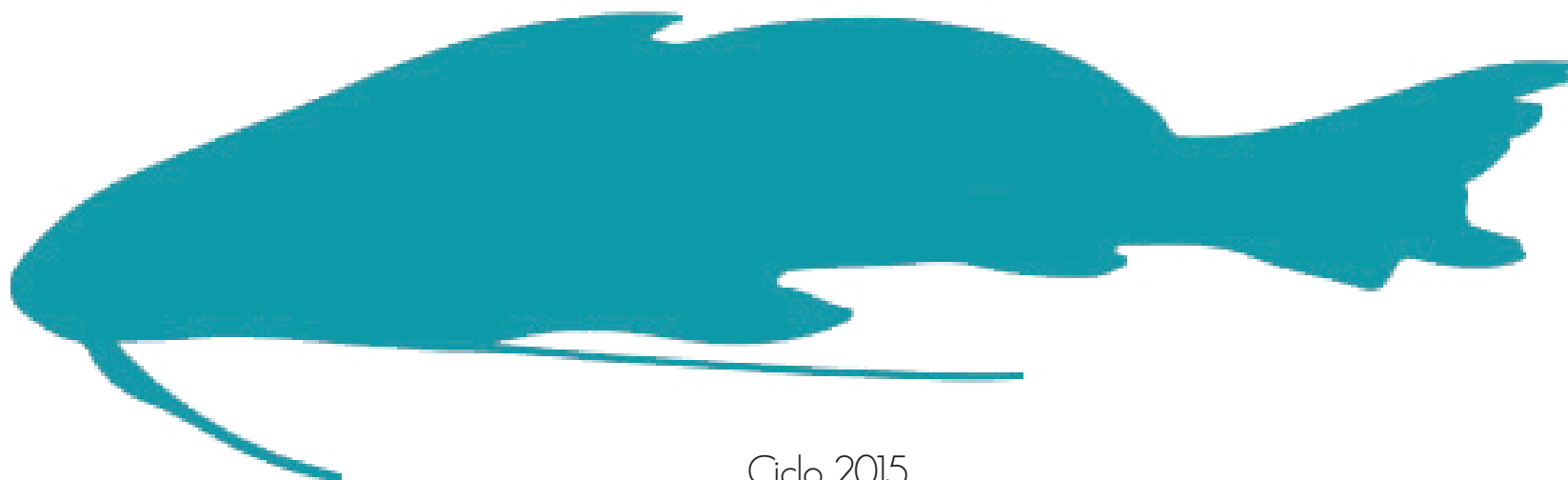
Notario (1) del Círculo de Bogotá D.C. - Encargado

Consulte este documento en <https://notariid.notariasegura.com.co>

Número Único de Transacción: 227a78058a, 14/05/2026 14:34:32



Informe de resultados del plan para la determinación de mercurio en **pescado mota** (*Calophysus macropterus*)



Ciclo 2015
(Octubre 2014 a Diciembre de 2015)

**Grupo del Sistema de Análisis de Riesgos Químicos en Alimentos y Bebidas
Dirección de Alimentos y Bebidas**

Contenido

1. INTRODUCCIÓN

2. OBJETIVOS

- 2.1 Objetivo General
- 2.2 Objetivos Específicos

3. ANTECEDENTES

4. METODOLOGÍA

5. DISEÑO ESTADÍSTICO

- 5.1 Componentes Básicos del Diseño estadístico
 - 5.1.1 Universo
 - 5.1.2 Población Objetivo
 - 5.1.3 Marco Muestral o Estadístico
- 5.2 Unidades Estadísticas
 - 5.2.1 Unidad de Muestreo
 - 5.2.2 Periodos de referencia y recolección
 - 5.2.2.2 Periodo de recolección
 - 5.2.3 Tipo de muestreo
- 5.3 Técnica analítica y protocolos de toma de muestras y análisis

6. RESULTADOS

- 6.1 Ejecución del plan
- 6.2 Relación peso con la concentración de mercurio
- 6.3 Comparación de los resultados por excedencias
- 6.4 Comparación de los niveles de mercurio según los ríos donde se tomaron las muestras

7. CONCLUSIONES

8. RECOMENDACIONES

9. BIBLIOGRAFÍA

1 Introducción

Pág.

2

3

3

4

4

7

13

14

14

El mercurio (Hg) es un elemento natural que se encuentra en el medio ambiente de forma natural por la erosión de rocas que contienen mineral de mercurio o por emisiones volcánicas. También se puede encontrar por actividades humanas como la combustión de petróleo y carbón; la extracción de oro, la fabricación de cemento, bombillas de luz de bajo consumo y de productos químicos entre otros. Este elemento se encuentra en el ambiente de diferentes formas, como mercurio elemental o metálico; iónico o inorgánico; este último presente como compuesto complejo en solución y el mercurio orgánico en forma de metilmercurio, el cual es de mayor importancia en salud pública por su toxicidad (1).

El Hg inorgánico presente en los ambientes acuáticos, es transformado a mercurio orgánico o Metilmercurio (MeHg) mediante la acción de los microorganismos presentes. Cuando el metilmercurio está libre en el agua, tiene la capacidad de atravesar las membranas biológicas por lo que es incorporado con facilidad a las cadenas tróficas acuáticas. Esto unido a sus características liposolubles y su afinidad por los grupos sulfhídricos de las proteínas hace que esta sustancia sea peligrosa para los seres vivos (2).

Según la OMS, las personas pueden estar expuestas a cualquiera de las formas de mercurio en diversas circunstancias, una de las principales vías de exposición es el consumo de pescado y marisco contaminado con metilmercurio.

El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – Invima, dentro de su misión de proteger y promover la salud de la población, mediante la gestión del riesgo asociada al consumo alimentos, se encuentra desarrollando diversos programas con el fin de determinar las concentraciones de mercurio que puede estar presentes en pescados provenientes de las principales cuencas hidrográficas del país y que poseen los mayores volúmenes de pesca, según los Informe técnicos de Pesca y Acuicultura Colombia 2009¹, como el Bagre, Bocachico; y pescado Mota, que aunque su volumen de pesca no se encuentra dentro de los más altos, estudios realizados y presentados al Invima por ONG internacionales demuestran las altas concentraciones de mercurio y que pueden ser un riesgo para los consumidores.

Por tal razón el Invima desarrolló el siguiente plan con el objetivo de determinar las concentraciones de mercurio en pescado Mota.

1. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la Corporación Colombia Internacional, Sembramos a Colombia por el Mundo y la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP

2

Objetivos

2.1 Objetivo General

Realizar el análisis descriptivo de los resultados obtenidos del programa de monitoreo de mercurio en pescado Mota durante el periodo 2014-2015.

2.2 Objetivos Específicos

- Consolidar los resultados obtenidos provenientes de los análisis de mercurio en pescado mota capturado en las cuencas de Amazonas y Orinoco.
- Evaluar los resultados obtenidos con relación a la normatividad sanitaria colombiana vigente.
- Con base en los resultados finales, presentar las recomendaciones y conclusiones; así como articular las acciones sanitarias a que diera lugar.

3

Antecedentes

En la Amazonia la pesca de Mota (*Calophysus macropterus*) se ha convertido en una actividad económica importante, ya que esta especie ha reemplazado una serie de otras especies sobreexplotadas y vendidas en Bogotá (3).

Con base a los resultados genéticos y morfogenéticos se ha detectado que en la mayoría de los casos en las pescaderías se vende el Pez Mota como Capaz, por su similitud física, debido a la escasez de Capaz procedente del río Magdalena.

Un estudio presentado en 2015 por la Fundación Omacha (ONG) a Invima, revela que el 54% de las muestras de pescado Mota, tomadas en diferentes expendios en Bogotá² y Leticia - Amazonas, superaron los niveles de mercurio permitidos en la Resolución 122 de 2012, expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social. (4).

Por lo anterior, el Invima desarrolló un plan de monitoreo para determinar las concentraciones de mercurio en Pez Mota con el fin de adoptar medidas sanitarias de acuerdo con los hallazgos.

2. Las muestras tomadas en Bogotá provenían de la cuenca de la Amazonía de acuerdo con la información suministrada por los establecimientos que comercializan los pescados.

4 Metodología

Insumos para el diseño del plan del muestreo:

- Volumen de pesca del pez Mota en el país
- Volumen de pesca por lugar de pesca y desembarcos.
- Capacidad de procesamiento de muestras del laboratorio de referencia nacional del Invima.
- Referentes normativos (Resolución 122 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social).

5 Diseño Estadístico

5.1 Componentes básicos del diseño estadístico

5.1.1 Universo

El universo está conformado por los pescados mota (Mapurito, Simi o Comegente) capturados en los diferentes puertos pesqueros de los ríos Amazonas y Orinoco, que son comercializados para el consumo humano.

5.1.2 Población objetivo

La población objetivo está definida por los pescados mota (Mapurito, Simi o Comegente) capturados en puertos pesqueros de los ríos Amazonas y Orinoco que cumplieran con los criterios establecidos por la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – Aunap³ en relación con la talla mínima equivalente a 32 cm para esta especie (figura 1).

Figura 1: Medición del pecado mota.



Fuente Invima

5.1.3 Marco muestral o estadístico

No se tiene un marco Muestral donde se cuente con todo el conjunto total de las unidades de la población objetivo, que

permita identificar y ubicar en este caso todos los pescados mota (Mapurito, Simi o Comegente) capturados.

Se contó con información auxiliar de los volúmenes de pescado capturado en los puertos pesqueros de las cuencas Amazónicas y Orinoquía. Según la Aunap la cantidad de pescado mota capturado para el 2013 fue de 142.590 kilogramos al año. Siendo el Amazonas el lugar de mayor pesca de esta especie con 139.637 kilogramos, representando el 98% del total pescado, seguido de Puerto Carreño (Orinoquía) con 2.909 (2%) kilogramos año.

El muestreo inició en la ciudad de Bogotá, D.C., realizando la toma de muestras del pescado mota en las plazas de mercado, debido a

que según la Aunap es la ciudad donde más se comercializa. Esta actividad de toma de muestra, se realizó después de la presentación al Invima de los resultados del estudio de mercurio en pescado mota por parte de la ONG citada anteriormente.

El número de muestras tomadas y analizadas por departamento es proporcional a los volúmenes de pesca suministrados por la Aunap. Adicionalmente, se realizó una inclusión forzosa de municipios como Puerto Inírida ya que aunque no aparece en la base de datos suministrada por la Aunap, se tomaron muestras de mota durante el Plan de monitoreo de residuos de mercurio en Bagre y bocachico.

Tabla 1. Cantidad de pescado mota capturado en el año 2013.

Municipio/Puerto	Cuenca	Peso kg	% Peso	# Muestras
Puerto López	Orinoquía	549	0,4	0
Leticia	Amazonía	139.635	97,9	211
Puerto Carreño	Orinoquía	2.406	1,7	6
Total		142.590	100	217

- Variables
- Nivel de mercurio
 - Talla
 - Peso
 - Ubicación de captura
 - Tiempo de captura

Fuente: Aunap, 2014

5.2 Unidades estadísticas

5.2.1 Unidad de muestreo

La unidad de muestreo es el pescado completo

5.2.2 Periodos de referencia y recolección

5.2.2.1 Periodo de referencia

El periodo de referencia de la ejecución de este plan es desde octubre de 2014 a diciembre de 2015, según la información registrada en los formatos de toma de muestras una vez diligenciados.

5.2.2.2 Periodo de recolección

La toma de las muestras se programó para ejecución en el período comprendido entre octubre de 2014 a diciembre de 2015 mediante el respectivo cronograma.

Se observa que las fechas programadas coinciden con las de ejecución para la toma de muestras.

5.2.3 Tipo de muestreo

Es un muestreo no probabilístico.

No existe técnicamente un procedimiento establecido para obtener un tamaño muestral en el caso de un muestreo no probabilístico. La mayoría de las veces el tamaño muestral se obtiene a juicio de la institución teniendo en cuenta los recursos como tiempo disponible y económico.

En el plan desarrollado se obtuvo el tamaño de la muestra con la fórmula de la proporción para un diseño muestral aleatorio simple, que corresponde a una técnica estadística para obtener un número aceptable de muestras acorde con los objetivos planteados.

Para asignación del tamaño de la muestra se empleó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- N = Tamaño de la Población de estudio
- p = Proporción de elementos que tienen la característica de interés
- q = Proporción de elementos que NO tienen la característica de interés (q = 1- p)
- Z = Nivel de confianza deseada
- d = error máximo tolerable

Con un nivel de confianza del 95% y una precisión del 7% se tomó una proporción del 50%, dato reportado por una ONG en Colombia, correspondiente a contaminación con mercurio en pescado mota, obteniendo finalmente 217 muestras ajustadas con un 10% por la posible no respuesta. Este 10% fue definido en la fórmula para

calcular un mayor número de muestras que se puedan deteriorar durante la ejecución del plan.

Las muestras fueron asignadas proporcionalmente al volumen de captura anual reportado por la Aunap, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 2. Distribución y porcentaje de participación de las muestras, según lugar de toma.

Municipio	Cuenca	Número de Muestras	Porcentaje (%)
Bogotá, D.C.	Procedencia de Amazonía	30	14.5
Puerto Inírida/Guainía	Orinoquía	11	5.3
Leticia/Amazonas	Amazonía	103	49.8
Puerto Leguísimo/Putumayo	Amazonía	13	6.3
Puerto Carreño/Vichada	Orinoquía	48	23.2
Puerto Nariño	Amazonía	2	1.0
Total general		207	100

NOTA: De acuerdo a información reportada por la Aunap sobre datos de venta del pescado mota en la ciudad de Bogotá, ésta fue incluida para iniciar el muestreo. Adicionalmente, esta tabla contempla las 13 muestras de pescado mota tomadas en Puerto Leguísimo (Putumayo) que hicieron parte del plan Dulceacuícola 2014-2015.

Se observa en la tabla 2 el resumen de las muestras de pescado mota tomadas por municipio y su correspondiente porcentaje de participación en dichos muestreos.

Las muestras de pescado mota tomadas en la ciudad de Bogotá provenían de la cuenca de la Amazonía, según información suministrada por los establecimientos donde se realizó dicha actividad, situación que quedó registrada en el acta de toma de muestras respectiva.

De las 217 muestras programadas se analizaron 207 lo que corresponde al 98.1% del total de las muestras. Del total de muestras

programadas faltaron 10 muestras por tomar, debido a la disponibilidad de pesca en los puertos seleccionados.

En la tabla 3 se presenta la distribución de las muestras de acuerdo a su lugar de captura, donde se presentan 207 muestras que se sometieron a determinación de mercurio en laboratorio. Este dato corresponde al número total de muestras efectivas del plan.

Se aclara que las muestras tomadas en el departamento de Putumayo no fueron programadas, sino adicionales en el marco del plan Dulceacuícola, que incluye a los pescados bagre y bocachico.

5.3 Técnica analítica y protocolos de toma de muestras y análisis

La técnica analítica utilizada en el laboratorio del Invima para la detección de mercurio total en muestra de pescado fresco es DMA (Análizador Directo de Mercurio).

El límite de detección es de 0,002 (mg/kg) y el límite de cuantificación es de 0,006 (mg/kg).

6 Resultados

6.1 Ejecución del plan

Los siguientes resultados corresponden a las 207 muestras tomadas y analizadas en laboratorio nacional de referencia de Invima (Tabla 3).

El total de las 207 muestras analizadas, todas fueron positivas a la presencia de mercurio (100%) y 146 de ellas (70.5%) presentaron excedencias de este metal, según lo establecido en los parámetros definidos en la Resolución 122 de 2012 expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social, como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3. Porcentaje de excedencias de mercurio en pez mota, según lugar de captura

Departamento	Municipio	Lugar de Captura	Rio	Cuenca	Muestras tomadas analizadas	Muestras con excedencias de Mercurio	Porcentaje de excedencias de Mercurio según muestras analizadas (%)	Rango de mercurio en las muestras analizadas (mg/kg)
AMAZONAS	Leticia	Puerto Pesquero	Amazonas – Brasil	Amazónica	26	22	84.6	0.45-1.89
AMAZONAS	Leticia	Puerto Pesquero	Amazonas – Perú	Amazónica	9	7	77.8	0.43-1.08
AMAZONAS	Leticia	Amazonas – Leticia	Amazonas	Amazónica	95	65	68.4	0.24-2.22
AMAZONAS	Leticia	Amazonas – Puerto Nariño	Amazonas	Amazónica	5	5	100	0.57-1.87
GUAINIA	Puerto Inírida	Puerto Pesquero	Guainía	Orinoquía	4	2	50	0.15-1.56
GUAINIA	El Paujil	Puerto Pesquero	Guainía	Orinoquía	7	7	100	0.59-1.11
VICHADA	Puerto Carreño	Puerto Pesquero	Orinoco	Orinoquía	31	14	45.2	0.13-0.69
VICHADA	Puerto Carreño	Puerto Pesquero	Meta	Orinoquía	17	11	64.7	0.28-0.85
PUTUMAYO	Puerto Leguizamó	Puerto Pesquero	Putumayo	Amazónica	13	13	100	0.96-1.94
TOTAL					207	146	70.5	0.13-2.22

De acuerdo con la tabla 3 se puede observar la proporción de muestras con excedencia por cuenca.

Teniendo en cuenta el porcentaje de excedencias de mercurio con relación al número de muestras tomadas, es posible evidenciar que en el Río Putumayo de la cuenca de la Amazonía, el 100% de las muestras presentó niveles superiores a lo establecido, seguido del río Guaina con 81.8% de excedencias, continuando con el río Amazonas con 73.3%, en cuarto lugar se encuentra el río Meta con el 64.7% y finalmente el río Orinoco con 45.1% de excedencias.

La situación de excedencias de mercurio en el pescado mota por cuenca y río se puede describir de mayor a menor de la siguiente forma:

- Excedencias de mercurio en el pescado mota en la Cuenca Amazónica (75.7%): Río Putumayo (100%) y Río Amazonas (73.3%)
- Excedencias de mercurio en el pescado mota en la Cuenca Orinoquía (57.6%): Río Meta (64.7%), río Guainía (81.8%) y río Orinoco (45.2%).

Para los resultados rechazados, es decir aquellos que superaron el límite máximo permitido establecido en la Resolución 122 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social de 0.5mg/kg, se estimó la dispersión de los resultados rechazados mediante el cálculo del coeficiente de variación de los niveles de mercurio encontrados con respecto al límite máximo permitido, para determinar qué tanta es

la variabilidad con respecto a este límite. Los tres ríos que presentan mayor variabilidad son: el río putumayo (185.71%) con valores entre 0.96 y 1.94 mg/kg, seguido por el río guaina (155.242%) con valores entre 0.79 y 1.56 mg/kg y el río Amazonas (130.34%) con valores entre 0.57 y 1.87 mg/kg, como se presenta en la Tabla 4. Los ríos tres ríos que presenta menor variabilidad son: el río Orinoco del lado de puerto Carreño (25.98%) con valores entre 0.55 y 0.69 mg/kg, seguido por el río Meta (45.49%) con valores entre 0.52 y 0.85 mg/kg y el río Orinoco del lado de El Paujil (73.7%) con valores entre 0.59 y 1.11 mg/kg.

Tabla 4 Dispersión de los resultados rechazados respecto al límite máximo permitido para mercurio total en muestras de pez mota

Departamento	Municipio	Lugar de Captura	Rio	Muestras tomadas rechazadas	Desviación Estándar ⁴ (mg/kg)	Coefficiente de Variación ⁵ (%)
AMAZONAS	Leticia	Puerto Pesquero	Amazonas – Brasil	22	0.61	121.41
AMAZONAS	Leticia	Puerto Pesquero	Amazonas – Perú	7	0.37	73.32
AMAZONAS	Leticia	Amazonas – Leticia	Amazonas	65	0.57	113.76
AMAZONAS	Leticia	Amazonas – Puerto Nariño	Amazonas	5	0.65	130.34
GUAINIA	Puerto Inírida	Puerto Pesquero	Guainía	2	0.78	155.42
GUAINIA	El Paujil	Puerto Pesquero	Orinoco	7	0.36	73.70
VICHADA	Puerto Carreño	Puerto Pesquero	Orinoco	14	0.13	25.98
VICHADA	Puerto Carreño	Puerto Pesquero	Meta	11	0.22	45.49
PUTUMAYO	Puerto Leguízamo	Puerto Pesquero	Putumayo	13	0.93	185.71
TOTAL				146	0,56	113.68

6.2 Relación peso con la concentración de mercurio

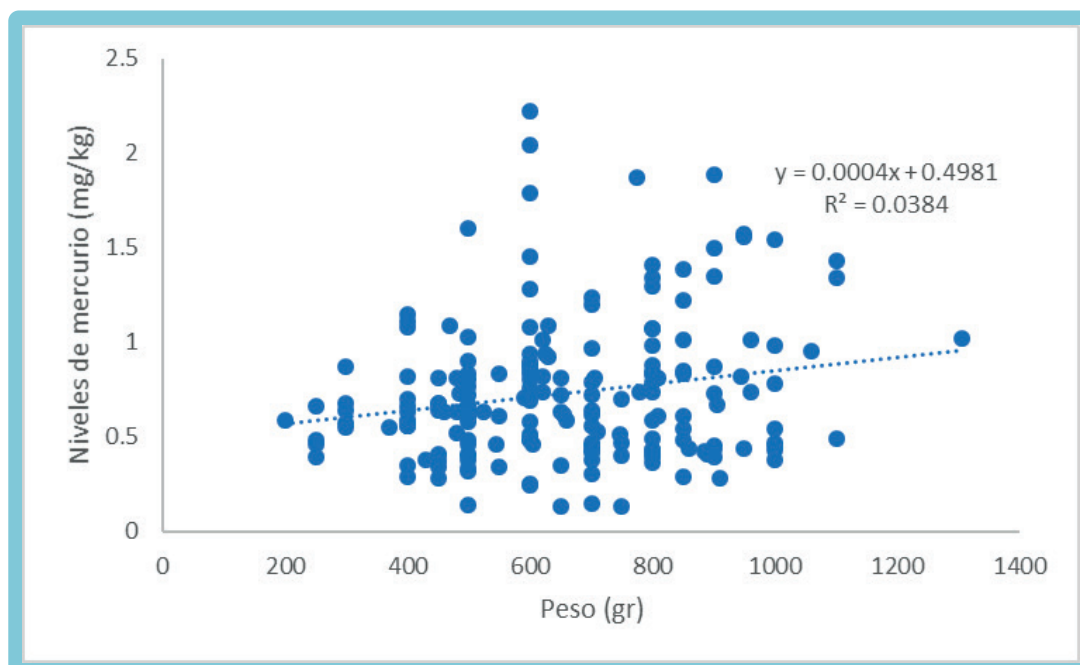
Se evaluó el peso de los pescados seleccionados en el plan de muestreo con respecto a las concentraciones de mercurio halladas.

En la gráfica 2 se presenta el diagrama de dispersión para evaluar la asociación entre el peso de los pescados muestreados y los niveles de mercurio encontrados al análisis en laboratorio. Al evaluar esta relación se observa que la relación es débil entre los niveles de

mercurio encontrados y el peso de los pescados, lo que es corroborado con el dato del coeficiente de correlación de Pearson que corresponde a 0.20 el cual resulta ser significativo⁶ (t=2.76, df=192, p=0.0061). Este cálculo se realizó sobre 194 muestras tomadas a excepción de las muestreadas en Puerto Leguízamo, debido a que la Entidad Territorial de Salud no registró esta información en el acta de toma de muestra.

4. Se calcula la desviación con respecto al límite máximo permitido.
5. El coeficiente se calcula con la desviación respecto al límite máximo permitido, siendo el parámetro de localización el límite máximo permitido de 0.5 mg/kg.
6. Para determinar la significancia se realiza una prueba de hipótesis en el cual se desea determinar si la correlación es nula vs. si la correlación es diferente de cero.

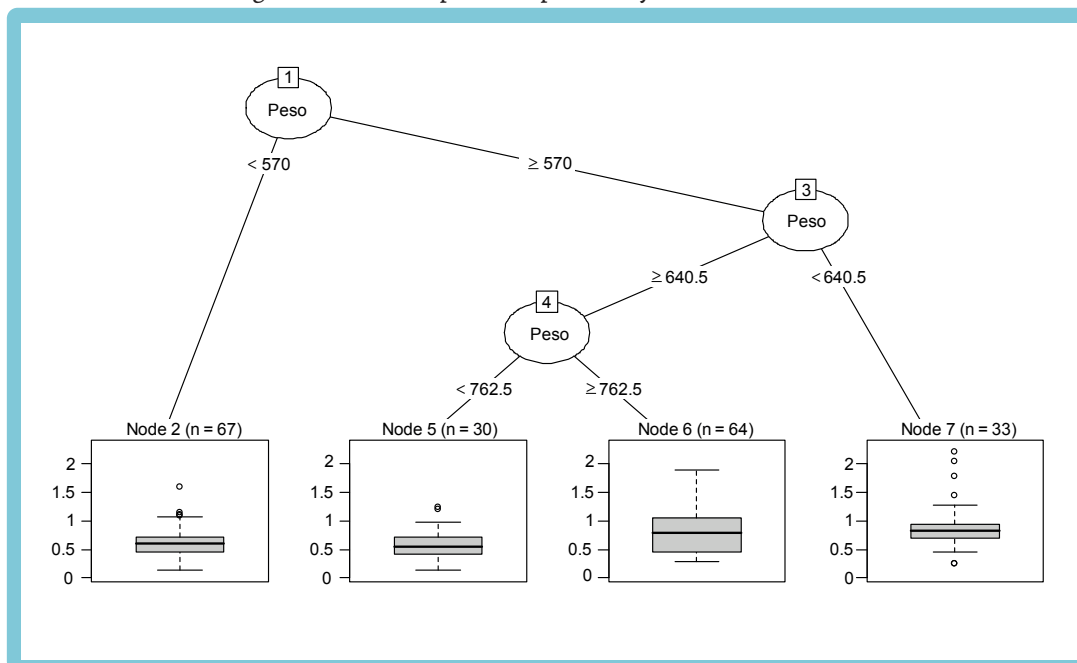
Gráfico 2. Asociación entre el peso del pescado y los niveles de mercurio.



Al ajustar un modelo de regresión lineal de manera exploratoria, para intentar explicar la relación, se nota que el modelo solo explicaría el 3% de la variabilidad presente en los niveles de mercurio, lo cual es muy bajo. Al evaluar este modelo se observa que no hay una relación entre el peso y los niveles de mercurio ($P=0.006$). Sin embargo, al leer el modelo de regresión, si un pescado presentara

un peso cercano a cero el promedio de los niveles de mercurio estaría alrededor de 0.5 mg/kg lo cual es una señal de alerta ya que este es el nivel máximo permitido, anexo por cada gramo en el que aumenta el peso de un pescado, el nivel de mercurio aumenta en 0.0004mg/kg.

Gráfico 3. Árbol de regresión entre el peso del pescado y los niveles de mercurio.



Al realizar un árbol de regresión⁷ para establecer cómo se relacionan el peso con los niveles de mercurio (Gráfica 3), se encuentra los siguientes:

- Si el peso de un pescado es inferior de 570gr, se estima que los niveles de mercurio puedan tener un promedio de 0.623 mg/kg.
- Si el peso de un pescado esta entre 570gr y menos de 640gr, se estima que los niveles de mercurio pueden tener un promedio de 0.892 mg/kg.
- Si el peso de un pescado esta entre 640gr y menos de 762gr, se estima que los niveles de mercurio pueden tener un promedio de 0.572 mg/kg.

- Si el peso de un pescado es superior o igual de 762.5gr, se estima que los niveles de mercurio pueden tener un promedio de 0.831 mg/kg.

El modelo se estable con MAPE=54.6%⁸ y un RMSE=0.354⁹. De lo anterior, se puede que no hay relación entre el peso del pescado y los niveles de mercurio. Más aún, no es posible establecer que hay un límite que permita indicar a partir de que peso un pescado puede exceder los límites regulados. Sin embargo, es de notar que en los intervalos propuestos en el árbol de regresión las estimaciones de los niveles de Mercurio son superiores de límite máximo permitido.

6.3 Comparación de los resultados por excedencias

Al realizar una prueba de hipótesis de proporciones entre las excedencias entre los diferentes de la tabla 4, se obtiene que existen diferencias significativas entre las proporciones ($\chi^2=18.104$, $P=0.005$). En la tabla 5, se puede evidenciar las comparaciones múltiples de cada una de las pruebas de proporciones. Allí se observa lo siguiente:

- Las excedencias más altas y significativamente iguales son para el río Amazonas en el municipio de Puerto Nariño (100%), el río Guaviare en la cuenca de la Orinoquía en el municipio de Puerto Punjil (100%), el río Putumayo en el municipio de Puerto Leguizamo (100%) y el río Amazonas en el municipio de Leticia del lado de Brasil.

- Por otro lado, las excedencias más bajas y significativamente iguales son para el río Orinoco en el municipio de Puerto Carreño (45.2%) y el río Guaviare en el Puerto pesquero de Inírida (50%).

Nótese que los niveles de mercurio para todas muestras tomadas superan más del 45.2% del límite máximo de residuos reglamentado en cualquiera de los ríos o municipios donde se tomaron las muestras por lo cual se deben establecer medidas de intervención para mitigar el riesgo por el consumo del producto.

7. Un árbol de regresión es una alternativa para establecer un modelo cuando se desconoce la relación entre dos variables. Este método no paramétrico es muy utilizado cuando los supuestos de un modelo de regresión no se cumplen (5).

8. MAPE: Error Porcentual Absoluto Medio (Mean Absolute Percentage Error). Mide el tamaño de las diferencias entre lo observado y lo esperado en términos porcentuales. Entre más cercano a cero, mejores predicciones del modelo.

9. RMSE: Error de la Raíz Cuadrada Media (Root Mean Square Error). Mide las diferencias entre lo observado y lo estimado. Entre más cercano a cero, mejor ajuste del modelo.

10. Una prueba de hipótesis entre proporciones permite determinar si todas las proporciones son iguales vs si al menos una de las proporciones es diferente. Dado que se están comparando varias proporciones se implementa un ajuste de bonferroni para realizar las respectivas comparaciones (6).

Tabla 5 Comparaciones múltiples de las proporciones de excedencias de mercurio en las muestras tomadas del pez Mota

Departamento	Municipio	Rio	Cuenca	Porcentaje de excedencias de Mercurio según muestras analizadas (%)	Comparaciones múltiples ¹¹
Amazonas	Puerto Nariño	Amazonas	Amazónica	100	A
Guainía	Puerto del pujil	Guaviare	Orinoquía	100	A
Putumayo	Puerto Leguizamo	Putumayo	Amazónica	100	A
Amazonas	Leticia - Brasil	Amazonas	Amazónica	84.6	AB
Amazonas	Leticia - Perú	Amazonas	Amazónica	77.8	BC
Amazonas	Leticia	Amazonas	Amazónica	68.4	C
Vichada	Puerto Carreño	Meta	Orinoquía	64.7	C
Guainía	Puerto pesquero Inírida	Guaviare	Orinoquía	50.0	CD
Vichada	Puerto Carreño	Orinoco	Orinoquía	45.2	D

6.4 Comparación de los niveles de mercurio según los ríos donde se tomaron las muestras

La tabla 6, se puede observar las estadísticas descriptivas de las muestras tomadas en cada río. Realizando una prueba de normalidad, se aprecia que no todas las muestras tienden a ser normales, por lo cual se propone realizar una comparación de Kruskal-Wallis (7), para comparar las medianas de los resultados de Mercurio en cada una de las muestras de los ríos¹².

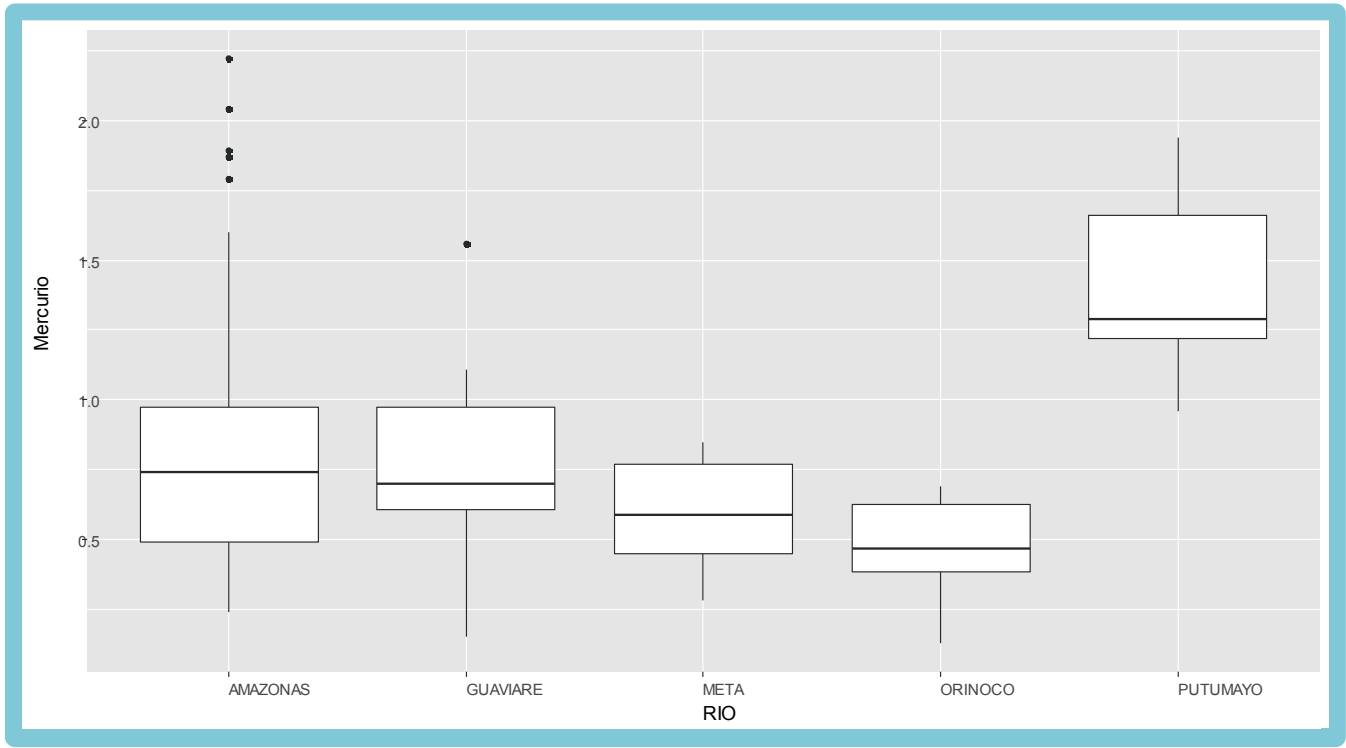
Tabla 6 Estadísticas descriptivas de las muestras tomadas en cada río

Ríos	Muestras	Promedio	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	Rango	Coefficiente de Asimetría	Coefficiente de Curtosis	Coefficiente de Variación	p-valor Normalidad ¹³	Conclusión
Amazonas	135	0.8	0.39	0.74	0.24	2.22	1.98	1.17	1.36	0.49	0.00	No son normales
Guaviare	11	0.78	0.38	0.7	0.15	1.56	1.41	0.42	-0.44	0.49	0.82	Normales
Meta	17	0.59	0.19	0.59	0.28	0.85	0.57	-0.09	-1.35	0.32	0.28	Normales
Orinoco	31	0.47	0.16	0.47	0.13	0.69	0.56	-0.58	-0.57	0.34	0.03	No son normales
Putumayo	13	1.38	0.32	1.29	0.96	1.94	0.98	0.38	-1.34	0.23	0.30	Normales
Total	207	0.77	0.4	0.68	0.13	2.22	2.09	1.14	1.16	0.52	0.00	No son normales

11. Las comparaciones múltiples se implementan para determinar en donde se encuentran las diferencias entre las proporciones. Letras diferentes implican diferencias significativas entre proporciones. Cabe aclarar que las pruebas se hacen a pares y se aplica un ajuste de bonferroni.
12. La prueba de Kruskal –Wallis, es una prueba no paramétrica la cual se asemeja a al Análisis de Varianza (ANOVA) para comparar medias. A diferencia del ANOVA la prueba de Kruskal-Wallis, no asume normalidad en los datos y es útil para esta comparación.
13. La prueba de normalidad que se aplico fue la prueba de Shapiro Wilk (8). Para realizar esta prueba se debe tener como mínimo 3 observaciones.

Al realizar la prueba se encuentran diferencias significativas entre las medianas ($\chi^2=49.414$, $df=4$, $P=0.00$). Comparando los gráficos de box-plot, se observa que 50% de las muestras del río Putumayo están por encima de 1.29mg/kg (Gráfico 4). También es posible observar que en casi todas las muestras tomadas en los diferentes ríos las medianas están por encima de 0.5mg/kg. Al comparar la mediana de todas las muestras con respecto al valor de 0.5mg/kg realizando una prueba de Wilcoxon¹⁴ se nota que hay diferencias significativas ($V=18174500$, $P=0.00$), el 50% de todas las muestras están por encima de 0.68mg/kg.

Gráfico 4. Comparación de los niveles de mercurio de las muestras tomadas en cada río.



14. La prueba de Wilcoxon, es una prueba no paramétrica la cual permite comparar la mediana de una muestra con respecto a un valor específico (7).

7 Conclusiones

La totalidad de las muestras de pescado mota que fueron objeto de la determinación de mercurio durante el periodo del estudio provienen de las cuencas Amazónica y Orinoquía. De acuerdo con la información suministrada por la Aunap – Autoridad Nacional de Pesca esta especie de pescado se encuentra mayormente en estas cuencas.

Los resultados del plan de vigilancia de mercurio en el pescado mota fueron obtenidos a partir de un estudio descriptivo y exploratorio que permite evidenciar una situación que podría generar un riesgo a la salud del consumidor.

El 100% de las muestras analizadas en el Laboratorio Físicoquímico de Alimentos y Bebidas del Invima, presentó niveles de mercurio por encima del límite de detección de la técnica analítica (0.002 mg/Kg); en las 207 muestras de pescado mota, simí o piracatinga (*Calophysus macropterus*) analizadas, 146 muestras (70.5%) superaron los niveles de mercurio permitidos (0.5 mg/kg) en la Resolución 122 de 2012 expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social y 61 muestras presentan contenidos de mercurio que cumplen con el nivel máximo, sin embargo los valores obtenidos (oscilan entre 0.13 y 0.49 mg/kg), los cuales marcan una tendencia de la concentración de mercurio muy cercana al nivel máximo establecido.

Es posible establecer que los niveles de concentración de mercurio dependen de la cuenca de la cual proviene el pescado, sin embargo en todas donde fue muestreado presenta excedencias acorde a la normatividad sanitaria vigente.

No hay relación entre el peso y los niveles de mercurio en las muestras. Sin embargo, tomando como referencia el modelo de regresión lineal entre el peso del pescado y la concentración de mercurio de manera exploratoria es posible establecer que un

pescado con un peso cercano a cero, el promedio de los niveles de mercurio estaría alrededor de 0.5 mg/kg lo cual es una señal de alerta ya que este es el nivel máximo permitido, anexo por cada gramo en el que aumenta el peso de un pescado, el nivel de mercurio aumenta en 0.0004mg/kg.

Al comparar los resultados con excedencias es posible inferir que las más altas y significativamente iguales son para el río Amazonas en el municipio de Puerto Nariño (100%), el río Guaviare en la cuenca de la Orinoquía en el municipio de Puerto Punjil (100%), el río Putumayo en el municipio de Puerto Leguizamo (100%) y el río Amazonas en el municipio de Leticia del lado de Brasil, así mismo las más bajas y significativamente iguales son para el río Orinoco en el municipio de Puerto Carreño (45.2%) y el río Guaviare en el Puerto pesquero de Inírida (50%).

Es posible observar que en casi todas las muestras tomadas en los diferentes ríos las medianas están por encima de 0.5mg/kg y el 50% de todas las muestras están por encima de 0.68mg/kg, así mismo el 50% de las muestras del río Putumayo están por encima de 1.29mg/kg.

Dos muestras de pescado Mota capturados en junio de 2015 en el río Amazonas (Cuenca Amazónica), presentaron concentraciones elevadas de mercurio superando por más de 4 veces el nivel máximo permitido en la reglamentación sanitaria colombiana. (2.22 y 2.04 mg/kg).

Los resultados obtenidos por el Invima en el presente estudio son similares a los obtenidos por la Fundación Omacha en estudio realizado durante el año 2014, en los que la mayoría de las muestras presentan niveles de mercurio por encima de los máximos permitidos en la regulación.

8 Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre presencia y excedencias de mercurio total en el pescado mota, en el plan de muestreo 2015, ejecutado entre octubre 2014 y diciembre de 2015, el Invima recomienda tomar las siguientes medidas con el fin de evaluar y reducir los riesgos asociados al consumo de mercurio y evitar daños a la salud de la población colombiana:

- Solicitar al Instituto Nacional de Salud (INS) a través del Grupo Evaluación de Riesgos de Inocuidad de Alimentos ERIA un estudio de evaluación de riesgos para este producto y con base en los resultados precisar las acciones interinstitucionales particulares a desarrollar, incluyendo recomendaciones de consumo, educación sanitaria, etc. Una vez se cuente con esta información se procederá de manera conjunta a informar a la comunidad sobre los riesgos para la salud que se derivan por el consumo de este producto.
- Informar a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap) sobre los resultados encontrados en la ejecución de este plan y solicitar que adelanten las acciones que correspondan en relación con la situación de pesca de esta especie en las Cuencas Amazónica y Orinoquía y comercialización del pescado mota en Colombia.
- Solicitar al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y a las Corporaciones Autónomas Regionales de la Orinoquía y de la Amazonía adelantar acciones de intervención que conduzcan a la reducción de la contaminación ambiental de mercurio.
- Involucrar a las Entidades Territoriales de Salud, en las acciones de intervención que defina el gobierno nacional sobre la comercialización del pescado mota para consumo humano.
- Continuar con las mesas de trabajo nacionales conformadas por instituciones del sector salud, ambiental, energético y minero encaminadas a la reducción de la contaminación con mercurio en el medio ambiente y en los alimentos.
- Continuar el fortalecimiento de las acciones de vigilancia y control realizadas por el Invima mediante la formulación y ejecución de planes nacionales subsectoriales de vigilancia y control en otras especies acuícolas comercializadas para consumo humano en Colombia.

9 Bibliografía

1. Hollander M, Wolfe DA. Nonparametric Statistical Methods New York: John Wiley & Sons; 1973.
2. Figueroa NA. Mercurio y metilmercurio. Capítulo 11. Organización Panamericana de la Salud. BVSDE. Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. [Online].; 1990 [cited 2014 Agosto 27. Available from: HYPERLINK "<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/016750/016750-mercurio.pdf>" <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/016750/016750-mercurio.pdf>.
3. PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). Evaluación Mundial Sobre el Mercurio. Publicado por el PNUMA Productos Químicos. Ginebra, Suiza. [Online].; 2002 [cited 2014 Mayo 27. Available from: HYPERLINK "<http://www.chem.unep.ch/mercury/GMA%20in-%20F%20and%20S/final-assessmentreport-Nov05-Spanish.pdf>" <http://www.chem.unep.ch/mercury/GMA%20in-%20F%20and%20S/final-assessmentreport-Nov05-Spanish.pdf>.
4. Salinas C, Cubillos JC, Gómez R, Trujillo F, CS. "Pig in a poke (gato por liebre)": the "mota" (*Calophysus macropterus*) fishery, molecular evidence of commercialization in Colombia and toxicological analyses. International Association for Ecology and Health. 2014 Junio; 11(2).
5. Fundación Omacha. Impactos de las pesquerías de *calophysus macropterus* un riesgo para la salud pública y la conservación de los delfines de río en Colombia. Revista Momentos de Ciencia. 2015 Julio; 12(2).
6. Díaz JF, Correa JC. Comparación entre árboles de regresión CART y regresión lineal. Comunicaciones en Estadística. 2013 Diciembre; 6(2).
7. Newcombe RG. Interval Estimation for the Difference Between Independent Proportions: Comparison of Eleven Methods. Statistics in Medicine. 1998 Apr; 30(17).
8. Shapiro S, MB. W. An analysis of variance test for normality. Biometrika. 1965 Diciembre; 52(3/4).



invimö
Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos.

PROTEGEMOS
LO ESENCIAL
PARA CUIDAR TU VIDA



Documentos ***Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos***

***Mercurio en peces de aguas
continentales en Colombia***



DOCUMENTOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS

Evaluación de riesgo de mercurio en peces de aguas continentales en Colombia

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

Bogotá D. C. 2015

ALEJANDRO GAVIRIA URIBE
Ministro de Salud y Protección Social

NORMAN JULIO MUÑOZ MUÑOZ
Viceministro de Protección Social

FERNANDO RUIZ GÓMEZ
Viceministro de Salud Pública
y Prestación de Servicios



MINSALUD

MÁNCEL ENRIQUE MARTÍNEZ DURAN
Director General Instituto Nacional de Salud (E)

OSCAR EDUARDO PACHECO GARCÍA
Director de Vigilancia y Análisis
de Riesgo en Salud Pública (E)

ALFONSO RAFAEL CAMPO CAREY
Subdirector de Prevención Vigilancia
y Control en Salud Pública

HERNÁN QUIJADA BONILLA
Subdirector de Análisis del Riesgo y
Respuesta Inmediata

YULY ANDREA GAMBOA MARÍN
Líder Grupo de Evaluación de Riesgos en Ino-
cuidad de Alimentos ERIA

GRUPO DE COMUNICACIÓN DEL RIESGO



**INSTITUTO
NACIONAL DE
SALUD**

Evaluación de Riesgo en Inocuidad de Alimentos

Evaluacion de riesgo de mercurio en peces de aguas continentales en Colombia

Instituto Nacional de Salud (INS)
Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de
Alimentos (ERIA)

ISBN 978-958-13-0173-7

Para citar: Instituto Nacional de Salud, Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos. Evaluacion de riesgo de mercurio en Peces de aguas continentales en Colombia. Página. Bogotá, D. C., Colombia. 2015

Todos los derechos reservados. El Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA), autoriza la reproducción y difusión del material contenido en esta publicación para fines educativos y otros fines NO comerciales, sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, especificando claramente la fuente. El Grupo ERIA, prohíbe la reproducción del material contenido en esta publicación para venta, reventa u otros fines comerciales, sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Estas solicitudes deben dirigirse al Grupo ERIA, Avenida calle 26 No 51-20, Bloque B Of 250 o al correo electrónico eria@ins.gov.co.

ERIA 2015

Todos los derechos reservados

[Bogotá D.C., Colombia 2015](#)

GRUPO DE REDACCIÓN (Por orden alfabético)

Guillermo DUQUE NIVIA

Biólogo, Ph. D. Oceanografía y Ciencias Costeras

José Igor HLEAP

Ingeniero Pesquero, Ph. D. Ingeniería de Alimentos

Claudio JIMÉNEZ CARTAGENA

Químico Farmacéutico, Ph.D. Ingeniería Ambiental

José Luis MARRUGO NEGRETE

Ingeniero Químico, Ph. D. Ciencias Químicas

María Pilar MONTOYA

Microbióloga Agrícola y Veterinaria

Iván Camilo SÁNCHEZ

Ing. Químico Esp. MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos

Héctor SUÁREZ MAHECHA

Médico Veterinario y Zootecnista, Ph. D. Ciencias de los Alimentos

Álvaro WILLS FRANCO

Zootecnista, MSc. Nutrición Animal

EDITOR. Clara Lucía DELGADO MURILLO.

Observatorio Nacional de Salud ONS, Instituto Nacional de Salud

DIAGRAMACIÓN. Giovanni SANABRIA MERCHÁN.

Grupo de Comunicación de Riesgo. Instituto Nacional de Salud

REVISORES CIENTÍFICOS INTERNACIONALES

Lorena Andrea DELGADO RIVERA

Laboratorio de Biotodeise Helena BAGGIO RIBEIRO
Universidade Federal de Santa Catarina

Fabio RIBEIRO DA SILVA ANVISA

Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil

Ligia Lindner SCHREINER ANVISA

Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil

REVISORES CIENTÍFICOS NACIONALES

Mayra ARRIETA

Profesional Especializado Grupo de Riesgos Químicos
de la Dirección de Alimentos y Bebidas Alcohólicas
(INVIMA). (2014)

Cristian Camilo DÍAZ

Profesional Especializado Grupo de Riesgos Químicos
de la Dirección de Alimentos y Bebidas Alcohólicas
(INVIMA). (2014)

Jacqueline ESPINOSA MARTÍNEZ

Bacterióloga, Epidemióloga, Mg. Gerencia de
Programas Sanitarios y de Inocuidad de Alimentos
Grupo ERIA. (2014)

Andrea GAMBOA MARÍN

Bacterióloga, MSc. Microbiología. Mg. Gerencia de
Programas Sanitarios y de Inocuidad de Alimentos
Grupo ERIA

Jaime Alberto GUERRERO MONTILLA

Químico de alimentos. Esp. En Ciencia y Tecnología
de Alimentos. Grupo ERIA

Sandra Nayibe VEGA FÉRIZ

Ingeniera de Alimentos, MSc. Ciencia y Tecnología de
Alimentos, MSc. Gestión y Seguridad Alimentaria
Grupo ERIA. (2014)

Ministerio de Salud y Protección Social

Dirección de Promoción y Prevención, Dirección de
Epidemiología y Demografía. (2014)

COLABORADORES

Jennyfer ALEJO RIVEROS

Microbióloga, MSc. Ciencias

Mary Luz OLIVARES TENORIO

Ingeniera de Alimentos, MSc. Gestión de la Calidad de
Alimentos

RESUMEN

Este documento presenta un estudio sobre la presencia de mercurio total (Hg) y metil mercurio (MeHg) en peces de aguas continentales en Colombia, con base en la metodología de evaluación de riesgos para la inocuidad en alimentos del Codex Alimentarius, abarcando cuatro cuestionamientos que el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) presentó a la Unidad de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA) perteneciente al Instituto Nacional de Salud (INS).

En general se considera que el Hg ingresa a los ecosistemas acuáticos y terrestres donde es metilado, así el MeHg puede acumularse en los organismos acuáticos y biomagnificarse en la cadena trófica. Este proceso puede generar mayores concentraciones de MeHg en peces predadores y cuando es consumida esta carne de pescado, puede llegar a acumularse en ciertos órganos de los individuos generando graves problemas de salud. Los cuestionamientos planteados por el INVIMA fueron respondidos así: las actividades económicas y sus áreas de impacto que contribuyen a la incorporación de Hg en peces de aguas continentales de Colombia son: a. Extracción primaria de metales, especialmente oro y plata, b. Producción de productos químicos y la disposición de sus residuos y c. Uso y disposición de productos con contenido de mercurio; las áreas asociadas están en el Norte de Colombia, en los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Nechí, en la región de la Mojana, y en el embalse de Urrá.

Las especies que presentan mayor acumulación de mercurio (Hg) y metilmercurio (MeHg) son: el Bagre rayado, el Blanquillo, la Liseta, la Mojarra amarilla, el Moncholo, la Pacora y la Doncella. El consumo por semana de estas especies que sobrepase los niveles máximos de mercurio aceptados por la OMS puede producir neurotoxicidad, cardiopatías, enfermedad de Minamata, genotoxicidad, teratogénesis y carcinogénesis, alteraciones en niveles hormonales y células reproductivas y alteraciones cognitivas,

entre otras. Las medidas de prevención para minimizar la exposición por consumo de pescado con Hg y con MeHg deben ser: establecer medidas de restricción para evitar el consumo de especies con elevados niveles de mercurio, determinar niveles de consumo (día, semana, mes) de pescado en las zonas de alto riesgo, instituir el consumo de alimentos fortificados en Selenio en las zonas reconocidas como de alto riesgo, crear programas y políticas de prevención y monitoreo de Hg en pescado, entre otras.

Contenido

JUSTIFICACIÓN	15
Justificación del Gestor	15
Alcance	16
Objetivo	17
Términos de referencia	17
INTRODUCCIÓN	19
1. Identificación del peligro	23
1.1 Características químicas	23
1.2 Ciclo del Mercurio (Hg)	24
1.3 Emisiones de mercurio	25
1.3.1 Fuentes de combustión y producción de Mercurio	25
1.3.2 Actividades económicas asociadas a la emisión de Hg en Colombia	26
1.4 Cadena productiva de pesca y acuicultura en Colombia	29
1.5 Zonas de Colombia con presencia de Mercurio	33
1.6 Contexto internacional	34
1.7 Contexto nacional	36
1.7.1 Métodos de detección para determinación de HgT y MeHg	38
2. Caracterización del peligro	41
2.1 Cinética y metabolismo	41
2.2 Bioacumulación y biomagnificación	41
2.3 Efectos adversos en humanos	43
2.3.1 Neurotoxicidad	43
2.3.2 Genotoxicidad	44
2.3.3 Otros efectos	45
2.4 Ingesta admisible	46
3. Evaluación de la exposición	51
3.1 Contexto internacional de Mercurio en pescado	51
3.2 Contexto nacional presencia de Mercurio en pescado	52
3.3 Consumo de pescado	56
3.4 Estimación de la exposición en Colombia	56
4. Caracterización del riesgo	61
4.1 Consideraciones de la estimación	61
4.2 Estimación del porcentaje sobre la dosis de referencia y máximo consumo recomendado	62

5. Medidas de control y prevención	67
5.1 Colombia	67
5.2 Iniciativas globales relacionadas con la disminución del uso y disposición de Hg	68
5.2.1 Experiencia de Suecia	69
5.2.2 Experiencia de Finlandia	70
5.2.3 Experiencia de Estados Unidos	71
5.2.4 Experiencia del Ártico	71
5.2.5 Convenio de Minamata	71
5.3 Otras medidas	72
6. Conclusiones	73
7. Recomendaciones	79
8. Vacíos de información	83
9. Glosario	85
10. Abreviaturas, siglas y acrónimos	91
11. Bibliografía	93

Lista de figuras

Figura 1.	Ciclo del Hg en el medio acuático	24
Figura 2.	Transformaciones en el ciclo biogeoquímico del Hg	25

Lista de tablas

Tabla 1.	Actividades que generan emisiones de Hg en Colombia según PNUMA	27
Tabla 2.	Otras actividades que generan emisiones de Hg en Colombia no incluidas en PNUMA	28
Tabla 3.	Registro pesquero nacional desembarcado (kg), durante el trimestre abril–junio de 2011.	31
Tabla 4.	Producción piscícola en toneladas por departamentos 2010	32
Tabla 5.	Inventario piscícola en granjas, estanques y espejos de agua 2010	32
Tabla 6.	Estudios representativos sobre presencia de Hg en muestras de cabello y sangre	35
Tabla 7.	Hallazgos de Hg en matrices biológicas (cabello) de población colombiana.	38
Tabla 8.	Métodos de detección para determinación de HgT y MeHg en peces y seres humanos	39
Tabla 9.	Reportes de efectos adversos en humanos-estudio en fluidos y tejidos biológicos	45
Tabla 10.	Niveles máximos permitidos o recomendados de Hg en el pescado e ingestas tolerables	48
Tabla 11.	Niveles de referencia establecidos para MeHg.	49
Tabla 12.	Niveles de Hg total presente en especies piscícolas de la Mojana	53
Tabla 13.	Concentraciones de mercurio total (HgT) y metilmercurio (MeHg) en tejido muscular de pescados de Colombia	54
Tabla 14.	Consumo de pescado por la población colombiana, 2005	56
Tabla 15.	Exposición calculada de HgT para las especies reportadas en los estudios de las tablas 12 y 13	58
Tabla 16.	Exposición calculada de MeHg para las especies reportadas en los estudios de las tablas 12 y 13	60
Tabla 17.	Porcentaje de la PTWI en relación con la exposición calculada en el numeral 5 para HgT	63
Tabla 18.	Porcentaje de la PTWI en relación con la exposición calculada en el numeral 5 para MeHg	65

JUSTIFICACIÓN

Justificación del Gestor

“La exposición e intoxicación por mercurio (Hg) ha sido referenciada en muchas ocasiones y lugares: en la década de 1960 en Pakistán, Guatemala, Yugoslavia; en Japón (Minamata y Niigata) 1953, 1960 y 1965; en Irak 1972 (1, 2) y en Colombia Mamonal 1975 (3). En todas las ocasiones se trató de exposiciones accidentales a sus derivados orgánicos metilmercurio (MeHg) y etilmercurio (EtHg)”. El uso indiscriminado de precursores químicos en actividades ilícitas como la minería ilegal de oro, que se ha incrementado considerablemente en los últimos años, el vertimiento de aguas servidas y otras actividades industriales y prácticas agrícolas inadecuadas son las principales causas antropogénicas de la presencia de Hg en cuerpos de agua (4). Lo anterior, ha llevado a que la contaminación química por Hg, sea una de las más peligrosas para los ecosistemas acuáticos y también las especies presentes en ellos. Los peces cuentan con la capacidad de almacenar al interior de su organismo una concentración mayor de este tipo de compuestos comparado con la que se encuentra presente en el medio acuático, lo que implica su consumo se puede convertir en un problema de salud para las poblaciones que se alimentan de este recurso.

El Hg es biomagnificado casi totalmente por los peces en forma de MeHg, una sustancia altamente tóxica y de fácil fijación en los tejidos musculares y adiposos, convirtiéndola en pieza clave en el transporte de este metal en las cadenas alimentarias acuáticas que terminan finalmente en el consumo humano. El Hg normalmente se acumula en sedimentos en el fondo de los cuerpos de agua, donde los microorganismos que viven allí lo convierten a la forma orgánica MeHg, que es absorbido y fijado por la biota que vive en los sedimentos. Este compuesto se acumula en los peces que comen estos animales y en los peces más grandes que comen a los peces más pequeños.

De esta manera, el MeHg que es una sustancia mucho más tóxica que otras formas de Hg y que por sus características de solubilidad en lípidos y su facilidad para atravesar membranas se distribuye a través de todo el organismo, finalmente, se acumula en los peces a concentraciones mucho más elevadas que las presentes en el agua.

De esta forma, el Hg se ha constituido en uno de los elementos contaminantes más importantes con efectos demostrados sobre la salud pública, ya que se estableció que las personas o poblaciones expuestas a niveles bajos pueden desarrollar alteraciones en las funciones del sistema nervioso central el cual es especialmente sensible al MeHg, con consecuencias neurofisiológicas particularmente en el desarrollo de los fetos y en los niños pequeños. Desde el punto de vista químico, el enlace carbono-Hg presente en el MeHg (HC-Hg) es muy estable y la presencia del Grupo Alquilo, el cual es apolar, confiere solubilidad lipídica permitiendo la fácil penetración por las membranas celulares. Alrededor del 90% de todo el MeHg presente en los alimentos es absorbido a través del tracto gastrointestinal por el hombre.

Seguido de tal absorción, gran parte del compuesto presente en el plasma es acumulado por los glóbulos rojos (eritrocitos) en una relación 300 a 1. Esto permite un eficiente transporte a través de todo el organismo y una distribución uniforme en tejidos y órganos. La solubilidad y la habilidad para unirse a macromoléculas biológicas, especialmente proteínas, resulta en una larga vida media en varios organismos. El INVIMA considera de alta relevancia hacer una evaluación del riesgo de presencia de Hg en peces de aguas continentales en Colombia, debido a que los monitoreos que se realizan actualmente de esa sustancia en peces, se está haciendo con fines de comercio exterior y no con un enfoque de salud pública, por lo que el diseño estadístico y el tamaño de la muestra no son extrapolables a este fin."

Alcance

El presente documento evalúa el riesgo asociado al consumo de peces de aguas continentales de Colombia; entiéndase como actividades en aguas continentales a la pesca y la acuicultura (se excluye la evaluación de riesgo de los productos de esta actividad por falta de información), y excluye a las especies marítimas. La bibliografía consultada para la realización de

esta evaluación de riesgos corresponde a las publicaciones del periodo comprendido entre el año 1996 a 2011; sin embargo, la información relevante publicada con anterioridad y que se consideró de importancia también se tuvo en cuenta para este documento.

Objetivo

Determinar el riesgo de sufrir efectos adversos asociados al consumo de pescado contaminado con mercurio proveniente de aguas continentales en Colombia y establecer las posibles medidas de prevención y estrategias de intervención para minimizar la exposición de la población colombiana a este peligro.

Términos de referencia

1. ¿Cuáles son las actividades económicas y sus áreas de impacto, que contribuyen en mayor proporción a la incorporación de mercurio (Hg) en peces de aguas continentales de Colombia?
2. ¿Cuáles son las especies que podrían presentar mayores acumulaciones de mercurio (Hg) y metilmercurio (MeHg) identificadas en el término de referencia 1?
3. ¿Cuál es el riesgo asociado al consumo de las especies identificadas en el término de referencia, numeral 2?
4. ¿Cuáles son las medidas de prevención para minimizar la exposición por consumo de pescado con Hg y con MeHg y las posibles estrategias de intervención?

INTRODUCCIÓN

La presencia de mercurio (Hg) en los ecosistemas acuáticos representa un riesgo para la salud de la población por su facilidad para biomagnificarse en los peces (5, 6). La transformación de Hg inorgánico a orgánico como metilmercurio (MeHg) principalmente es el primer paso en el proceso de bioacumulación acuática. El MeHg formado entra en la cadena alimentaria de las especies depredadoras en las que se acumula; a mayor peso y más prolongada la vida del organismo, la cantidad acumulada puede aumentar. El Hg aportado al ciclo anterior por las actividades del hombre (fuentes antropogénicas) es mayor que por causas naturales, y representa un elevado riesgo de toxicidad en áreas geográficas donde se desarrollan las actividades de emisión (7).

Las fuentes antropogénicas de emisión más relevantes son: la propia minería del Hg, la extracción y uso de combustibles, la obtención de metales y su reciclaje, la producción de materias primas y derivados químicos, industrias de productos de consumo con uso intencional de Hg, disposición de residuos en rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales e incineración de residuos entre otros (8). Colombia es considerada como el tercer país del mundo en incidencia de contaminación con Hg, en su mayoría asociada a la extracción y amalgamación de oro (9, 10).

La exposición a niveles altos de Hg puede perjudicar órganos como: el cerebro, el corazón, los riñones, los pulmones y el sistema inmunológico de personas de todas las edades. Se sabe que el MeHg es la forma más tóxica del metal, actuando como un potente agente neurotóxico y su principal fuente de transferencia a los humanos es el consumo de pescados contaminados (11). Se ha demostrado que los altos niveles de éste compuesto en las vías sanguíneas de los bebés por nacer y los niños pequeños, pueden ser perjudiciales para el sistema nervioso en desarrollo, dificultando así, su proceso de razonamiento y aprendizaje (12). En algunos casos, el contenido elevado de MeHg en los peces, contrarresta los efectos benéficos de los ácidos grasos Omega-3, disminuyendo así su acción cardioprotectora (13).

El pescado se considera un alimento saludable, por su aporte proteico y de ácidos grasos omegas, y algunos otros nutrientes esenciales como Yodo, Selenio, Calcio, Vitamina A y D (14). Por lo tanto, varias organizaciones internacionales entre las cuales se puede destacar la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), recomiendan el consumo de pescado bajo en MeHg, hecho por el cual es necesario implementar sistemas nacionales de monitoreo de los niveles de Hg en sus diferentes formas, por parte de los gobiernos locales. De esta manera se podrán generar alertas y comunicaras a la población en general y en especial a la de mayor vulnerabilidad (mujeres en edad fértil, mujeres embarazadas, madres en período de lactancia) e informar sobre la frecuencia en que deben consumir ciertos tipos de pescado (12).

El uso indiscriminado de precursores químicos en actividades como la minería ilegal de oro, el vertimiento de aguas servidas y otro tipo de compuestos relacionados con actividades industriales y prácticas agrícolas inadecuadas, son las principales causas de la presencia de Hg en cuerpos de agua. Lo anterior, ha llevado a que la contaminación por Hg, sea una de las de mayor impacto para los ecosistemas acuáticos y también para las especies presentes en ellos.

Los peces tienen capacidad de almacenar una concentración mayor de este tipo de compuestos comparado con la presente en el medio acuático, lo que implica que su consumo se puede convertir en un problema de salud para las poblaciones que se alimentan de este recurso; adicionalmente, en los últimos años se ha reportado un apreciable incremento en la concentración de Hg en los peces de embalses o reservorios, asociados a procesos biogeoquímicos que tienen que ver con este metal desde fuentes antropogénicas o naturales (15-17).

El Hg es depositado en los sedimentos, donde los microorganismos lo convierten principalmente a MeHg, el cual es biomagnificado a través la cadena trófica hasta su acumulación en tejido muscular y adiposo. Se ha encontrado que aproximadamente el 40% del Hg contenido en peces se bioacumula en forma de MeHg; sin embargo, en algunos casos su concentración puede llegar al 100% (18). Una vez absorbido, se acumula en los glóbulos rojos, permitiendo la distribución uniforme en tejidos y órganos.

En el cuerpo humano, el MeHg se acumula tanto en el cerebelo como en la corteza cerebral donde es fuertemente enlazado a las proteínas a través de los grupos sulfhídricos. Una de las propiedades del compuesto es su alta capacidad para atravesar la barrera placentaria en forma de un complejo de Hg-cisteína. La velocidad de transporte del MeHg a través de la barrera placentaria es 10 veces mayor respecto al Hg inorgánico, lo que convierte a los fetos y a sus madres en una población de alto riesgo. En la actualidad, se sabe que el MeHg es la forma más tóxica del metal, actuando como un potente agente neurotóxico y su principal fuente de transferencia a los humanos es el consumo de peces contaminados (19).

1

Identificación del peligro

1.1 Características químicas

El Hg es uno de los contaminantes que más preocupa a nivel mundial por su persistencia en el ambiente y transferencia en las cadenas alimentarias hasta los seres humanos. En su forma inorgánica existe en la naturaleza en tres estados de oxidación: metálico (Hg^0), mercurioso (Hg^+) y mercúrico (Hg^{2+}); las formas: Hg^+ y Hg^{2+} , pueden formar numerosos compuestos tanto orgánicos como inorgánicos. La mayor parte del Hg presente en el ambiente (exceptuando la atmósfera) se encuentra en forma de sales mercuríicas inorgánicas y compuestos orgánicos de Hg (20).

Los compuestos de Hg más comunes en el ambiente son:

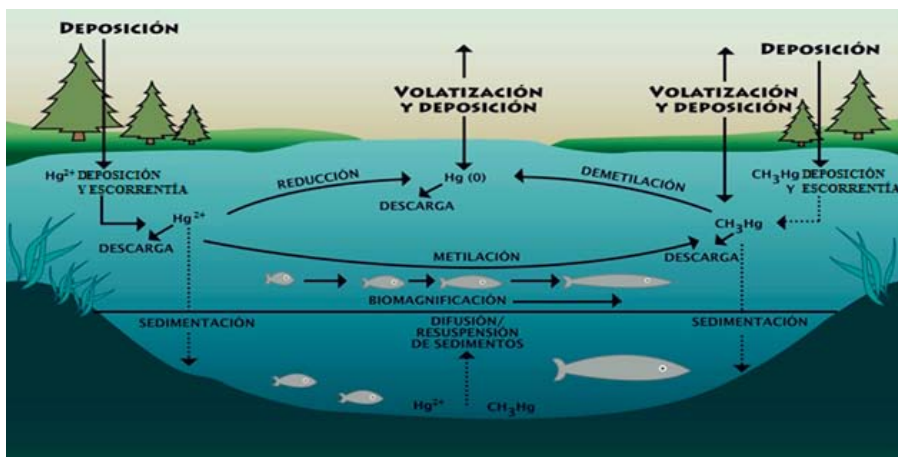
- Las especies inorgánicas de Hg^{2+} : cloruro de Hg (HgCl_2), hidróxido de Hg ($\text{Hg}(\text{OH})_2$) y sulfuro de Hg (HgS);
- Los compuestos orgánicos de MeHg: cloruro de MeHg (CH_3HgCl) e hidróxido de MeHg (CH_3HgOH);
- En menores proporciones, otros organomercuriales como diMeHg (CH_3HgCH_3) o fenilHg ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Hg}^+$) (21).

Los compuestos de Hg suelen permanecer en la fase acuosa como moléculas no disociadas, dando lugar a valores bajos de solubilidad. Las especies inorgánicas de Hg^{2+} varían en su solubilidad, por ejemplo el HgCl_2 es muy soluble en agua, mientras que el HgS es prácticamente inerte debido a la afinidad del Hg por el Azufre. Por su parte, la mayoría de organomercuriales son insolubles y no reaccionan con ácidos débiles o bases; sin embargo, el CH_3HgOH es muy soluble debido a la gran capacidad del grupo hidroxilo para formar puentes de hidrógeno (18).

1.2 Ciclo del Mercurio (Hg)

La mayoría de los estudios sobre el ciclo acuático del Hg se han desarrollado en ambientes dulceacuícolas. Tal como lo representa la Figura 1, el Hg ingresa a los ecosistemas acuáticos por deposición húmeda y seca sobre la superficie del agua o por escorrentía de las cuencas (22). Al igual que en los sistemas terrestres, la deposición húmeda es predominante como Hg^{2+} , el cual puede ser reducido a Hg^0 y volatilizado nuevamente a la atmósfera (23). Una fracción del Hg^{2+} es convertido a MeHg en un proceso de metilación biológicamente mediado en el que algunas cepas de bacterias reductoras de Azufre y Hierro son consideradas las principales responsables (24-26) y cuyo detalle esta descrito en la Figura 2. Los sedimentos de los humedales y lagos son ambientes importantes para la metilación (27). El MeHg puede acumularse en los organismos acuáticos y biomagnificarse en la cadena trófica. Este proceso puede generar mayores concentraciones de MeHg en peces predadores respecto al agua; se estima una relación de concentración peces predadores/agua ≥ 106 (23).

Figura 1. Ciclo del Hg en el medio acuático

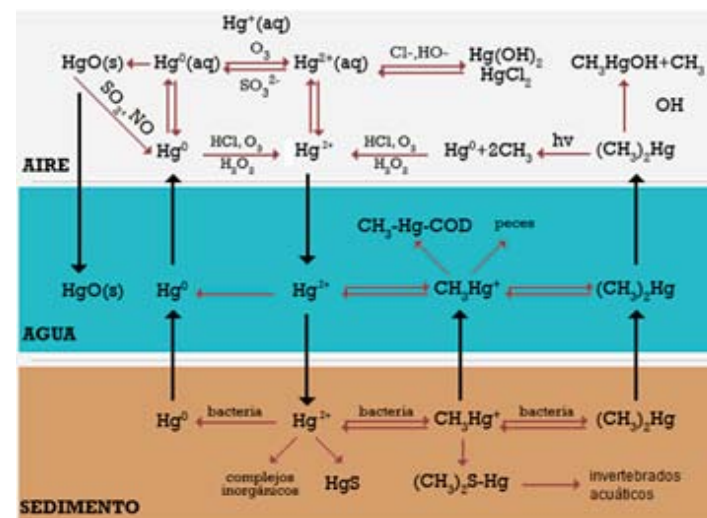


Fuente: adaptado de Porvari, 2003 (28)

La forma Hg^{2+} más soluble es sintetizada a través de la conversión de Hg^0 a Hg^{2+} en presencia de microorganismos aerobios (29, 30). Éstos, también pueden llevar a cabo la oxidación del Hg a partir del HgS en el sedimento. Factores

como las concentraciones de sulfuros, el carbono orgánico, la estructura y la composición de los sedimentos, la temperatura, los bajos niveles de pH y la concentración de Oxígeno, han sido descritos como determinantes en la producción de MeHg (16, 22, 31).

Figura 2. Transformaciones en el ciclo biogeoquímico del Hg



Fuente: adaptado de Morel, 1998 (18)

1.3 Emisiones de mercurio

1.3.1 Fuentes de combustión y producción de Mercurio

Las fuentes antropogénicas de emisiones de Hg están enmarcadas dentro de las categorías que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) identificó en 2010:

- Producción y uso de combustibles/fuentes de energía
- Producción de metales y metales reciclados
- Producción de materias primas y productos químicos
- Procesos y producción de productos de consumo con uso intencional de Hg; uso y disposición de productos y sustancias con contenido de Hg
- Disposición de residuos rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales
- Incineración de residuos, hornos crematorios y cementerios

Entre las emisiones que generan mayor riesgo para las personas, se destacan: emisión de vapor de Hg a partir de las amalgamas dentales y el EtHg en forma de timerosal utilizado en conservación de vacunas (32, 33); emisiones a partir de las explotaciones mineras y procesos de descapote del suelo; uso del Hg como amalgamador en la minería de oro y el consumo de pescado procedente de zonas impactadas por la actividad minera (34).

Adicionalmente, otras fuentes de emisión de Hg son el uso de:

- Pilas o baterías a partir de celdas de Zn/Hg
- Compuestos de Hg que tienen actividad fúngica presentes en pinturas y coberturas de depósitos de semillas
- Sales utilizadas como catalizadores para la producción de cloruro de vinilo, acetato de vinilo y acetaldehído y amalgamas dentales, fabricación de aparatos eléctricos, lámparas, rectificadores de corriente, termómetros, barómetros, instrumentos de navegación, producción de cemento y producción de pasta de papel y papel (35)

1.3.2 Actividades económicas asociadas a la emisión de Hg en Colombia

En la Tabla 1, se presentan las diferentes categorías y sub-categorías de actividades que generan emisiones de Hg referidas por el PNUMA (36) y se indica si éstas aplican en Colombia; a su vez en la Tabla 2, se mencionan categorías adicionales no contempladas en el documento de PNUMA y de la misma forma se indica si aplican en el territorio nacional.

Tabla 1. Actividades que generan emisiones de Hg en Colombia según PNUMA

CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS	APLICA
Consumo de energía	Combustión de carbón en grandes centrales de energía	Si
	Combustión y uso de diésel, petróleo y queroseno	
	Otros usos del carbón	
	Combustión y uso de coque de petróleo y crudos pesados	No
	Biomasa quemada para producción de energía y calor	
Producción de combustibles	Carbón de leña	N.D
	Extracción de petróleo y refinación	
Producción primaria de metales	Extracción y procesamiento de gas natural	Si
	Extracción primaria y procesamiento de Hg	
	Producción de zinc y cobre desde concentrados	
	Producción de plomo desde concentrados	No
	Extracción de oro mediante procesos distintos de la amalgamación de Hg	
	Producción de aluminio o alúmina desde la bauxita	
Producción de otros materiales	Producción Primaria de metales ferrosos (Hierro, acero)	Si
	Extracción de oro mediante amalgamación con Hg, con y sin uso de retortas	
	Producción de cemento	
Producción de químicos	Producción de pulpa y papel	Si
	Producción de Cloro-álcali con celdas de Hg	
	Producción monómeros de cloruro de vinilo usando tecnología con Hg	
Producción de productos con contenido de Hg	Producción de acetaldehído usando Hg como catalizador	N.D
	Termómetros (médicos, aire, laboratorio, industriales)	
	Interruptores eléctricos y relé con uso intencional de Hg	No
	Fuentes de luz con Hg (fluorescentes, compactas, otros)	
	Baterías con Hg	
	Manómetros y medidores de Hg	
	Biocidas y plaguicidas con Hg	
	Pinturas con Hg	
	Cremas y jabones para el cuidado de la piel con Hg	
	Empastes dentales de amalgama	
Uso y disposición de productos con contenido de Hg	Termómetros	Si
	Interruptores eléctricos	
	Fuentes de luz con Hg	
	Tensiómetros médicos	
	Otros manómetros y medidores de Hg	
	Laboratorios químicos	No
	Otros laboratorios y equipos médicos con Hg	
	Poliuretano (PU, PUR) producido con catálisis de Hg	
	Pinturas con Hg como preservante	
Producción de metales reciclados	Cuidado de la piel cremas y jabones con productos químicos de Hg	N.D
	Baterías con Hg	
	Producción de Hg reciclado ("producción secundaria")	Si
	Producción de metales ferrosos reciclados (Hierro y acero)	
Incineración de residuos	Incineración de residuos municipales/generales	Si
	Incineración de residuos peligrosos	
	Incineración de residuos médicos	N.D
	Incineración de lodos cloacales	
	Quema de residuos a cielo abierto (en rellenos sanitarios informales)	Si
Disposición de residuos/ rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales	Rellenos sanitarios/depositos controlados	Si
	Vertederos informales de residuos	
	Sistemas de tratamiento de aguas residuales	
Crematorios y cementerios	Crematorios y cementerios	Si

Fuente: adaptado de PNUMA (36)

Convenciones: falta información (N.D)

Tabla 2. Otras actividades que generan emisiones de Hg en Colombia no incluidas en PNUMA

FUENTE	APLICA
Combustión de pizarra bituminosa	NO
Combustión de turba	
Producción de energía geotérmica	
Recubrimiento de semillas con químicos de Hg	
Hg usado en rituales religiosos (amuletos y otros usos)	
Hg usado en medicinas tradicionales (ayurvédica y otros) y en medicina homeopática	
Uso de Hg como refrigerante para ciertos sistemas de enfriamiento	
Juguetes	
Lociones bronceadoras	
Pigmentos (pinturas industriales)	
Producción de otros metales reciclados	SI
Producción de cal	
Producción de agregados livianos (piezas de barro quemado para construcción)	
Cloruro e hidróxido de sodio producido a través de la tecnología de celda-Hg	
Semi-conductores con detección infrarroja	
Tubos Bougie y tubos Cantor (médicos)	
Usos educacionales	
Giroscopios con Hg	
Bombas de vacío con Hg	
Faros (nivelando los rodamientos para las luces de navegación)	
Hg en los rodamientos de gran tamaño en las partes mecánicas rotativas por ejemplo en plantas de tratamiento de aguas residuales más antiguas	
Productos para el oscurecimiento y gravado de acero	
Ciertos tipos de papel de color para fotografía	
Suavizadores de arranque para rifles	N.D
Explosivos (por ejemplo fulminato de Hg)	
Fuegos artificiales	
Producción de poliuretano con catalizador de Hg	

Fuente: adaptado de (36)

Convenciones: falta información (N.D)

Colombia es considerado el tercer país del mundo con mayor incidencia de contaminación con Hg (50-100 t/año), en su mayoría asociada a la extracción y amalgamación de oro (37); de igual forma, en municipios del nordeste antioqueño se reportan concentraciones mayores de 50.000 ng/m³ (10). La información y registros disponibles sobre actividades económicas asociadas son limitados y en algunos casos de carácter no oficial. De acuerdo con el inventario nacional de Hg en Colombia para el 2009, se liberaron aproximadamente 345.570 kg de Hg, de los cuales 151.650 kg al suelo; 74.420 kg al aire; 45.400 por tratamiento o disposición; 31.260 kg al agua; 28.190 kg como subproductos o impurezas y 14.650 kg en residuos generales (38). En conclusión, las actividades económicas asociadas a la emisión de Hg son:

- a. Extracción primaria de metales, especialmente oro y plata
- b. Producción de químicos y la disposición de residuos
- c. Uso y disposición de productos con contenido de Hg

1.4 Cadena productiva de pesca y acuicultura en Colombia

La pesca y la acuicultura en Colombia, son dos actividades de suma importancia dentro del sector agropecuario, destacándose por su crecimiento en los últimos años tanto por su viabilidad, como por su potencialidad para el desarrollo social y económico del país. Constituyen una actividad de interés público y se practica tanto a nivel marítimo como en las cuencas hidrográficas continentales, especialmente de los ríos Orinoco, Magdalena, Cauca, San Jorge, Amazonas, Atrato y Sinú; además de los diferentes cuerpos de aguas lagunares, represados y cenagosos (39).

Según la “Agenda Nacional de Investigación en Pesca y Acuicultura (IICA) (39)”, la pesca continental es artesanal y de subsistencia, y está dirigida a la extracción de especies ornamentales y de consumo como bagres, characidos y cíclidos en los ríos principales, tributarios y sus planicies inundables. De acuerdo a registros estadísticos de la Corporación Colombia Internacional (CCI), la producción total anual registrada, según desembarcos de captura y cosecha en el país fue de 162.447 toneladas (t) en el 2010, de los cuales 38% lo aportó la pesca marina, 13% la pesca continental, y 49% la acuicultura (9% marina y 40% continental) (40).

Se ha evidenciado una disminución de los recursos disponibles para captura en las aguas interiores del país, teniendo en cuenta que para 1976 se producían alrededor de 75.000 t anuales y para el 2010 se reportaron 20.221 t (39). La acuicultura continental se practica, principalmente en los departamentos de la Región Andina, y en menor cuantía en las regiones de la Amazonía y la Orinoquía, con casi todos los cultivos en el pie de monte de la Cordillera Oriental. Igualmente, existen cultivos en algunos departamentos del Litoral Caribe (Córdoba, Bolívar, Magdalena) y de la región Pacífica (Valle del Cauca, Cauca, Nariño y Chocó) (IICA 2012).

Por su parte, la piscicultura continental es de carácter artesanal (ornamental o de consumo). Las cuencas hidrográficas que soportan mayor presión de pesca son las correspondientes a los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge, Arauca, Meta, Amazonas, Sinú y Atrato, junto a sus planos de inundación, tipo ciénagas o esteros. La pesca ornamental se practica a nivel comercial, especialmente, en la Orinoquía y la Amazonía. Frente a la anterior información, las cifras de desembarco de la CCI (40), indicaron que la pesca

continental nacional aportó 20.221 t en el año 2010, evidenciándose una disminución de más de 50% de las capturas en los últimos 15 años. Como referencia, la principal cuenca productiva del país, ríos Magdalena–Cauca–San Jorge, producía 78.847 t/año de pescado en 1974, y en 2008 7.182 t/año (ICA, INCODER, 1992–2008).

Gutiérrez, F.P., (2010), indicó que la cuenca del Río Grande de la Magdalena está altamente impactada, mostrando dos periodos de producción: uno de altos niveles hasta el año de 1987, y dos posterior a 1987; a partir de allí declina ostensiblemente la producción, denotando que el sistema está colapsado biológicamente. Esto en concordancia con lo expresado por Barreto y Borda, (2008), quienes afirmaron que las pesquerías continentales empezaron a declinar ostensiblemente desde 1997, debido a:

- La contaminación generalizada de las cuencas hidrográficas
- Deforestación de las riberas
- La sobreexplotación
- El uso indebido de artes y métodos de pesca que ocasionaron la disminución de las tallas medias de captura (TMC) y las tallas medias de madurez (TMM), de todas las especies

Además, según el Instituto Humboldt (41), entre 1974 y 1995 la reducción de la pesca en la cuenca fue del 85%, y si en el año 2008 la producción fue de 7.182 t, es evidente la amenaza de extinción de varias especies, no solo económica sino biológicamente, considerando que, de acuerdo a información de la CCI (40), se estima que más del 70% de las capturas correspondieron a peces por debajo de la talla mínima reglamentada, especialmente de especies como el bocachico, la dorada, el nicuro y el bagre, entre otros.

De acuerdo a la información recopilada, desde hace cerca de 30 años, no se han realizado, a nivel de cuencas hidrográficas del país, estudios específicos relacionados con la dinámica de poblaciones, potenciales procesos productivos, comportamientos migratorios y ciclos de vida, tales como características, épocas y sitios de reproducción, crecimiento y establecimiento o ajuste de tallas mínimas de captura, pues se indica que especies tales como el bagre rayado y el bocachico, presentan con mucha frecuencia, estados de madurez avanzada o desoves en tallas menores que la mínima reglamentada.

En conclusión, es evidente que el ejercicio de la pesca continental no presenta las suficientes bases técnicas ni científicas que sustenten un manejo racional y sostenible, en términos de vedas de pesca y comercialización de especies, tallas mínimas de captura, características selectivas y operativas de artes de pesca, zonas de reserva y protección de recursos pesqueros, lo cual limita la formulación y operación de planes de ordenamiento pesquero. En la Tabla 3, se muestran los últimos datos reportados por el Boletín Trimestral 60 del Sistema de Información de Pesca y Acuicultura concernientes al trimestre abril – junio de 2011 (42).

Tabla 3.Registro pesquero nacional desembarcado (kg), durante el trimestre abril–junio de 2011.

CUENCA	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL (kg)	APORTE (%)
Amazonas	864.369	308.108	293.065	1.465.542	10,1
Atrato	298.046	76.922	38.469	413.437	2,8
Magdalena	1.104.731	1.038.849	1.204.944	3.348.524	23,0
Orinoco	134.544	31.184	28.573	194.310	1,3
Sinú	29.427	20.897	22.698	73.023	0,5
Total pesca continental	2.431.128	1.475.960	1.587.748	5.494.836	37,8

Fuente: adaptado de Corporación Colombia Internacional, 2011 (42)

La producción acuícola continental ha tenido un crecimiento progresivo desde el 2000, siendo las granjas piscícolas de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Casanare, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Meta, Santander, Tolima y Valle del Cauca, aquellas que mayor aportan a la producción nacional (92%) (39) alcanzando las 63.166 t en 2010 (43). La tilapia roja es la especie que aporta el mayor volumen con el 62% de la producción, seguida por la cachama (16%), la tilapia plateada (14%), la trucha (5%) y otras especies (3%). Por departamentos, el Huila representa el 47,65% de la producción, el Meta el 16,19%, Tolima el 7,05%, Antioquia el 6,09% y el Valle del Cauca el 3,89% (Tabla 4). La producción piscícola de todas las especies, a pesar de que se encuentra en casi todos los departamentos de la Región Andina, se concentra de manera significativa en el Huila (47,65%) y en el Meta (16,91%).

La mayoría de las granjas (92%) usan estanques o piscinas en tierra, mientras que el 8% restante produce con el sistema de jaulas, establecidas en diferentes cuerpos de agua. En las Tabla 4 y Tabla 5 se presenta la información departamental, relativa a la producción piscícola, al número de granjas, cantidad de estanques, jaulas y el espejo de agua correspondiente.

Tabla 4. Producción piscícola en toneladas por departamentos 2010

DEPARTAMENTO	TOTAL	TILAPIA ROJA	TILAPIA PLATEADA	CACHAMA	TRUCHA	OTROS
Antioquia	3.849	2.103	301	570	1.093	52
Boyacá	1.302	387	32	53	801	28
Casanare	1.681	1.286	0	390	0	5
Córdoba	970	82	13	709	0	166
Cundinamarca	960	405	11	203	331	11
Huila	30.099	19.592	8.627	1.181	77	622
Meta	10.225	7.733	26	2.422	0	44
Santander	2.534	915	80	1.272	57	30
Tolima	4.452	3.450	91	805	30	76
Valle del Cauca	2.456	1.418	31	765	5	236
Otros	4.818	1.510	0	1.879	478	951
Total Nacional	63.166	38.881	8.942	10.251	2.873	2.219

Fuente: adaptado del diagnóstico de la acuicultura en Colombia, 2011 (44)

Tabla 5. Inventario piscícola en granjas, estanques y espejos de agua 2010

SISTEMA PRODUCCIÓN	DEPARTAMENTO	GRANJAS	ESTANQUES O JAULAS	SUPERFICIE ESPEJO DE AGUA (m ²)	ESTANQUES O JAULAS (PROM. m ²)	ESTANQUES POR GRANJA (PROM.)	ESPEJO DE AGUA POR GRANJA (ÁREA PROM. m ²)
Estanques	Meta	812	5.055	9.601.777	1.889	6	11.825
	Huila	623	3.573	4.238.725	1.186	6	6.804
	Córdoba	206	1.141	2.675.369	2.345	6	12.987
	Valle del Cauca	377	1.306	2.017.903	1.545	3	5.353
	Tolima	1.201	3.338	2.006.812	601	3	1.671
	Casanare	196	1.429	1.151.106	806	7	5.873
	Santander	525	2.243	1.053.977	470	4	2.008
	Cundinamarca	363	1.632	790.899	485	4	2.179
	Antioquia	205	2.433	635.824	261	12	3.102
	Boyacá	199	1.374	211.765	154	7	1.064
	Nariño	186	527	4.663	9	3	25
	Subtotal estanques	4.893	24.051	24.388.820	1.014	5	4.984
	Huila	77	1.029	361.264	351	13	4.692
	Nariño	52	640	11.670	18	12	224
	Tolima	6	101	8.828	87	17	1.471
Jaulas y Jaulones	Boyacá	9	142	4.618	33	16	513
	Córdoba	6	39	691	18	7	115
	Antioquia	3	59	464	8	20	155
	Santander	1	17	100	6	17	100
	Meta	1	9	50	6	9	50
Subtotal Jaulas y Jaulones		101	2.036	387.685	190	20	3.838
Total		4.808	26.087	24.776.505	950	5	5.153

Fuente: adaptado del diagnóstico de la acuicultura en Colombia, 2011 (44)

El rango de área de espejo de agua en las granjas piscícolas, con una significativa dispersión en los tamaños medios de los diferentes departamentos, oscila entre 25 m² en Nariño, hasta 1,3 hectáreas en Córdoba, con concentración mayor de espejo de agua en Meta y Huila. Además, la dispersión de tamaños en las jaulas también es alta.

De acuerdo Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) (44), esta dispersión de tamaños puede generar varias hipótesis, desde la no aplicación de parámetros técnicos homogéneos en los cultivos, bajos niveles de capacidad de inversión, minifundio acentuado, deficiente o nula asistencia técnica entre otros aspectos; lo que seguramente se verá reflejado en las condiciones productivas y en los resultados económicos de los cultivos. Es necesario iniciar estudios en el país de contenido de MeHg de peces provenientes de la acuicultura tanto de estanques como de embalses.

1.5 Zonas de Colombia con presencia de Mercurio

En Colombia, hay evidencia de contaminación con Hg en peces provenientes de zonas dedicadas a la minería de oro (9, 45-48). Zonas con contaminación debido a vertimientos informales tipo enterramientos, botaderos a cielo abierto, de escorias minerales, explotaciones auríferas ilegales y rellenos sanitarios clausurados; en donde se reportan concentraciones hasta de 4.500 ppm de Hg (49), tales como:

- El bajo Cauca y Norte de Antioquia (Remedios, Segovia, Bagre, Zaragoza, Cáceres, Caucasia)
- Sur de Bolívar (San Pablo, San Martín de Loba)
- Sur de Córdoba (Monte Líbano, Ayapel)
- En menor proporción en las zonas de Vetás y California en Santander, el Tambo y Suarez en el departamento del Cauca, en la zona del Occidente de Nariño (Distrito la Llanada, Guachavez, Sotomayor, Samaniego, Barbacoas), en Ginebra y Zaragoza en el Valle del Cauca.

Existe la posibilidad de la presencia de altas concentraciones de Hg en peces de los embalses del país (50) y en zonas de inundación y sedimentación como la Depresión Momposina, la Mojana, las desembocaduras de ríos Patía, San Juan y Atrato, el sector de Mamonal en Cartagena por una planta de cloro-álcali, en el corregimiento de Samaria del municipio de Filadelfia (Caldas) una mina clausurada de Hg (51) y en La Calera (Cundinamarca) en una planta de cemento clausurada.

1.6 Contexto internacional

Los efectos adversos del Hg en la salud humana fueron evidentes al mundo en el mayor incidente de envenenamiento masivo por MeHg, reportado en 1956 en la ciudad de Minamata (Japón), donde MeHg producto de actividades industriales, fue descargado directamente al medio acuático y subsecuentemente biomagnificado hasta llegar a la población local mediante el consumo de pescado; en este incidente se reportaron 167 personas intoxicadas de las cuales 46 fallecieron (52). En relación a éste caso, para finales de la década de los años sesenta se habían reportado 111 muertes más y 400 casos de problemas neurológicos graves; y para 2001 se habían diagnosticado en Japón 2.955 casos, de los cuales 2.265 provenían de Minamata (53). Con base en dicho incidente se estimó que el pescado consumido tenía una concentración media de Hg de 10 mg/kg peso fresco (52). Otros reportes relevantes sobre la presencia de Hg en muestras biológicas se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Estudios representativos sobre presencia de Hg en muestras de cabello y sangre

PAÍS	CARACTERÍSTICAS	AÑO	REF.
Estados Unidos	Estudio con 17.000 mujeres (16-49 años de edad). Mostró que el 8% presentaban concentraciones de Hg en cabello y sangre que excedían los niveles correspondientes a la dosis de referencia.	2001	(54, 55)
Estados Unidos	El Departamento de Servicios de Salud y de la Familia de Wisconsin, en un estudio con 2.000 adultos para evaluarla exposición al MeHg, encontró que el consumo de pescado estimado osciló entre 0 y 60 porciones/mes (media 7,7). Los niveles de Hg en cabello variaron entre 0,012 a 15,2 µg/g, siendo los hombres aquellos que presentaron mayores concentraciones. Los niveles de Hg superiores a 1µg/g aumentó con la edad en el 29% de los hombres y en el 13% de las mujeres. Entre los consumidores de pesca deportiva, 37% de los hombres y 18% de las mujeres tenían una concentración de Hg en el cabello por encima de 1µg/g. Estos hallazgos sugieren que la exposición de MeHg se ha generalizado y que los hombres pueden ser una población de alto riesgo no reconocido previamente.	Enero 2004 y junio 2005	(6)
Ártico	En adultos, las concentraciones más bajas de Hg en la sangre fue reportada en el sudoeste del Ártico, pero aumentan hacia el norte, donde el consumo de mamíferos marinos es mayor (56).	1990	(56)
Groenlandia	16% de la población adulta estudiada presentó concentraciones de Hg en la sangre que excedían los 200 µg/L, nivel considerado por la OMS como la concentración mínima en la sangre que es tóxica para adultos, excluyendo mujeres embarazadas (57). Más del 80% de la población del Norte de Groenlandia sobrepasaba los 50 µg/L de sangre, que corresponde casi a la dosis de referencia (BMD, Benchmark Dose por sus siglas en inglés) del informe del National Research Council (US NRC) (58). Se prevé que, tras una ingesta diaria promedio de unos 4 µg de MeHg/kg de peso corporal por día, el nivel en la sangre sea de aproximadamente 200 µg/L.	1986-2000	(57) (59) (58)
China	Se investigaron las concentraciones de Hg total y MeHg en el cabello de 243 hombres de tres zonas de Tokushima (Japón), así como de 64 hombres de Harbin (China) y 55 de Medan (Indonesia) con edades entre 40-49 años. Las concentraciones más altas se encontraron en habitantes de la costa, declarada sin contaminación antropogénica directa local, allí, las concentraciones de HgT variaron entre 1,7 y 24 µg/g (una media de 6,2 µg/g en 78 sujetos); valores, muy próximos y superiores al nivel de referencia para efectos adversos de 10 µg/g en cabello materno calculado a partir de los estudios de las Islas Faroe. La concentración media en las tres zonas investigadas en Japón fue ligeramente inferior: 4,6 µg/g de cabello (243 sujetos).	1998	(60)
Nueva Guinea	Se reportaron concentraciones de Hg en cabello observadas en residentes de tres aldeas de Papúa Nueva Guinea. Las mayores concentraciones se observaron en Dorogi, con medias de 4,1 y 4,4 µg/g de cabello en hombres y mujeres respectivamente. Las concentraciones más bajas se observaron en una aldea situada a 25 kilómetros de la costa.	1992	(61)
Brasil	En la cuenca del Río Tapajós (Brasil) se evidenció déficit cognitivo en niños de 7 años expuestos durante el embarazo, cuyas madres presentaban niveles de Hg inferiores a 10 µg/g del cabello.	1999	(62)
Brasil	Se realizaron mediciones separadas de MeHg y Hg total para distinguir entre exposiciones debidas a una dieta de alimentos acuícolas y exposiciones directas al Hg en actividades de extracción de oro. En el 3,2% de los 559 habitantes estudiados, se observaron concentraciones de MeHg que superaban el nivel de efectos adversos en adultos fijado en 50 µg/g de cabello, con un nivel individual máximo de 132 µg/g. Esos valores son superiores a la dosis de referencia de efectos adversos calculada en 10 µg/g de cabello materno a partir de los estudios de las Islas Faroe.	2000	(63)
Brasil	Se determinaron concentraciones de Hg total en el cabello en 13 de las 17 tribus indígenas que habitan el Parque Xingu en la parte brasileña de la cuenca del Amazonas. En seis de los grupos investigados, se midieron las concentraciones de MeHg en el cabello. Las medias geométricas de las concentraciones de Hg total variaron de una tribu a otra entre 3,2 y 21 µg/g de cabello, pero las medias de la mayoría de los grupos se encontraban entre 10 y 20 µg/g. En las tribus donde se midió también MeHg, este compuesto comprendió casi todo el Hg encontrado en las muestras de cabello.	1998	(64)
Guyana	Más de la mitad de la población amerindia tenía concentraciones de Hg en cabello que sobrepasaban el nivel recomendado por la OMS de 10 µg de Hg total/g, con un promedio de 11,4 µg/g (los niveles de Hg de la población de Guayana son de aproximadamente 3 µg/g y 1,7 µg/g en personas de zonas urbanas).	1999	(65)

Fuente: grupo de redacción ERIA

1.7 Contexto nacional

No se encontraron casos reportados de intoxicación con Hg por la ingesta de pescado en Colombia (66). Sin embargo a continuación se describen diferentes estudios que han evidenciado la presencia de este agente, en muestras biológicas y su relación con el consumo de pescado. Olivero y colaboradores en 2011 (67) evaluaron HgT en 1.328 muestras de cabello de habitantes del departamento de Bolívar, encontrando que las concentraciones variaron desde 0,01 hasta 20,14 $\mu\text{g/g}$. Se detectaron los niveles más altos en las localidades de La Raya ($5,27 \pm 0,32 \mu\text{g/g}$), Achí ($2,44 \pm 0,22 \mu\text{g/g}$) y Montecristo ($2,20 \pm 0,20 \mu\text{g/g}$).

Sólo el 0,75% de los individuos tenían niveles de HgT por encima de 10 $\mu\text{g/g}$; siendo los hombres aquellos con concentraciones significativamente más altas que las mujeres. En dicho estudio se evaluaron los niveles de Hg en el cabello de las personas que viven a distancias diferentes de las áreas de minería de oro en Bolívar. El estudio mostró que la concentración media de HgT en cabello fue de $1,56 \pm 0,06 \mu\text{g/g}$, donde el 52,01% de la población estudiada superó el límite de 1 $\mu\text{g/g}$ HgT recomendado por la US EPA. Sin embargo, pocos casos tuvieron niveles de HgT superiores a 10 $\mu\text{g/g}$ siendo el más alto 20,14 $\mu\text{g/g}$. No fueron encontradas diferencias significativas de concentraciones de HgT en el cabello, entre grupos con diferente frecuencia de consumo de pescado; se debe tener en cuenta que la mayoría de las especies de peces para el consumo humano en el área de estudio corresponde a Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), especie no carnívora.

Otro estudio reportado por García et al. (68), evaluó las concentraciones de HgT en cabello de habitantes del municipio de Ayapel (Córdoba) y en peces capturados en la zona. Fueron tomadas 112 muestras de cabello a pobladores ribereños, mayores de 14 años y, muestras de tejido muscular a siete especies de peces. Los resultados de HgT en cabello presentaron una media de $2,18 \pm 1,77 \mu\text{g/g}$ con valores entre 0,11 y 12,76 $\mu\text{g/g}$. El valor más alto en peces lo presentó la especie carnívora Blanquillo ó Bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*), con concentración media de $0,74 \pm 0,19 \mu\text{g/g}$ de peso fresco, y la menor, la especie iliófaga Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), con $0,15 \pm 0,02 \mu\text{g/g}$ en peso fresco. Igualmente, se mostró que la población estudiada de Ayapel presentó concentraciones de Hg superiores a las permitidas

internacionalmente por la US EPA y síntomas acordes con tales niveles, lo que presumiblemente es debido al alto consumo de pescado contaminado con Hg. En este sentido, los resultados de la concentración de HgT en las especies ícticas, de mayor a menor, fueron: Blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*), Pacora (*Plasgioscion surinamensis*), Bagre pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), Moncholo (*Hoplias malabaricus*), Mojarra amarilla (*Petenia kraussi*), Liseta (*Leporinus muyscoruma*) y Bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

Del total de 45 especies ícticas, 19 (42,2%) superaron la concentración máxima permisible de 0,5 $\mu\text{g/g}$ establecida por la Comisión del Codex Alimentarius, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS), todas ellas son especies carnívoras. Sin embargo, para proteger a la población vulnerable (menores de 15 años, mujeres embarazadas y consumidores frecuentes), la misma organización ha establecido un límite de 0,2 $\mu\text{g/g}$, por lo que el número de especímenes sobre este nuevo límite aumentó a 36 (80%), incluidos especímenes de especies no carnívoras. No obstante, ha sido reportado que el consumo frecuente de pescado con niveles de HgT por debajo de este límite (0,2 mg/kg) está asociado a riesgo cardíaco en adultos y retraso motriz en niños (69).

La alta ingesta de pescado como fuente de proteína por parte de los habitantes de la zona, constituye un alto riesgo de intoxicación mercurial por la posición en el último eslabón de la cadena trófica. La correlación lineal altamente significativa entre la concentración de HgT y la longitud estándar de las especies ícticas evidencia su bioacumulación, en la cual los de mayor tamaño o más edad presentan mayores concentraciones del contaminante debido a un tiempo más largo de exposición, en comparación con los más jóvenes o de menor longitud. En la Tabla 7, se presentan otros hallazgos de la acumulación de Hg en muestras biológicas (cabello) en la población colombiana.

Tabla 7. Hallazgos de Hg en matrices biológicas (cabello) de población colombiana.

LUGAR	CONCENTRACIÓN HgT µg/g	POBLACIÓN	REF.
Ciénaga de Ayapel (Córdoba)	2.18 ± 1,77	95 mujeres y 17 hombres mayores de 14 años.	(68)
Coveñas (Sucre)	1.33 ± 0,1	37 mujeres y 23 hombres, edad 30,5 ± 2,0	(70)
Bocachica (Bolívar)	1.64 ± 0,14	83 mujeres y 54 hombres, edad 44.9 ± 1,8	(70)
Cabo del Oro (Bolívar)	1.72 ± 0,14	52 mujeres y 11 hombres, edad 39.6 ± 2.8	(70)
Lomarena (Bolívar)	1.83 ± 0,45	47 mujeres y 28 hombres, edad 35,3 ± 1,8	(70)
Tasajera (Bolívar)	0.92 ± 0,07	49 mujeres y 11 hombres, edad 35,1 ± 1,9	(70)
Caimito (Sucre)	4,91 ± 0,55	94 personas, edad 15-95	(45)

Fuente: grupo de redacción ERIA

Para el caso de Ciénaga de Ayapel, la sintomatología presentada fue cefalea, falta de energía, irritabilidad o nerviosismo, preocupación excesiva, tristeza o alegría sin motivo, lagrimeo, sudoración fácil, vértigo y opresión en el pecho.

1.7.1 Métodos de detección para determinación de HgT y MeHg

En la Tabla 8 se presenta un resumen de las técnicas analíticas que se usaron para la determinación de Hg total (HgT) y de MeHg en matrices biológicas y peces, en los estudios mencionados anteriormente

Tabla 8. Métodos de detección para determinación de HgT y MeHg en peces y seres humanos

DETERMINACIÓN	TRATAMIENTO	LDM	REF.
Hg Total (HgT) en Peces y Cabello	Por espectroscopía de absorción atómica por vapor frío (CV-AAS) después de digestión ácida de muestra con 2:1 v/v H ₂ SO ₄ /HNO ₃ a 100-110°C durante 3 h.	10 ng/g	(71, 72)
HgT en Peces	Por espectroscopía de absorción atómica por vapor frío (CV-AAS) después de digestión ácida de muestra asistida por microondas con 15 mL de HNO ₃ 65%. Tiempo 20 min, temperatura 180°C y presión de 30 bar.	12 ng/g	(73)
HgT y MeHg en Peces	Se realiza por espectroscopía de absorción atómica por vapor frío (CV-AAS) después de digestión básica de muestra con NaCl 1%, NaOH 45%, cisteína 1% a 100°C por 2 h.	7ng/g	(74)
HgT en Cabello	Por combustión catalítica de la muestra, pre concentración con oro, liberación del Hg por desorción térmica y lectura con espectrometría de absorción atómica lectura (AAS)	2,7 ng/g	(75, 76)
HgT en peces	El análisis de HgT se realiza por espectroscopía de absorción atómica por flama (FAAS) después de digestión de muestra con H ₂ SO ₄ 18N, HNO ₃ 7N, Na ₂ MoO ₄ 2%, a 100 ° C durante 1 h.	0,1 mg/kg	(77)
MeHg en cabello	La muestra de cabello se digiere con solución alcalina/tolueno en un baño ultrasónico a aproximadamente 50°C. Después de enfriamiento y tratamiento con ácido clorhídrico 6M y una solución saturada de sulfato de cobre, la fase orgánica se extrae con una solución de cisteína. El MeHg se extrae de nuevo en tolueno mediante la adición de sulfato de cobre y bromuro de potasio y se analiza por GC-ECD utilizando una columna capilar DB17.	50 ng/g	(78)
HgT y MeHg en peces	Los compuestos de Hg se extraen mediante la adición de 50 ml de L-cisteína 1% w/v/HCl/H ₂ O, calentando durante 120 min a 60°C en viales de vidrio. 50µl de extracto se filtran y se separan los compuestos de Hg por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) utilizando una columna C-18 y acuosa 0,1% w/v L-cisteína /HCl/H ₂ O + 0,1% w/v. Se determina por plasma acoplado inductivamente-espectrometría de masas en relación de masa-carga 202 (ICP-MS). El HgT es calcula como la suma matemática de metilo y Hg inorgánico determinado en los extractos.	0,007 mg / kg MeHg y 0,005 mg/ kg Hg Inorgánico	(79)
HgT y MeHg en cabello	Las muestras se digieren con NaOH 10%, se extrae el MeHg con tolueno. Se adiciona cisteína para atrapar el MeHg durante un tiempo de 6h en un reactor y se determina el MeHg a través de 279.2 keV de 203Hg.	20 ng Hg	(80)
HgT y MeHg en cabello	El análisis de HgT se realiza mediante voltametría de redisolución anódica de pulso diferencial (DPASV). La muestra se extrae con HCl 5M se zonifica durante 10 minutos, se centrifuga a 5.000 rpm durante 5 min y se toma el sobrenadante para el análisis.	2.3 × 10 ⁻⁹ mol/L	(81) (82)
MeHg en peces	La muestra es tratada con HCl, NaBr, y tolueno. La mezcla es agitada y centrifugada. Una solución de cisteína es adicionada, después es mezclada y centrifugada, la capa orgánica es descartada. La fase acuosa es adicionada con HCl, NaBr y tolueno, mezclada y centrifugada. Una alícuota de la fase orgánica es analizada por cromatografía de gases con detección de microcaptura de electrones su análisis.	38 ng/g	(83, 84)

Fuente: grupo de redacción ERIA

LDM: Límite de detección del método

2 Caracterización del peligro

2.1 Cinética y metabolismo

El MeHg se absorbe rápidamente en el tracto gastrointestinal donde aproximadamente el 95% ingerido es absorbido. La concentración máxima en plasma se alcanza en las primeras 6 horas después de ingerido; atraviesa fácilmente membranas biológicas como la barrera hematoencefálica y la placenta (85, 86) y la capacidad del MeHg para unirse a los grupos sulfhidrilos de las proteínas, resulta en una larga vida media en varios organismos. En el hombre, la vida media del MeHg ha sido estimada por Smith y Farris (87) entre 51-56 días, mucho mayor que la vida media de las formas inorgánicas de Hg (3-4 días) (45), si no hay una ingesta posterior de las formas del contaminante. En los peces, el MeHg entra en el organismo ya sea directamente desde el agua o por estar concentrado en la cadena alimentaria; tiene una vida media de aproximadamente dos años y ésta es mayor en peces longevos, especialmente las especies depredadoras, las cuales contienen los más altos niveles de MeHg (85, 86).

2.2 Bioacumulación y biomagnificación

El nivel trófico es un factor importante que influye en los niveles de contaminantes en organismos acuáticos. El Hg existe en el ambiente tanto de forma natural como por actividades humanas, ocasionando su acumulación y toxicidad en la biota, afectando el equilibrio de los ecosistemas y la salud del hombre (88-93). Se ha identificado que los embalses son la formación geográfica de mayor potencial para que ocurran los procesos de bioacumulación y biomagnificación de Hg. En éstos, la principal fuente de contaminación son el suelo y la biomasa vegetal inundada, los cuales contienen Hg asociado a la materia orgánica (94). La escorrentía de las

cuencas y deposiciones atmosféricas representan aportes importantes que pueden ser potenciados por fuentes locales o regionales de contaminación (22). En este sentido, los elevados niveles de Hg en peces de embalses durante el llenado, son el resultado de procesos biogeoquímicos que favorecen la movilización, biometilación y la consecuente biodisponibilidad del Hg adherido a la materia orgánica del suelo y las plantas (94, 95).

En los peces, la bioacumulación de Hg está influenciada por factores fisiológicos como la edad, talla, género, tasa de crecimiento y metabólica (96) y factores ecológicos como las fuentes de carbono, la posición trófica, la complejidad y longitud de las redes tróficas (17, 97, 98). La mayoría de los estudios realizados sobre los procesos de bioacumulación del Hg en peces, se han basado en la determinación de las concentraciones en tejido muscular (peso corporal >60%), facilidad en su muestreo y es el tejido de mayor consumo (99, 100). Los niveles tróficos inferiores juegan un papel importante en la bioacumulación en peces, por ejemplo, en sistemas pelágicos la bioconcentración más grande ocurre entre el agua y el fitoplancton (101, 102). La entrada de Hg y MeHg a las redes tróficas vía fitoplancton se incrementa más que en el agua y los peces obtienen más Hg desde sus presas (102-104). Experimentalmente se ha demostrado que la eficiencia en la transferencia entre las diatomeas marinas y los copépodos es cuatro veces mayor para MeHg que para Hg²⁺ (18).

Las concentraciones más altas de MeHg se encuentran en peces depredadores de gran tamaño, como el tiburón, la caballa gigante (*carite lucio*), el pez espada y algunas especies de atún grande y mamíferos marinos; así como algunos peces de agua dulce como la trucha, el lucio, la lucioperca americana, la lobina y la perca, el bagre, el blanquillo, la doncella, la mojarra amarilla, el rubio, entre otros (47, 68, 105). En sistemas de producción acuícola, especies como la tilapia al ser filtradoras (capacidad de retener en sus branquiespinas organismos suspendidos en el agua) se convierten en biomagnificadores y/o bioacumuladores del MeHg en aguas. Lo anterior, puede suceder en sistemas de producción intensiva o semi-intensiva (estanques, jaulas, entre otros) o cuando se localizan en represas, embalses o lagos que favorecen la disponibilidad del MeHg a la cadena trófica (fitoplancton y zooplancton). Esta cadena se integra a los peces filtradores (tilapias, cachama, entre otros.) de hábitos alimenticios lénticos (por ejemplo El bocachico) o carnívoros (el tucunaré, la mojarra criolla, el bagre, el yamu o la dorada).

2.3 Efectos adversos en humanos

La exposición a Hg es de particular interés en poblaciones con alto consumo de pescado contaminado y en personas expuestas laboralmente (106). El consumo de pescado y mamíferos marinos contaminados es la causa más importante de exposición de los seres humanos al MeHg (107).

2.3.1 Neurotoxicidad

El MeHg es un agente neurotóxico, que puede provocar efectos adversos particularmente en el cerebro en formación. Además, este compuesto traspasa con facilidad la barrera placentaria y la barrera hematoencefálica, por eso es muy preocupante la exposición durante el embarazo. Así mismo, algunos estudios indican que incluso un pequeño aumento en la exposición a MeHg puede causar efectos perjudiciales en el sistema cardiovascular y un incremento en la tasa de mortalidad (107). El Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) (108) considera que los compuestos de MeHg pueden ser carcinógenos para los seres humanos (Grupo 2B) (8).

Los casos de neurotoxicidad y algunos de mortalidad en humanos, han sido reportados desde finales del Siglo XIX, éstos se debieron a la exposición de laboratorio, exposición industrial en la elaboración de tratamientos anti hongos de semillas, e incidentes aislados de consumo de granos tratados con MeHg destinados a plantación. Solo fue hasta la segunda mitad del Siglo XX tras el incidente de Minamata (Japón) que se apreció que el MeHg también puede presentar riesgos para la población en general. Desde entonces una serie de alteraciones neurológicas, malformaciones y alteraciones teratogénicas ocasionadas por el Hg, se conocen como la Enfermedad de Minamata. En adultos, los efectos iniciales son síntomas no específicos, tales como parestesia, malestar y visión borrosa; con mayor exposición, aparecen signos como constricción concéntrica del campo visual, sordera, disartria, ataxia y, por último, coma y muerte (109).

El sistema nervioso central en desarrollo es más sensible al MeHg que el del adulto. En niños de corta edad, que durante la gestación estuvieron expuestos a niveles elevados de esta sustancia, presentan un cuadro clínico similar al de la parálisis cerebral causada por otros factores; caracterizado principalmente

por microcefalia, hiperreflexia, discapacidad mental y trastornos de la función motora gruesa, con alguna asociación a ceguera o sordera (109, 110). En los casos leves, los efectos pueden aparecer más tarde en el desarrollo en forma de discapacidad psicomotora, mental y reflejos patológicos persistentes (58, 111).

En Finlandia, fue estudiada la relación de la ingesta de pescado, así como la concentración de mercurio en cabello y en orina y su relación con el riesgo de infarto agudo de miocardio (IAM), enfermedad cardiovascular (ECV) y muerte por enfermedad coronaria, concluyéndose que la ingesta de pescado tiene una relación con el aumento de la incidencia de enfermedades cardiovasculares (112, 113).

2.3.2 Genotoxicidad

Diversos trabajos de investigación hechos con animales prueban su genotoxicidad y efectos en el sistema inmune y el aparato reproductor (114). Las dosis necesarias para producir efectos tóxicos varían considerablemente entre especies; se ha observado, que una dosis de 1mg/kg peso corporal/día en roedores produce efectos mínimos, mientras que este valor, está en el rango de consumo que ha sido asociado a neurotoxicidad en humanos (115, 116, 117).

Los compuestos del mercurio entran a la célula por la membrana plasmática o por medio de proteínas transportadoras y pueden provocar efectos genotóxicos por cuatro mecanismos: 1. Producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) que reaccionan directamente con el ADN o indirectamente, induce cambios conformacionales en proteínas responsables de la formación y mantenimiento del ADN, 2. Enlace directo con moléculas de ADN formando aductos con especies de mercurio, 3. Enlace directo con las enzimas reparadoras del ADN afectando su actividad y 4. Enlace directo con micro túbulos, evitando la formación del huso mitótico y la segregación cromosómica (63).

2.3.3 Otros efectos

En la Tabla 9, se muestran algunos efectos adversos en fluidos y tejidos biológicos reportados por algunos autores, correspondientes a la ingesta de alimentos de origen hidrobiológico contaminados con Hg y otros compuestos orgánicos derivados.

Tabla 9. Reportes de efectos adversos en humanos-estudio en fluidos y tejidos biológicos

SISTEMA U ÓRGANO	EFFECTO	AGENTE CONTAMINANTE	MATRIZ	REF.
Sistema inmune	Teratogénesis y carcinogénesis	Hg y MeHg	Estudios in vitro, in vivo y extracción de ADN de humanos	(63)
	Genotoxicidad (células linfocitarias)	Nitrato mercúrico, Cloruro de MeHg y Acetato de fenilHg	Linfocitos humanos	(118)
	Inmunotoxicidad	Hg	Ratones y suero humano	(119)
Sistema renal	Acumulación	Hg y MeHg	Hígado, riñón y bazo de adultos groenlandeses étnicos	(120)
Páncreas	Resistencia a insulina/diabetes 2	Hg	Muestras de sangre humana	(121)
Cardio-toxicidad	Aumento de susceptibilidad a enfermedad cardiovascular	Hg	Plasma humano	(122)
	Aumento de riesgo	Hg y MeHg	Cabello humano	(123)
		Hg	Estudios in vivo	(124)
Glándula tiroides	Acumulación y autoinmunidad	Hg	Sangre de mujeres	(125)
	Alteraciones en niveles hormonales	MeHg	Sangre materna, del cordón umbilical y de niños de 6 meses de edad	(126)
Sistema reproductivo	Anormalidades en morfología y motilidad del espermatozoides	Hg	Líquido seminal y sangre entera	(127)
	Dimorfismo sexual	MeHg	Cabello o sangre	(128)
	Pérdidas del campo visual	MeHg	Evaluación del campo visual y análisis de orina	(129)
Sistema nervioso	Daño de células receptoras de la visión	Ion Mercúrico	Cultivos de tejidos celulares	(130)
	Genotoxicidad (neuroblastomas y glioblastomas)	MeHg	Celulares lineales (glioblastoma y neuroblastoma) del sistema nervioso central	(131)
	Daño oxidativo	MeHg	Estudios in vivo	(132)
	Alteraciones neuropsicológicas	Hg y MeHg	Pruebas neuropsicológicas y análisis de orina	(133)
	Neurotoxicidad y apoptosis	MeHg	Estudios in vivo e in vitro	(134)
	Neurotoxicidad (Excitotoxicidad y estrés oxidativo)	MeHg	Estudios in vivo e in vitro	(135)
	Neurotoxicidad (autismo) y alteración en síntesis del hemo	Hg	Orina y estudios in vivo e in vitro	(136); (137)
Hígado	Citotoxicidad y Genotoxicidad	Hg ²⁺ y MeHg	células hepáticas derivadas de humano	(138)

Fuente: grupo de redacción ERIA

2.4 Ingesta admisible

La evaluación del riesgo potencial para la salud humana por exposición a Hg, se realiza mediante la estimación del nivel de ingesta semanal de MeHg (ISMeHg) y el índice de peligrosidad (HI), el cual relaciona la cantidad de pescado consumido por las personas y las concentraciones del metal en la carne de pescado (139). De acuerdo a lo anterior, se considera que la ingesta del MeHg contenido en el pescado y otros alimentos de origen acuático, presenta el efecto de mayor riesgo para los seres humanos. Basándose en evaluaciones de riesgos y otras consideraciones de carácter social, varios países y organizaciones internacionales han establecido herramientas de análisis, tales como la ingesta diaria o semanal de MeHg o Hg que se considera segura (dosis de referencia e ingesta semanal tolerable provisional), límites y directrices para las concentraciones máximas en el pescado y recomendaciones sobre su consumo.

En la reunión 61ª del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), se estableció, con base en los estudios de poblaciones expuestas a MeHg por el consumo de pescado en las Islas Faroes y Seychelles, una ingesta semanal de 1,6 µg MeHg/kg de peso corporal como nivel de exposición que no genera efectos adversos apreciables en los hijos de mujeres expuestas durante el embarazo. Este nivel de ingesta semanal incluye un factor de incertidumbre de 6,4 (léase: $1,6 * 6,4\% = 1,6 \pm 0,1024$) y fue considerado suficiente para la protección de los fetos en desarrollo, los cuales son el subgrupo poblacional más vulnerable a los daños neurotóxicos causados por el MeHg (139).

En el mismo sentido, en la reunión 67ª del JECFA, donde se revisaron los niveles de MeHg relacionados con efectos adversos apreciables en diferentes subgrupos poblacionales, se concluyó que los datos analizados no suministran evidencias suficientes para establecer niveles de ingesta seguros en niños de edades entre lactantes y 17 años; sin embargo, se puntualizó que éstos son más sensibles que los adultos debido a que su sistema nervioso continúa en desarrollo. Respecto a los adultos en general, se acepta que niveles hasta dos veces superiores a la ISMeHg estimada para la protección de los fetos (1,6 µg/kg peso corporal) no representan ningún riesgo para la salud, haciendo claridad que las mujeres en embarazo no deben exceder este nivel de referencia para la protección de los fetos (105).

En cuanto al Hg, cuando los valores exceden la unidad, significa que el nivel de exposición es superior a la dosis de referencia y por tanto el riesgo de neurotoxicidad por MeHg se incrementa (140). Actualmente JECFA establece una ingesta semanal provisional tolerable (PTWI) para MeHg de 1,6 µg/kg por peso corporal/semana para la población en general, incluyendo niños, niñas y mujeres en embarazo (141). En la Tabla 10 se presentan los niveles máximos permitidos o recomendados de Hg en pescado en varios países u organizaciones. También son mostrados niveles tolerables de ingesta de Hg o MeHg.

Tabla 10. Niveles máximos permitidos o recomendados de Hg en el pescado e ingestas tolerables

PAÍS/ ORGANIZACIÓN	TIPOS DE PECES	CONCENTRACIÓN MÁX. PERMITIDA RECOMENDADA(A)	PARÁMETRO DE REFERENCIA (A)	NORMA/ DIRECTRIZ
Australia	Pez espada, atún de aleta azul del sur, barramundi, maruca y pez reloj anaranjado, raya, tiburón.	1,0 mg de Hg/kg	PTWI: 2,8 µg Hg/kg de peso corporal por semana, para las mujeres embarazadas.	Código de Normas Alimentarias de Australia
	Todas las demás especies de peces, así como crustáceos y moluscos	0,5 mg de Hg/kg		
Canadá	Todos los peces, excepto tiburón, pez espada o atún fresco o congelado (expresado como Hg total en la parte comestible del pescado)	0,5 ppm de Hg total	PTDI: 0,47 µg Hg/kg de peso corporal por día, para la mayor parte de la población. 0,2 µg Hg/kg de peso corporal por día, para mujeres en edad fértil y niños pequeños.	Directrices/ tolerancias de diversos contaminantes químicos en Canadá
	Límite máximo permisible para los que consumen grandes cantidades de pescado, como las poblaciones aborígenes	0,2 ppm de Hg total		
China	Peces de agua dulce	0,30 mg/kg de Hg total	ND	Normas sanitarias para alimentos
Croacia	Pescado fresco	1,0 mg de Hg/kg	ND	Reglas sobre la cantidad de plaguicidas, Toxinas, micotoxinas, metales e histaminas y sustancias similares que se pueden encontrar en los alimentos
	Peces depredadores (atún pez espada) moluscos, crustáceos	0,8 mg de MeHg/kg		
	Otras especies de peces	0,5 mg de Hg/kg		
	Pescado enlatado	1,5 mg de Hg/kg		
	Peces depredadores (atún, pez espada)	1,0 mg de Hg/kg		
	Moluscos, crustáceos	0,8 mg de Hg/kg		
Unión Europea	Todas las demás especies de Peces	0,5 mg MeHg/kg	ND	Diversas decisiones, reglamentos y directivas
	Productos pesqueros, con excepción de los enumerados más abajo.	0,5 mg de Hg/kg de peso húmedo		
Corea	Anguila, atún, bacoreta, bonito, escolar negro, espadilla, esturión, fletán, gallineta nórdica, lucio, marlin, pailona, perro del norte, pez espada, pez vela, rape, raya, reloj anaranjado, tasarte y tiburón (todas las especies).	1 mg de Hg/kg de peso húmedo	ND	Ley alimentos 2000
	Pescado	0,5 mg de Hg/kg		
Estados Unidos	Pez, moluscos y otros animales acuáticos (FDA).	1 ppm de MeHg	US EPA: 0,1 µg de MeHg/kg de peso corporal por día	Nivel de acción de la FDA
	Los estados, tribus y territorios son responsables de emitir recomendaciones sobre el consumo de pescado capturado localmente. Nivel de activación para muchos departamentos estatales de salud	0,5 ppm de MeHg		
Filipinas	Peces (excepto depredadores).	0,5 mg de MeHg /kg	ND	Codex Alimentarius
	Peces depredadores (tiburón, atún, pez espada)	1 mg de MeHg/kg		
Georgia	Peces (agua dulce) y productos de la pesca.	0,3 mg de Hg/kg	ND	Normas de Georgia de calidad de los alimentos 2001
	Peces (Mar Negro)	0,5 mg de Hg/kg		
India	Caviar	0,2 mg de Hg/kg	ND	Normas de tolerancia
	Pescado	0,5 ppm de Hg total		
Japón	Pescado	0,4 ppm de Hg total /kg 0,3 ppm de MeHg (como referencia)	PTWI: 0,17 mg de MeHg (0,4µg/kg de peso corporal por día) (142).	Ley de sanidad de los alimentos – Norma provisional para pescado y mariscos
Isla Mauricio	Pescado	1 ppm de Hg	ND	Ley de alimentos 2000
República Eslovaca	Peces de agua dulce no depredadores y sus productos.	0,1 mg de Hg total/kg	ND	Código de la República Eslovaca
	Peces de agua dulce depredadores.	0,5 mg de Hg total/kg		
	Peces marinos no depredadores y sus productos.	0,5 mg de Hg total/kg		
Reino Unido	Peces marinos depredadores.	1,0 mg de Hg total/kg	ND	Norma legal europea
	Pescado	0,3 mg de Hg/kg (carne húmeda)		
Tailandia	Alimentos marinos	0,5 µg de Hg/g	ND	Norma para alimentos que contienen contaminantes
	Otros alimentos	0,02 µg de Hg/g		
IECFA (FAO / OMS)	Todos los peces, excepto Depredadores.	0,5 mg de MeHg/kg	PTWI: 1,6 µg de MeHg/kg de peso corporal/semana. 4 µg de Hg/kg de peso corporal/semana.	Nivel de directrices del Codex Alimentarius
	Peces depredadores (tales como tiburón, pez espada, atún, lucio y otros)	1 mg de MeHg/kg		

Fuente: PNUMA(13)

(a): unidades tal como figuran en las referencias; “mg/kg” equivale a “µg/g” y ppm (partes por millón). Cuando no se indica “peso húmedo” o “carne húmeda” los valores límite para el pescado se basan en el peso húmedo. 2: la Comisión Europea (febrero de 2002) revisó los contenidos máximos de Hg en un pequeño número de especies de peces de consumo (Reglamento (CE) Nº 221/2002 de la Comisión de 6 de febrero de 2002).

PTDI: Ingesta Diaria Tolerable Provisional
PTWI: Ingesta Semanal Tolerable Provisional
ND: No Disponible

En la Tabla 11 se presentan los niveles de referencia establecidos para MeHg en algunos países y por agencias internacionales.

Tabla 11. Niveles de referencia establecidos para MeHg.

PAÍS/ORGANIZACIÓN	NIVEL DE REFERENCIA (µg MeHg/kg peso corporal/semana)	AÑO DE ADOPCIÓN
Canadá	1,4	1997
Japón	2,0	2005
Países bajos	0,7	2000
USA	0,7	2001
JECFA	1,6	2003

Fuente: UNEP, 2010 (143)

3

Evaluación de la exposición

3.1 Contexto internacional de Mercurio en pescado

Un número de países y organizaciones internacionales han presentado datos sobre concentraciones de Hg en pescado y adicionalmente, la literatura informa de numerosas investigaciones sobre niveles de este metal. A continuación se presentan hallazgos de Hg en pescado en diversas partes del mundo: según von Rein y Hylander (2000), en Suecia la concentración de Hg en la especie de agua dulce denominada *Esox lucius* (lucio de 1 kg de peso) proveniente del 50% de los lagos suecos, varió entre 0,5 –1 mg de Hg/kg de peso húmedo superando el límite internacional fijado por la FAO/OMS (144), mientras que en Finlandia, otro estudio encontró datos semejantes pero en el 85% de los lagos del sur y centro de ese mismo país (145). Por su parte, en Estados Unidos la US EPA estimó que hasta un 5% de las mujeres en edad fértil (15-44 años de edad) consumían 100 g/día o más de pescado y mariscos, considerando que es posible que 7% de esta población esté expuesta a una concentración superior a la dosis diaria recomendada (DdR) por dicha agencia (8). En el Ártico, se prevé que una ingesta diaria de alrededor de 1 µg de MeHg/kg de peso corporal por día resulte en una concentración de Hg en la sangre de unos 50 µg/L y, en el cabello, de 10 µg/g (US EPA, 1997; US ATSDR, 1999).

En Japón, donde la dieta tiene un contenido relativamente alto de pescado y mariscos, el MeHg constituía una gran proporción del Hg total medido y había una gran correlación entre las concentraciones de MeHg y el Hg total, que indica que la dieta de alimentos marinos era un factor importante de la exposición al Hg (60) citan al Departamento de Asuntos Generales de Japón en relación con los estudios alimentarios de 1996, que estiman el consumo nacional promedio de pescado y mariscos en 107 g/día por persona, una tasa de consumo que ocupa el tercer lugar entre las más grandes de los 23 países estudiados (146).

Finalmente, en la Cuenca del Amazonas varios estudios han señalado exposiciones elevadas al MeHg y al Hg total en poblaciones que dependen de una alimentación a base de pescado en zonas de extracción de oro por Hg. En la Guayana Francesa, un estudio realizado por Fréry y colaboradores, (65) con la población wayana de la cuenca superior del Río Maroni, en la cual su principal fuente de alimentación es el pescado de río, se confirmó que hubo exposición al Hg debido al consumo de este alimento el cual está contaminado por las actividades de extracción de oro. De 242 muestras de pescado analizado, 14,5% tenía concentraciones de Hg superiores a 0,5 mg/kg (con un máximo de 1,62 mg/kg). De acuerdo con las pautas de consumo de pescado de los wayanas, se determinó que los adultos ingieren entre 40 y 60 µg de Hg total por día; los lactantes, aproximadamente 3 µg por día; los niños de entre 1 y 3 años de edad, 7 µg por día; entre 3 y 6 años de edad, aproximadamente 15 µg por día, y entre 10 y 15 años, entre 28 y 40 µg por día.

3.2 Contexto nacional presencia de Mercurio en pescado

En Colombia, la zona minera de oro más grande se encuentra en el norte de Antioquia y en el sur de Bolívar, donde ha sido estimado que entre 80 y 100 toneladas de Hg son liberadas en la atmósfera cada año. El manejo inadecuado de este metal ha dado lugar a la contaminación de ríos, ciénagas y otros compartimentos ambientales, que afectan a las poblaciones aledañas (147).

En estudio realizado por Marrugo-Negrete et al. (9) en el tejido muscular de 16 especies que se consumen en la región de la Mojana (Bolívar) (Tabla 12), se encontraron las mayores concentraciones de HgT y MeHg en las especies carnívoras (HgT = 0,371 µg/g peso fresco, MeHg = 0,346 µg/g de peso fresco), mientras que en los peces no carnívoros (HgT = 0,155 µg/g peso fresco, MeHg = 0,146 µg/g de peso fresco) los reportes fueron menores. El Hg de diferentes especies estuvo casi en su totalidad metilado (80,5% y 98,1%). En el 13,5% de las muestras de los tejidos de peces, el HgT superó el nivel máximo recomendado por la OMS; aunque la concentración media de HgT en todas las muestras (0,269 µg/g) no supera este límite, la estimación del riesgo sugiere que el consumo de 0,12 kg/día de pescado, podría aumentar el riesgo de intoxicación por Hg en los habitantes de esta región.

Tabla 12. Niveles de Hg total presente en especies piscícolas de la Mojana

CLASE	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	HgT (µg/g)
Carnívoro	Mojarra amarilla	<i>Caquetaia kraussi</i>	0,390 ± 0,203
	Doncella	<i>Ageneiosus caucanus</i>	0,512 ± 0,158
	Bagre pintado	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	0,413 ± 0,085
	Blanquillo	<i>Sorubim cuspicaudus</i>	0,465 ± 0,091
	Moncholo	<i>Hoplias malabaricus</i>	0,278 ± 0,155
	Pacora	<i>Plagioscion surinamensis</i>	0,307 ± 0,126
	Rubio	<i>Salminus affinis</i>	0,279 ± 0,026
	Barbudo negro	<i>Rhamdia sebae</i>	0,395 ± 0,217
No carnívoro	Yalúa	<i>Cyrtochorax magdalenae</i>	0,183 ± 0,044
	Bocachico	<i>Prochilodus magdalenae</i>	0,106 ± 0,057
	Arenca	<i>Tripotodus magdalenae</i>	0,341 ± 0,106
	Liseta	<i>Leporinus muyscoruma</i>	0,245 ± 0,129
	Cacucho	<i>Panaque gibbosus</i>	0,182 ± 0,036
	Gurami	<i>Trichogaster sp</i>	0,043 ± 0,004
	Viejito	<i>Curimata magdalenae</i>	0,092 ± 0,039
	Vizcaína	<i>Curimata mivartii</i>	0,186 ± 0,025

Fuente: Tomado de Marrugo-Negrete, 2008 (9)

En la Tabla 13, se muestran diferentes investigaciones en Colombia, sobre la acumulación de Hg en el músculo de pescado. Es importante resaltar que para las especies con datos de MeHg en músculo, los porcentajes respecto a HgT están entre el intervalo de 50-95%.

Tabla 13. Concentraciones de mercurio total (HgT) y metilmercurio (MeHg) en tejido muscular de pescados de Colombia

ESPECIE	MUNICIPIO	HgT (µg/g)		MeHg (µg/g)		% HgT como MeHg		REF.
		Promedio ± Desviación Estándar	Intervalo	Promedio ± Desviación Estándar	Promedio ± Desviación Estándar	Intervalo		
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> (Bagre rayado)	Río Nechí	NR	NR	0,433	NR	NR		
		0,134	NR	NR	NR	NR		
		NR	NR	0,056	NR	NR		(148)
	Río La Miel	0,056	NR	NR	NR	NR		
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Bagre tigre, rayado, pintado)	Ciénaga de Ayapel	0,510 ± 0,075	0,415 - 1,026	NR	NR	NR		(68)
		0,432 ± 0,107	0,225–0,603	NR	NR	NR		(48)
	Región Mojana	0,413 ± 0,085	0,279–0,521	0,375 ± 0,080	93,5 ± 3,5	87,3–98,1		(37)
	Ciénaga Ayapel	0,423 ± 0,113	0,218–0,581	NR	NR	NR		(47)
<i>Sorubim cuspidatus</i> (Blanquillo)	Río Nechí	0,465	NR	NR	NR	NR		
		0,934	NR	NR	NR	NR		
		0,091	NR	NR	NR	NR		(148)
	Río La Miel	0,092	NR	NR	NR	NR		
<i>Sorubim lima</i> (Blanquillo)	Ciénaga Ayapel	0,743 ± 0,197	NR	NR	NR	NR		(68)
		0,330 ± 0,070	0,268 – 0,435	NR	NR	NR		(47)
	Región Mojana	0,465 ± 0,091	0,365–0,689	0,418 ± 0,113	92,9 ± 2,6	88,1–95,6		(37)
	Vereda Caimito Región Mojana	NR	0,20–0,51	NR	NR	NR		(46)
<i>Leporinus muyscorum</i> (Liseta)	Río Nechí	0,130	NR	NR	NR	NR		
		0,593	NR	NR	NR	NR		
		0,065	NR	NR	NR	NR		(148)
	Río La Miel	0,064	NR	NR	NR	NR		
		0,222 ± 0,030	0,188 - 0,245	NR	NR	NR		(68)
	Ciénaga Ayapel	0,263 ± 0,097	0,112–0,465	NR	NR	NR		(48)
		0,261 ± 0,104	0,096 – 0,483	NR	NR	NR		(47)
	Región Mojana	0,245 ± 0,129	0,148–0,245	0,234 ± 0,132	92,5 ± 1,3	90,3–94,7		(37)
<i>Caquetaia kraussii</i> (Mojarra amarilla)		0,283 ± 0,01	0,233 - 0,347	NR	NR	NR		(68)
	Ciénaga Ayapel	0,403 ± 0,113	0,231–0,586	NR	NR	NR		(48)
		0,401 ± 0,109	0,250 – 0,575	NR	NR	NR		(47)
	Región Mojana	0,390 ± 0,203	0,101–0,816	0,335 ± 0,194	94,6 ± 1,7	92,1–97,8		(37)
	Vereda Caimito Región Mojana	NR	0,02–0,56	NR	NR	NR		(46)
	Ciénaga grande, Región Mojana	1,09 ± 0,17	NR	NR	NR	NR		(37)
<i>Hoplias malabaricus</i> (Moncholo)		0,457 ± 0,125	0,368 - 0,545	NR	NR	NR		(68)
	Ciénaga Ayapel	0,328 ± 0,113	0,136–0,545	NR	NR	NR		(48)
		0,315 ± 0,110	0,123–0,583	NR	NR	NR		(47)
	Región Mojana	0,278 ± 0,155	0,107–0,669	0,274 ± 0,162	93,8 ± 1,9	89,1–96,1		(9)
	Vereda Caimito Región Mojana	NR	0,21–0,43	NR	NR	NR		(46)
	Ciénaga grande, Región Mojana	0,58 ± 0,05	NR	NR	NR	NR		(37)
<i>Plagioscion surinamensis</i> (Pacora, curvinata)		0,684 ± 0,199	0,507 - 1,071	NR	NR	NR		(68)
	Ciénaga Ayapel	0,317 ± 0,171	0,110–0,951	NR	NR	NR		(48)
		0,277 ± 0,132	0,119 – 0,650	NR	NR	NR		(47)
	Región de la Mojana	0,307 ± 0,126	0,121–0,612	0,292 ± 0,138	95,6 ± 1,4	93,9–97,9		(9)
	Vereda Caimito Región Mojana	NR	0,14–0,44	NR	NR	NR		(46)
	Ciénaga grande, Región Mojana	0,53 ± 0,07	NR	NR	NR	NR		(37)
<i>Ageneiosus caucanus</i> (Doncella)	Ciénaga Ayapel	0,504 ± 0,103	0,267 – 0,602	NR	NR	NR		(47)
	Región Mojana	0,512 ± 0,158	0,267–0,996	0,497 ± 0,178	95,2 ± 1,6	92,5–97,1		(9)
	Vereda Caimito región Mojana	NR	0,23–0,54	NR	NR	NR		(46)
<i>Salminus affinis</i> (Rubio picuda)		0,279 ± 0,026	0,237–0,301	0,250 ± 0,027	92,3 ± 0,9	91,4–93,2		
<i>Rhamdia sebae</i> (Barbudo negro)	Región Mojana	0,395 ± 0,217	0,158–0,585	0,331 ± 0,254	90,2 ± 1,5	88,5–91,2		(9)
<i>Cyrtocharax magdalenae</i> (Yalúa)		0,183 ± 0,044	0,143–0,279	0,167 ± 0,053	88,2 ± 1,2	84,0–91,9		

Continúa en la siguiente página

Continuación de la página anterior

ESPECIE	MUNICIPIO	HgT (µg/g)		MeHg (µg/g)		% HgT como MeHg		REF.
		Promedio ± Desviación Estándar	Intervalo	Promedio ± Desviación Estándar	Promedio ± Desviación Estándar	Intervalo		
<i>Pimelodus sp.</i> (Comelón)	Río Nechí	0.080	NR	NR	NR	NR		(148)
		0.111	NR	NR	NR	NR		
	Río La Miel	0.025	NR	NR	NR	NR		
		0.078	NR	NR	NR	NR		
	Río Nechí	0.114	NR	NR	NR	NR		(148)
		0.127	NR	NR	NR	NR		
	Río La Miel	0.008	NR	NR	NR	NR		
		0.065	NR	NR	NR	NR		
		0,151 ± 0,023	0,108 – 0,190	NR	NR	NR		(68)
	<i>Prochilodus magdalenae</i> (Bocachico)	Ciénaga Ayapel	0,143 ± 0,053	0,054–0,241	NR	NR	NR	
		0,130 ± 0,056	0,035 – 0,234	NR	NR	NR		(47)
Región Mojana		0,106 ± 0,057	0,181–0,436	0,095 ± 0,049	90,3 ± 2,7	85,7–94,2		(9)
Vereda Caimito Región Mojana			0,01–0,17	NR	NR	NR		(46)
Ciénaga grande, Región Mojana		0.157 ± 0.01	NR	NR	NR	NR		(9)
<i>Triportheus</i>	Río Nechí	0.062	NR	NR	NR	NR		
<i>Magdalenae</i> (Arenca)	Río Nechí	0.028	NR	NR	NR	NR		(148)
	Río La Miel	0.027	NR	NR	NR	NR		
	Río La Miel	0.085	NR	NR	NR	NR		
	Región Mojana	0.341 ± 0.106	0.072–0.586	0.314 ± 0.106	93.5 ± 1.2	89.0–91.7		
<i>Panaque gibbosus</i> (Cacucho)	Región Mojana	0.182 ± 0.036	0.036–0.049	0.175 ± 0.038	90.5 ± 1.2	89.7–92.2		
<i>Trichogaster sp</i> (Gurami)	Región Mojana	0.043 ± 0.004	0.041–0.240	0.038 ± 0.005	88.1 ± 3.3	83.9–91.8		(37)
<i>Curimata magdalenae</i> (Viejito)	Región Mojana	0.092 ± 0.039	0.163–0.247	0.091 ± 0.048	87.0 ± 3.4	80.5–92.8		
<i>Curimata mivartii</i> (Vizcaína)	Región Mojana	0.186 ± 0.025	0.415 – 0.619	0.165 ± 0.027	89.1 ± 2.6	85.4–91.8		
<i>Elops saurus</i> (Malacho)		0,14 ± 0,01		0,10 ± 0,01	71			
<i>Opisthonema oglinum</i> (Machuelo)		0,21 ± 0,01		0,18 ± 0,01	86			
<i>Cynoponticus savanna</i>		0,22		0,2	91			
<i>Ariopsis sp.</i>		0,09 ± 0,02		0,065 ± 0,02	72			
<i>Bagre marinus</i>		0,15		0,11	73			
<i>Cathorops mapale</i>		0,21 ± 0,01		0,17 ± 0,01	81			
<i>Centropomus ensiferus</i>		0,12 ± 0,00		0,10 ± 0,00	83			
<i>Caranx crysos</i>		0,58		0,52	90			
<i>Caranx hipos</i>		0,07 ± 0,01		0,05 ± 0,01	71			
<i>Oligoplites palometa</i>		1,20 ± 0,19		1,07 ± 0,17	89			
<i>Diapterus rhambeus</i>		0,11 ± 0,01	NR	0,08 ± 0,00	73		NR	
<i>Lutjanus synagris</i>		0,10 ± 0,01	NR	0,07 ± 0,01	70		NR	
<i>Haemulon bonariense</i>	Bahía Cartagena	0,10 ± 0,01	NR	0,08 ± 0,01	80		NR	(149)
<i>Haemulon steindachneri</i>		0,53 ± 0,21	NR	0,50 ± 0,21	94		NR	
<i>Bairdiella ranchus</i>		0,15 ± 0,01	NR	0,12 ± 0,01	80		NR	
<i>Cynoscion jamaicensis</i>		0,19 ± 0,00	NR	0,16 ± 0,00	84		NR	
<i>Corvula sanctaeluciae</i>		0,24 ± 0,01	NR	0,18 ± 0,01	75		NR	
<i>Isopisthus parvipinnis</i>		0,23 ± 0,02	NR	0,19,0,02	83		NR	
<i>Menticirrhus americanus</i>		0,05	NR	0,03	60		NR	
<i>Micropogonias furnieri</i>		0,05	NR	0,03	60		NR	
<i>Stellifer griseus</i>		0,15 ± 0,01	NR	0,12 ± 0,01	80		NR	
<i>Umbrina coroides</i>		0,16 ± 0,04	NR	0,13 ± 0,04	81		NR	
<i>Mugil incilis</i>		0,07 ± 0,00	NR	0,04 ± 0,00	57		NR	
<i>Mugil ilia</i>		0,02	NR	0,01	50		NR	
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>		0,09 ± 0,00	NR	0,07 ± 0,00	78		NR	
<i>Trichiurus lepturus</i>		0,13 ± 0,01	NR	0,10 ± 0,01	77		NR	
<i>Mugil cephalus</i>		0,074 ± 0,0076	NR	NR	NR	NR		
<i>Stellifer furthii</i>		0,15 ± 0,023	NR	NR	NR	NR		
<i>Diapterus aureolus</i>	Bahía de Buenaventura	0,21 ± 0,03	NR	NR	NR	NR		Duque y Cogua. En revisión
<i>Pomadasys panamensis</i>		0,36 ± 0,14	NR	NR	NR	NR		
Ñato (<i>Cathorops multiradiatus</i>)		0,62 ± 0,06	NR	NR	NR	NR		

Fuente: grupo de redacción ERIA

NR: no reportado en la referencia de origen

3.3 Consumo de pescado

En la Tabla 14 se presenta el peso promedio por grupos de edad, el porcentaje que consume pescado con una frecuencia diaria y la cantidad de pescado que consume la población en riesgo. Estos datos corresponden a los reportados por la Encuesta de la Situación Nutricional de los Colombianos ENSIN (150), sin embargo, para las poblaciones de las zonas de mayor contaminación con Hg por extracción de mineral, las cuales están ubicadas en regiones con alta disponibilidad de recurso hídrico, utilizado para el beneficio minero, y como provisión de especies ícticas para consumo humano, en los cuales se acumula el MeHg y se incorpora a la cadena trófica, no existen datos concluyentes de consumo.

Tabla 14. Consumo de pescado por la población colombiana, 2005

GRUPO DE EDAD	PESO PROMEDIO (kg)	PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN QUE CONSUME PESCADO DIARIAMENTE.	CANTIDAD(g/persona/día) Media (Lím inf. – Lím sup.)
		MEDIA (Lím inf. – Lím sup.)	
Población en general	64,9	9,9 (8,1-11,7)	95,1 (91,9-98,2)
4 a 8 años	21,3	9,4 (5,4-13,5)	68,3 (50,9-85,6)
9 a 13 años	35,5	9,7 (5,7-13,6)	82,2 (67,6-96,8)
14 a 18 años	52,4	9,5 (5,2-13,7)	94,3 (75,9-112,6)

Fuente: ENSIN 2005 (150)

3.4 Estimación de la exposición en Colombia

Para estimar la exposición a partir del consumo de las especies mencionadas más adelante, fue tenido en cuenta los datos de la (ENSIN) 2005, y los valores reportados en los estudios para MeHg en la carne de las especies ícticas.

Tabla 15 se presenta el cálculo de la estimación de la exposición por consumo de pescado para HgT en función de la concentración reportada en los estudios de las Tabla 12 y Tabla 13. Por su parte, en la Tabla 16 se presenta la estimación de la exposición para MeHg.

Tabla 15.Exposición calculada de HgT para las especies reportadas en los estudios de las tablas 12 y 13

ESPECIE	HgT	EXPOSICIÓN				EXPOSICIÓN				REF.
	(mg/kg alimento)	(µg/kg de peso corporal/día)				(µg/kg de peso corporal/semana)				
	Promedio	Población en general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	Población en general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> (Bagre rayado)	0,134	0,2	0,43	0,31	0,24	1,4	3,01	2,17	1,68	(148)
	0,056	0,08	0,18	0,13	0,1	0,56	1,26	0,91	0,7	
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Bagre tigre, rayado, pintado)	0,510	0,77	1,64	1,18	0,92	5,39	11,48	8,26	6,44	(68)
	0,432	0,65	1,39	1	0,78	4,55	9,73	7	5,46	(48)
	0,413	0,62	1,32	0,96	0,74	4,34	9,24	6,72	5,18	(37)
	0,423	0,64	1,36	0,98	0,76	4,48	9,52	6,86	5,32	(47)
<i>Sorubín cuspicaudus</i> (Blanquillo)	0,465	0,7	1,49	1,08	0,84	4,9	10,43	7,56	5,88	(148)
	0,934	1,41	2,99	2,16	1,68	9,87	20,93	15,12	11,76	
	0,091	0,14	0,29	0,21	0,16	0,98	2,03	1,47	1,12	
	0,092	0,14	0,3	0,21	0,17	0,98	2,1	1,47	1,19	
	0,743	1,12	2,38	1,72	1,34	7,84	16,66	12,04	9,38	(68)
	0,330	0,5	1,06	0,76	0,59	3,5	7,42	5,32	4,13	(47)
	0,465	0,7	1,49	1,08	0,84	4,9	10,43	7,56	5,88	(37)
	0,130	0,2	0,42	0,3	0,23	1,4	2,94	2,1	1,61	(148)
0,593	0,9	1,9	1,37	1,07	6,3	13,3	9,59	7,49		
0,065	0,1	0,21	0,15	0,12	0,7	1,47	1,05	0,84		
0,064	0,1	0,21	0,15	0,12	0,7	1,47	1,05	0,84		
<i>Leporinus muyscorum</i> (Liseta)	0,222	0,34	0,71	0,51	0,4	2,38	4,97	3,57	2,8	(68)
	0,263	0,4	0,84	0,61	0,47	2,8	5,88	4,27	3,29	(48)
	0,261	0,39	0,84	0,6	0,47	2,73	5,88	4,2	3,29	(47)
	0,245	0,37	0,79	0,57	0,44	2,59	5,53	3,99	3,08	(37)
	0,283	0,43	0,91	0,66	0,51	3,01	6,37	4,62	3,57	(68)
	0,403	0,61	1,29	0,93	0,73	4,27	9,03	6,51	5,11	(48)
<i>Caquetaia kraussii</i> (Mojarra amarilla)	0,401	0,61	1,29	0,93	0,72	4,27	9,03	6,51	5,04	(47)
	0,39	0,59	1,25	0,9	0,7	4,13	8,75	6,3	4,9	(37)
	1,09	1,65	3,5	2,52	1,96	11,55	24,5	17,64	13,72	(9)
	0,457	0,69	1,47	1,06	0,82	4,83	10,29	7,42	5,74	(68)
<i>Hoplias malabaricus</i> (Moncholo)	0,328	0,5	1,05	0,76	0,59	3,5	7,35	5,32	4,13	(48)
	0,315	0,48	1,01	0,73	0,57	3,36	7,07	5,11	3,99	(47)
	0,278	0,42	0,89	0,64	0,5	2,94	6,23	4,48	3,5	(37)
	0,58	0,88	1,86	1,34	1,04	6,16	13,02	9,38	7,28	(9)
<i>Plagioscion surinamensis</i> (Pacora, curvinata)	0,684	1,03	2,19	1,58	1,23	7,21	15,33	11,06	8,61	(68)
	0,317	0,48	1,02	0,73	0,57	3,36	7,14	5,11	3,99	(48)
	0,277	0,42	0,89	0,64	0,5	2,94	6,23	4,48	3,5	(47)
	0,307	0,46	0,98	0,71	0,55	3,22	6,86	4,97	3,85	(37)
	0,53	0,8	1,7	1,23	0,95	5,6	11,9	8,61	6,65	(9)
<i>Ageneiosus caucanus</i>	0,504	0,76	1,62	1,17	0,91	5,32	11,34	8,19	6,37	(47)
	0,512	0,77	1,64	1,19	0,92	5,39	11,48	8,33	6,44	(37)
<i>Salminus affinis</i> (Rubio picuda)	0,279	0,42	0,89	0,65	0,5	2,94	6,23	4,55	3,5	
<i>Rhamdia sebae</i> (Barbudo negro)	0,395	0,6	1,27	0,91	0,71	4,2	8,89	6,37	4,97	(37)
<i>Cyrtocharax Magdalenae</i> (Yalúa)	0,183	0,28	0,59	0,42	0,33	1,96	4,13	2,94	2,31	
<i>Pimelodus sp.</i> (Comelón)	0,08	0,12	0,26	0,19	0,14	0,84	1,82	1,33	0,98	(148)
	0,111	0,17	0,36	0,26	0,2	1,19	2,52	1,82	1,4	
	0,025	0,04	0,08	0,06	0,04	0,28	0,56	0,42	0,28	
	0,078	0,12	0,25	0,18	0,14	0,84	1,75	1,26	0,98	

Continúa en la siguiente página

Viene de la pagina anterior

ESPECIE	HgT (mg/kg alimento)	EXPOSICIÓN (µg/kg de peso corporal/día)				EXPOSICIÓN (µg/kg de peso corporal/semana)				REF.
		Población en general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	Población en general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	
<i>Prochilodus magdalenae</i> (Bocachico)	0,114	0,17	0,37	0,26	0,21	1,19	2,59	1,82	1,47	(148)
	0,127	0,19	0,41	0,29	0,23	1,33	2,87	2,03	1,61	
	0,008	0,01	0,03	0,02	0,01	0,07	0,21	0,14	0,07	
	0,065	0,1	0,21	0,15	0,12	0,7	1,47	1,05	0,84	
	0,151	0,23	0,48	0,35	0,27	1,61	3,36	2,45	1,89	(68)
	0,143	0,22	0,46	0,33	0,26	1,54	3,22	2,31	1,82	(48)
	0,13	0,2	0,42	0,3	0,23	1,4	2,94	2,1	1,61	(47)
	0,106	0,16	0,34	0,25	0,19	1,12	2,38	1,75	1,33	(37)
<i>Triportheus Magdalenae</i> (Arenca)	0,157	0,24	0,5	0,36	0,28	1,68	3,5	2,52	1,96	(9)
	0,062	0,09	0,2	0,14	0,11	0,63	1,4	0,98	0,77	(148)
	0,028	0,04	0,09	0,06	0,05	0,28	0,63	0,42	0,35	
	0,027	0,04	0,09	0,06	0,05	0,28	0,63	0,42	0,35	
	0,085	0,13	0,27	0,2	0,15	0,91	1,89	1,4	1,05	
	0,341	0,52	1,09	0,79	0,61	3,64	7,63	5,53	4,27	
<i>Panaque gibbosus</i> (Cacucho)	0,182	0,27	0,58	0,42	0,33	1,89	4,06	2,94	2,31	(9)
<i>Trichogaster sp</i> (Gurami)	0,043	0,06	0,14	0,1	0,08	0,42	0,98	0,7	0,56	
<i>Curimata magdalenae</i> (Viejito)	0,092	0,14	0,3	0,21	0,17	0,98	2,1	1,47	1,19	
<i>Curimata mivartii</i> (Vizcaina)	0,186	0,28	0,6	0,43	0,33	1,96	4,2	3,01	2,31	
<i>Elops saurus</i> (Malacho)	0,140	0,21	0,45	0,32	0,25	1,47	3,15	2,24	1,75	(149)
<i>Opisthonema oglinum</i> (Machuelo)	0,210	0,32	0,67	0,49	0,38	2,24	4,69	3,43	2,66	
<i>Cynoponticus savanna</i>	0,220	0,33	0,71	0,51	0,4	2,31	4,97	3,57	2,8	
<i>Ariopsis sp.</i>	0,090	0,14	0,29	0,21	0,16	0,98	2,03	1,47	1,12	
<i>Bagre marinus</i>	0,150	0,23	0,48	0,35	0,27	1,61	3,36	2,45	1,89	
<i>Cathorops mapale</i>	0,210	0,32	0,67	0,49	0,38	2,24	4,69	3,43	2,66	
<i>Centropomus ensiferus</i>	0,120	0,18	0,38	0,28	0,22	1,26	2,66	1,96	1,54	
<i>Caranx crysos</i>	0,580	0,88	1,86	1,34	1,04	6,16	13,02	9,38	7,28	
<i>Caranx hipos</i>	0,070	0,11	0,22	0,16	0,13	0,77	1,54	1,12	0,91	
<i>Oligoplites palometa</i>	1,200	1,81	3,85	2,78	2,16	12,67	26,95	19,46	15,12	
<i>Diapterus rhombeus</i>	0,110	0,17	0,35	0,25	0,2	1,19	2,45	1,75	1,4	
<i>Lutjanus synagris</i>	0,100	0,15	0,32	0,23	0,18	1,05	2,24	1,61	1,26	
<i>Haemulon bonariense</i>	0,100	0,15	0,32	0,23	0,18	1,05	2,24	1,61	1,26	
<i>Haemulon steindachneri</i>	0,530	0,8	1,7	1,23	0,95	5,6	11,9	8,61	6,65	
<i>Bairdiella ranchus</i>	0,150	0,23	0,48	0,35	0,27	1,61	3,36	2,45	1,89	
<i>Cynoscion jamaicensis</i>	0,190	0,29	0,61	0,44	0,34	2,03	4,27	3,08	2,38	
<i>Corvula sanctaeluciae</i>	0,240	0,36	0,77	0,56	0,43	2,52	5,39	3,92	3,01	
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	0,230	0,35	0,74	0,53	0,41	2,45	5,18	3,71	2,87	
<i>Menticirrhus americanus</i>	0,050	0,08	0,16	0,12	0,09	0,56	1,12	0,84	0,63	
<i>Micropogonias furnieri</i>	0,050	0,08	0,16	0,12	0,09	0,56	1,12	0,84	0,63	
<i>Stellifer griseus</i>	0,150	0,23	0,48	0,35	0,27	1,61	3,36	2,45	1,89	
<i>Umbrina coroides</i>	0,160	0,24	0,51	0,37	0,29	1,68	3,57	2,59	2,03	
<i>Mugil incilis</i>	0,070	0,11	0,22	0,16	0,13	0,77	1,54	1,12	0,91	
<i>Mugil liza</i>	0,020	0,03	0,06	0,05	0,04	0,21	0,42	0,35	0,28	
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	0,090	0,14	0,29	0,21	0,16	0,98	2,03	1,47	1,12	
<i>Trichiurus lepturus</i>	0,130	0,2	0,42	0,3	0,23	1,4	2,94	2,1	1,61	
<i>Mugil cephalus</i>	0,074	0,11	0,24	0,17	0,13	0,77	1,68	1,19	0,91	
<i>Stellifer furthii</i>	0,150	0,23	0,48	0,35	0,27	1,61	3,36	2,45	1,89	Duque y Cogua. En revisión
<i>Diapterus aureolus</i>	0,210	0,32	0,67	0,49	0,38	2,24	4,69	3,43	2,66	
<i>Pomadasys panamensis</i>	0,360	0,54	1,15	0,83	0,65	3,78	8,05	5,81	4,55	
<i>Ñato</i> (Cathorops multiradiatus)	0,620	0,94	1,99	1,44	1,12	6,58	13,93	10,08	7,84	

Fuente: grupo de redacción ERIA

Tabla 16. Exposición calculada de MeHg para las especies reportadas en los estudios de las tablas 12 y 13

ESPECIE	MeHg (mg/kg alimento)	EXPOSICIÓN (µg/kg de peso corporal/día)				EXPOSICIÓN (µg/kg de peso corporal/semana)				REF.
		Promedio	Población en general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	Población en general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> (Bagre rayado)	0,433 0,056	0,65 0,08	1,39 0,18	1 0,13	0,78 0,1	4,55 0,56	9,73 1,26	7 0,91	5,46 0,7	(148)
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Bagre tigre, rayado, pintado)	0,375	0,57	1,2	0,87	0,67	3,99	8,4	6,09	4,69	(37)
<i>Sorubín cuspidatus</i> (Blanquillo)	0,418	0,63	1,34	0,97	0,75	4,41	9,38	6,79	5,25	(37)
<i>Leporinus muyscorum</i> (Liseta)	0,234	0,35	0,75	0,54	0,42	2,45	5,25	3,78	2,94	(37)
<i>Caquetaia kraussii</i> (Mojarra amarilla)	0,335	0,51	1,07	0,78	0,6	3,57	7,49	5,46	4,2	(37)
<i>Hoplias malabaricus</i> (Moncholo)	0,274	0,41	0,88	0,63	0,49	2,87	6,16	4,41	3,43	(37)
<i>Plagioscion surinamensis</i> (Pacora. curvinata)	0,292	0,44	0,94	0,68	0,53	3,08	6,58	4,76	3,71	(37)
<i>Ageneiosus caucanus</i> (Doncella)	0,497	0,75	1,59	1,15	0,89	5,25	11,13	8,05	6,23	(37)
<i>Salminus affinis</i> (Rubio picuda)	0,25	0,38	0,8	0,58	0,45	2,66	5,6	4,06	3,15	(37)
<i>Rhamdia sebae</i> (Barbudo negro)	0,331	0,5	1,06	0,77	0,6	3,5	7,42	5,39	4,2	(37)
<i>Cyrtocharax Magdalenae</i> (Yalúa)	0,167	0,25	0,54	0,39	0,3	1,75	3,78	2,73	2,1	(37)
<i>Prochilodus magdalenae</i> (Bocachico)	0,095	0,14	0,3	0,22	0,17	0,98	2,1	1,54	1,19	(37)
<i>Triportheus Magdalenae</i> (Arenca)	0,314	0,47	1,01	0,73	0,57	3,29	7,07	5,11	3,99	(148)
<i>Panaque gibbosus</i> (Cacucho)	0,175	0,26	0,56	0,41	0,31	1,82	3,92	2,87	2,17	(37)
<i>Trichogaster sp</i> (Gurami)	0,038	0,06	0,12	0,09	0,07	0,42	0,84	0,63	0,49	(37)
<i>Curimata magdalenae</i> (Viejito)	0,091	0,14	0,29	0,21	0,16	0,98	2,03	1,47	1,12	(37)
<i>Curimata mivartii</i> (Vizcaína)	0,165	0,25	0,53	0,38	0,3	1,75	3,71	2,66	2,1	(37)
<i>Elops saurus</i> (Malacho)	0,100	0,15	0,32	0,23	0,18	1,05	2,24	1,61	1,26	(149)
<i>Opisthonema oglinum</i>	0,180	0,27	0,58	0,42	0,32	1,89	4,06	2,94	2,24	(149)
<i>Cynoponticus savanna</i>	0,200	0,3	0,64	0,46	0,36	2,1	4,48	3,22	2,52	(149)
<i>Ariopsis sp.</i>	0,065	0,1	0,21	0,15	0,12	0,7	1,47	1,05	0,84	(149)
<i>Bagre marinus</i>	0,110	0,17	0,35	0,25	0,2	1,19	2,45	1,75	1,4	(149)
<i>Cathorops mapale</i>	0,170	0,26	0,55	0,39	0,31	1,82	3,85	2,73	2,17	(149)
<i>Centropomus ensiferus</i>	0,100	0,15	0,32	0,23	0,18	1,05	2,24	1,61	1,26	(149)
<i>Caranx crysos</i>	0,520	0,79	1,67	1,2	0,94	5,53	11,69	8,4	6,58	(149)
<i>Caranx hipos</i>	0,050	0,08	0,16	0,12	0,09	0,56	1,12	0,84	0,63	(149)
<i>Oligoplites palometa</i>	1,070	1,62	3,43	2,48	1,93	11,34	24,01	17,36	13,51	(149)
<i>Diapterus rhombeus</i>	0,080	0,12	0,26	0,19	0,14	0,84	1,82	1,33	0,98	(149)
<i>Lutjanus synagris</i>	0,070	0,11	0,22	0,16	0,13	0,77	1,54	1,12	0,91	(149)
<i>Haemulon bonariense</i>	0,080	0,12	0,26	0,19	0,14	0,84	1,82	1,33	0,98	(149)
<i>Haemulon steindachneri</i>	0,500	0,76	1,6	1,16	0,9	5,32	11,2	8,12	6,3	(149)
<i>Bairdiella ronchus</i>	0,120	0,18	0,38	0,28	0,22	1,26	2,66	1,96	1,54	(149)
<i>Cynoscion jamaicensis</i>	0,16	0,24	0,51	0,37	0,29	1,68	3,57	2,59	2,03	(149)
<i>Carvula sanctaeluciae</i>	0,18	0,27	0,58	0,42	0,32	1,89	4,06	2,94	2,24	(149)
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	0,19	0,29	0,61	0,44	0,34	2,03	4,27	3,08	2,38	(149)
<i>Menticirrhus americanus</i>	0,03	0,05	0,1	0,07	0,05	0,35	0,7	0,49	0,35	(149)
<i>Micropogonias furnieri</i>	0,03	0,05	0,1	0,07	0,05	0,35	0,7	0,49	0,35	(149)
<i>Stellifer griseus</i>	0,12	0,18	0,38	0,28	0,22	1,26	2,66	1,96	1,54	(149)
<i>Umbrina coroides</i>	0,13	0,2	0,42	0,3	0,23	1,4	2,94	2,1	1,61	(149)
<i>Mugil incilis</i>	0,04	0,06	0,13	0,09	0,07	0,42	0,91	0,63	0,49	(149)
<i>Mugil liza</i>	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,14	0,21	0,14	0,14	(149)
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	0,07	0,11	0,22	0,16	0,13	0,77	1,54	1,12	0,91	(149)
<i>Trichiurus lepturus</i>	0,1	0,15	0,32	0,23	0,18	1,05	2,24	1,61	1,26	(149)

Fuente: grupo de redacción ERIA

4

Caracterización del riesgo

4.1 Consideraciones de la estimación

Las siguientes consideraciones fueron tomadas en consideración para la estimación del riesgo:

- El consumo estimado varía según, la cantidad y el tipo de pez consumido. En la mayoría de los casos, la exposición no supera la PTWI del JECFA, con excepción de los reportes de contaminación para algunas especies de la Mojana, el Río Nechí, la Bahía de Cartagena y la Ciénaga de Ayapel, que se presentan en este documento.
- Se utilizó como parámetro de referencia toxicológica el valor de PTWI recomendado por el JECFA para HgT y MeHg, los cuales incluyen factores de seguridad de 100. Sin embargo, el consumo medio, en las regiones mencionadas, por parte de las mujeres embarazadas o que puedan llegar a estarlo, mujeres en fase de lactancia y niños de corta edad (entre 1 y 30 meses), puede superar el límite de 0,7 µg/kg peso corporal/semana recomendado por la National Research Council (NRC (US) por sus siglas en inglés).
- En el cálculo del porcentaje sobre la PTWI, se asume que la ingesta de HgT y MeHg se debe solamente al consumo de pescado, todos los días y con los niveles reportados por los estudios.
- Los límites máximos de Hg están establecidos únicamente en los productos pesqueros por ser la principal fuente de proteína en la dieta para las personas en estas regiones, en este sentido para el cálculo de la evaluación de la exposición fueron utilizados los valores reportados por la ENSIN 2005, asociados a los porcentajes de la población que

lo consume diariamente asumiendo el límite superior del consumo, sin embargo se sugiere utilizar valores de consumo propios de estas regiones.

- Los estudios citados para Colombia, muestran elevados niveles de contaminación por HgT y MeHg para algunas especies en las regiones de la Mojana, la Ciénaga de Ayapel, Nechí y la Bahía de Cartagena donde superan el límite permitido de 0,5mg/kg (todos los peces, excepto depredadores) según la FAO/OMS. De otra parte existen algunas especies que no superan el límite permitido, sin embargo el valor encontrado está muy cerca del límite máximo permitido, en este sentido un consumo elevado a la semana podría considerarse como factor de riesgo, en aquellas poblaciones donde la única fuente de proteína animal es el pescado.

4.2 Estimación del porcentaje sobre la dosis de referencia y máximo consumo recomendado

Para la estimación del porcentaje sobre la dosis y máximo consumo recomendado fue utilizada la información en cuanto a consumo de alimentos en Colombia suministrada por la ENSIN 2005 / 2010; donde se tiene en cuenta la población colombiana entre 0 y 64 años de edad y los indicadores se presentan desagregados por grupos de edad, sexo, etnia y nivel socioeconómico. En cuanto a la referencia toxicológica para Hg fue utilizado el valor de PTWI recomendado por el JECFA para HgT y MeHg, los cuales incluyen factores de seguridad de 100. En el cálculo del porcentaje sobre la PTWI, se asume que la ingesta de HgT y MeHg se debe solamente al consumo de pescado, todos los días, y con los niveles reportados por los estudios. En la Tabla 17 se presenta el porcentaje de la PTWI para los grupos de población analizados y un máximo de consumo de g/día respecto a la concentración reportada de HgT. Por su parte en la Tabla 18 se presentan para MeHg.

Tabla 17. Porcentaje de la PTWI en relación con la exposición calculada en el numeral 5 para HgT

Especie	% PTWI				Máximo consumo por debajo del PTWI (g/día)				Ref.
	Población general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	Población general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> (Bagre rayado)	198,39	421,09	304,07	236,33	49,50	16,22	27,03	39,90	(148)
	82,91	175,98	127,07	98,76	118,44	38,81	64,69	95,48	
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Bagre tigre, rayado, pintado)	755,08	1602,65	1157,28	899,45	13,01	4,26	7,10	10,48	(68)
	639,60	1357,53	980,29	761,89	15,35	5,03	8,39	12,38	(48)
	611,47	1297,83	937,17	728,38	16,06	5,26	8,77	12,95	(37)
	626,27	1329,25	959,86	746,01	15,68	5,14	8,56	12,64	(47)
<i>Sorubini cuspicaudus</i> (Blanquillo)	688,46	1461,24	1055,17	820,09	14,26	4,67	7,79	11,50	
	1382,84	2935,04	2119,42	1647,23	7,10	2,33	3,88	5,72	(148)
	134,73	285,96	206,50	160,49	72,89	23,88	39,81	58,76	
	136,21	289,10	208,76	162,25	72,09	23,62	39,37	58,12	
	1100,05	2334,83	1686,00	1310,37	8,93	2,93	4,88	7,20	(68)
	488,58	1037,01	748,83	582,00	20,10	6,59	10,98	16,20	(47)
	688,46	1461,24	1055,17	820,09	14,26	4,67	7,79	11,50	(37)
<i>Leporinus muyscorum</i> (Liseta)	192,47	408,52	294,99	229,27	51,02	16,72	27,86	41,13	
	877,97	1863,47	1345,63	1045,83	11,18	3,67	6,11	9,02	(148)
	96,24	204,26	147,50	114,64	102,04	33,44	55,73	82,26	
	94,76	201,12	145,23	112,87	103,64	33,96	56,60	83,55	
	328,68	697,62	503,76	391,52	29,88	9,79	16,32	24,09	(68)
	389,39	826,46	596,80	463,83	25,22	8,26	13,77	20,33	(48)
	386,42	820,18	592,26	460,31	25,41	8,33	13,88	20,49	(47)
	362,74	769,90	555,95	432,09	27,07	8,87	14,79	21,82	(37)
<i>Caquetaia kraussii</i> (Mojarra amarilla)	419,00	889,31	642,18	499,11	23,44	7,68	12,80	18,89	(68)
	596,66	1266,40	914,48	710,74	16,46	5,39	8,99	13,27	(48)
	593,70	1260,12	909,94	707,21	16,54	5,42	9,03	13,33	(47)
	577,42	1225,55	884,98	687,81	17,01	5,57	9,29	13,71	(37)
	1613,80	3425,26	2473,41	1922,35	6,09	1,99	3,32	4,91	(9)
<i>Hoplias malabaricus</i> (Moncholo)	676,61	1436,10	1037,02	805,98	14,51	4,76	7,93	11,70	(68)
	485,62	1030,72	744,29	578,47	20,22	6,63	11,04	16,30	(48)
	466,37	989,87	714,79	555,54	21,06	6,90	11,50	16,97	(47)
	411,59	873,60	630,83	490,29	23,86	7,82	13,03	19,23	(37)
	858,72	1822,62	1316,13	1022,90	11,44	3,75	6,25	9,22	(9)
<i>Plagioscion surinamensis</i> (Pacora, curvinata)	1012,70	2149,43	1552,12	1206,32	9,70	3,18	5,30	7,82	(68)
	469,34	996,15	719,33	559,07	20,92	6,86	11,43	16,87	(48)
	410,11	870,46	628,56	488,52	23,94	7,85	13,08	19,30	(47)
	454,53	964,73	696,64	541,43	21,60	7,08	11,80	17,42	(37)
	784,69	1665,49	1202,67	934,72	12,51	4,10	6,83	10,09	(9)
<i>Ageneiosus caucanus</i>	746,20	1583,79	1143,67	888,87	13,16	4,31	7,19	10,61	(47)
	758,04	1608,93	1161,82	902,98	12,95	4,25	7,08	10,44	(37)
<i>Salminus affinis</i> (Rubio picuda)	413,07	876,74	633,10	492,05	23,77	7,79	12,98	19,16	
<i>Rhamdia sebae</i> (Barbudo negro)	584,82	1241,26	896,33	696,63	16,79	5,50	9,17	13,54	(37)
<i>Cyrtocara magdalenae</i> (Yalúa)	270,94	575,07	415,26	322,74	36,24	11,88	19,79	29,22	
	168,78	358,24	258,69	201,05	58,18	19,07	31,78	46,90	
	188,03	399,09	288,19	223,98	52,23	17,11	28,52	42,10	(148)
	11,84	25,14	18,15	14,11	829,08	271,68	452,81	668,37	
<i>Prochilodus magdalenae</i> (Bocachico)	96,24	204,26	147,50	114,64	102,04	33,44	55,73	82,26	
	223,56	474,51	342,65	266,31	43,92	14,39	23,99	35,41	(68)
	211,72	449,37	324,49	252,20	46,38	15,20	25,33	37,39	(48)
	192,47	408,52	294,99	229,27	51,02	16,72	27,86	41,13	(47)
	156,94	333,10	240,53	186,94	62,57	20,50	34,17	50,44	(37)
	232,45	493,36	356,26	276,89	42,25	13,84	23,07	34,06	(9)

Continúa en la siguiente página

Viene de la pagina anterior

Especie	% PTWI				Máximo consumo por debajo del PTWI (g/día)				Ref.
	Población general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	Población general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	
<i>Triportheus Magdalenae</i> (Arenca)	91,79	194,83	140,69	109,34	106,98	35,06	58,43	86,24	(148)
	41,46	87,99	63,54	49,38	236,88	77,62	129,37	190,96	
	39,97	84,85	61,27	47,62	245,65	80,50	134,16	198,03	
	125,85	267,11	192,88	149,91	78,03	25,57	42,62	62,91	
	504,87	1071,57	773,79	601,40	19,45	6,37	10,62	15,68	
<i>Panaque gibbosus</i> (Cacucho)	269,46	571,92	412,99	320,98	36,44	11,94	19,90	29,38	(9)
<i>Trichogaster sp</i> (Gurami)	63,66	135,12	97,57	75,84	154,25	50,55	84,24	124,35	
<i>Curimata magdalenae</i> (Viejito)	136,21	289,10	208,76	162,25	72,09	23,62	39,37	58,12	
<i>Curimata mivartii</i> (Vizcaína)	275,38	584,49	422,07	328,03	35,66	11,69	19,48	28,75	
<i>Elops saurus</i> (Malacho)	207,28	439,94	317,69	246,91	47,38	15,52	25,87	38,19	(149)
<i>Opisthonema oglinum</i> (Machuelo)	310,92	659,91	476,53	370,36	31,58	10,35	17,25	25,46	
<i>Cynoponticus savanna</i>	325,72	691,34	499,22	388,00	30,15	9,88	16,47	24,30	
<i>Ariopsis sp.</i>	133,25	282,82	204,23	158,73	73,70	24,15	40,25	59,41	
<i>Bagre marinus</i>	222,08	471,37	340,38	264,54	44,22	14,49	24,15	35,65	(149)
<i>Cathorops mapale</i>	310,92	659,91	476,53	370,36	31,58	10,35	17,25	25,46	
<i>Centropomus ensiferus</i>	177,67	377,09	272,30	211,64	55,27	18,11	30,19	44,56	
<i>Caranx crysos</i>	858,72	1822,62	1316,13	1022,90	11,44	3,75	6,25	9,22	
<i>Caranx hipos</i>	103,64	219,97	158,84	123,45	94,75	31,05	51,75	76,38	(149)
<i>Oligoplites palometa</i>	1776,66	3770,93	2723,02	2116,35	5,53	1,81	3,02	4,46	
<i>Diapterus rhombeus</i>	162,86	345,67	249,61	194,00	60,30	19,76	32,93	48,61	
<i>Lutjanus synagris</i>	148,06	314,24	226,92	176,36	66,33	21,73	36,22	53,47	
<i>Haemulon bonariense</i>	148,06	314,24	226,92	176,36	66,33	21,73	36,22	53,47	(149)
<i>Haemulon steindachneri</i>	784,69	1665,49	1202,67	934,72	12,51	4,10	6,83	10,09	
<i>Bairdiella ronchus</i>	222,08	471,37	340,38	264,54	44,22	14,49	24,15	35,65	
<i>Cynoscion jamaicensis</i>	281,31	597,06	431,14	335,09	34,91	11,44	19,07	28,14	
<i>Corvula sanctaেলucia</i>	355,33	754,19	544,60	423,27	27,64	9,06	15,09	22,28	(149)
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	340,53	722,76	521,91	405,63	28,84	9,45	15,75	23,25	
<i>Menticirrhus americanus</i>	74,03	157,12	113,46	88,18	132,65	43,47	72,45	106,94	
<i>Micropogonias furnieri</i>	74,03	157,12	113,46	88,18	132,65	43,47	72,45	106,94	
<i>Stellifer griseus</i>	222,08	471,37	340,38	264,54	44,22	14,49	24,15	35,65	(149)
<i>Umbrina coroides</i>	236,89	502,79	363,07	282,18	41,45	13,58	22,64	33,42	
<i>Mugil incilis</i>	103,64	219,97	158,84	123,45	94,75	31,05	51,75	76,38	
<i>Mugil liza</i>	29,61	62,85	45,38	35,27	331,63	108,67	181,12	267,35	
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	133,25	282,82	204,23	158,73	73,70	24,15	40,25	59,41	(149)
<i>Trichiurus lepturus</i>	192,47	408,52	294,99	229,27	51,02	16,72	27,86	41,13	
<i>Mugil cephalus</i>	109,56	232,54	167,92	130,51	89,63	29,37	48,95	72,26	
<i>Stellifer furthii</i>	222,08	471,37	340,38	264,54	44,22	14,49	24,15	35,65	
<i>Diapterus aureolus</i>	310,92	659,91	476,53	370,36	31,58	10,35	17,25	25,46	(149)
<i>Pomadasys panamensis</i>	533,00	1131,28	816,91	634,91	18,42	6,04	10,06	14,85	
Ñato (<i>Cathorops multiradiatus</i>)	917,94	1948,31	1406,89	1093,45	10,70	3,51	5,84	8,62	

Fuente: grupo de redacción ERIA

Tabla 18. Porcentaje de la PTWI en relación con la exposición calculada en el numeral 5 para MeHg

Especie	% PTWI				Máximo consumo por debajo de la PTWI (g)				Ref.
	Población general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	Población general	4 a 8 años	9 a 13 años	14 a 18 años	
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> (Bagre rayado)	2008,40	4262,77	3078,18	2392,39	4,89	1,60	2,67	3,94	(148)
	259,75	551,31	398,10	309,41	37,81	12,39	20,65	30,48	
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Bagre tigre. rayado. pintado)	1739,37	3691,78	2665,86	2071,93	5,65	1,85	3,08	4,55	
<i>Sorubim cuspidatus</i> (Blanquillo)	1938,82	4115,10	2971,55	2309,51	5,06	1,66	2,77	4,08	
<i>Leporinus muyscorum</i> (Liseta)	1085,37	2303,67	1663,50	1292,88	9,05	2,96	4,94	7,29	(37)
<i>Caquetaia kraussii</i> (Mojarra amarilla)	1553,84	3297,99	2381,50	1850,92	6,32	2,07	3,45	5,09	
<i>Hoplias malabaricus</i> (Moncholo)	1270,90	2697,46	1947,86	1513,89	7,73	2,53	4,22	6,23	
<i>Plagioscion surinamensis</i> (Pacora. curvinata)	1354,39	2874,66	2075,82	1613,34	7,25	2,38	3,96	5,85	
<i>Ageneiosus caucanus</i> (Doncella)	2305,25	4892,84	3533,16	2746,00	4,26	1,40	2,33	3,43	(37)
<i>Salminus affinis</i> (Rubio picuda)	1159,58	2461,19	1777,24	1381,29	8,47	2,78	4,63	6,83	
<i>Rhamdia sebae</i> (Barbudo negro)	1535,29	3258,61	2353,07	1828,82	6,40	2,10	3,49	5,16	
<i>Cyrtocharax Magdalenae</i> (Valúa)	774,60	1644,07	1187,20	922,70	12,68	4,15	6,92	10,22	
<i>Prochilodus magdalenae</i> (Bocachico)	440,64	935,25	675,35	524,89	22,29	7,30	12,17	17,97	(37)
<i>Triportheus agdalenae</i> (Arenca)	1456,43	3091,25	2232,22	1734,90	6,74	2,21	3,68	5,44	
<i>Panaque gibbosus</i> (Cacucho)	811,71	1722,83	1244,07	966,90	12,10	3,96	6,61	9,75	
<i>Trichogaster sp</i> (Gurami)	176,26	374,10	270,14	209,96	55,71	18,26	30,43	44,91	
<i>Curimata magdalenae</i> (Viejito)	422,09	895,87	646,92	502,79	23,27	7,62	12,71	18,76	(37)
<i>Curimata mivartii</i> (Vizcaína)	765,32	1624,38	1172,98	911,65	12,83	4,20	7,01	10,34	
<i>Elops saurus</i> (Malacho)	463,83	984,47	710,90	552,51	21,17	6,94	11,56	17,07	
<i>Opisthonema oglinum</i>	834,90	1772,05	1279,61	994,53	11,76	3,85	6,42	9,48	
<i>Cynoponticus savanna</i>	927,67	1968,95	1421,79	1105,03	10,59	3,47	5,78	8,53	(149)
<i>Ariopsis sp.</i>	301,49	639,91	462,08	359,13	32,57	10,67	17,79	26,26	
<i>Bagre marinus</i>	510,22	1082,92	781,99	607,77	19,25	6,31	10,51	15,52	
<i>Cathorops mapale</i>	788,52	1673,61	1208,52	939,27	12,45	4,08	6,80	10,04	
<i>Centropomus ensiferus</i>	463,83	984,47	710,90	552,51	21,17	6,94	11,56	17,07	(149)
<i>Caranx crysos</i>	2411,93	5119,27	3696,66	2873,07	4,07	1,33	2,22	3,28	
<i>Caranx hipos</i>	231,92	492,24	355,45	276,26	42,34	13,88	23,13	34,13	
<i>Oligoplites palometa</i>	4963,01	10533,87	7606,60	5911,90	1,98	0,65	1,08	1,60	
<i>Diapterus rhombeus</i>	371,07	787,58	568,72	442,01	26,46	8,67	14,45	21,33	(149)
<i>Lutjanus synagris</i>	324,68	689,13	497,63	386,76	30,24	9,91	16,52	24,38	
<i>Haemulon bonariense</i>	371,07	787,58	568,72	442,01	26,46	8,67	14,45	21,33	
<i>Haemulon steindachneri</i>	2319,16	4922,37	3554,48	2762,57	4,23	1,39	2,31	3,41	
<i>Bairdiella ronchus</i>	556,60	1181,37	853,08	663,02	17,64	5,78	9,64	14,22	(149)
<i>Cynoscion jamaicensis</i>	742,13	1575,16	1137,44	884,02	13,23	4,34	7,23	10,67	
<i>Corvula sanctaেলucia</i>	834,90	1772,05	1279,61	994,53	11,76	3,85	6,42	9,48	
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	881,28	1870,50	1350,70	1049,78	11,14	3,65	6,09	8,98	
<i>Menticirrhus americanus</i>	139,15	295,34	213,27	165,75	70,57	23,13	38,54	56,89	(149)
<i>Micropogonias furnieri</i>	139,15	295,34	213,27	165,75	70,57	23,13	38,54	56,89	
<i>Stellifer griseus</i>	556,60	1181,37	853,08	663,02	17,64	5,78	9,64	14,22	
<i>Umbrina coroides</i>	602,98	1279,82	924,17	718,27	16,29	5,34	8,89	13,13	
<i>Mugil incilis</i>	185,53	393,79	284,36	221,01	52,93	17,34	28,91	42,67	(149)
<i>Mugil liza</i>	46,38	98,45	71,09	55,25	211,71	69,38	115,63	170,67	
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	324,68	689,13	497,63	386,76	30,24	9,91	16,52	24,38	
<i>Trichiurus lepturus</i>	463,83	984,47	710,90	552,51	21,17	6,94	11,56	17,07	

Fuente: grupo de redacción ERIA

5

Medidas de control y prevención

5.1 Colombia

Para la captación, reporte, seguimiento y manejo de las intoxicaciones por Hg (151), Colombia cuenta con el Sistema de Vigilancia en Salud Pública (Sivigila), que permite el seguimiento rutinario, continuo y sistemático de éstas, orientando las medidas de prevención y control. En la actualidad se cuenta con un protocolo para atender las intoxicaciones por Hg desarrollado por el INS (152). Con base en los lineamientos de PNUMA para la identificación de poblaciones en riesgo por exposición a Hg (143), en este documento se propone un diagrama de acciones (anexo 1) a seguir en el proceso de vigilancia y control del riesgo por exposición a Hg y/o MeHg derivado del consumo de peces contaminados con el metal. En el anexo 1 se presenta un diagrama de acciones propuesto para establecer el seguimiento a la presencia de Hg en peces a partir de los hallazgos. Cabe destacar que la exposición o ingesta de MeHg puede estimarse para un individuo o una población si se dispone de la siguiente información:

- a. Tipos (especies) y cantidad (frecuencia y tamaño de la porción) de peces ingeridos por unidad de tiempo (día, semana o mes)
- b. Concentración de MeHg en los peces consumidos
- c. Peso corporal de la persona que consume los peces

Es necesario señalar que en algunas oportunidades se sobrestiman los riesgos cuando se trata de las concentraciones totales de Hg en peces. Por tanto; en este documento se recomienda determinar las concentraciones puntuales de MeHg en las diferentes especies de peces que son consumidas por poblaciones expuestas y cabe resaltar la importancia de ser cuidadosos a la hora de tomar información referente a la cantidad e importancia de cada especie de pez dentro de la dieta.

Otra manera de evaluar la exposición a MeHg es determinando su concentración en muestras de cabello de personas expuestas. El cabello acumula Hg (al menos 80% como MeHg) durante su formación y una vez retenido no retorna a la sangre, por lo que es un buen biomarcador de exposición por largos periodos de tiempo (meses) en comparación con la sangre que suministra un biomarcador de exposición más corto (horas) (143). Se recomienda utilizar toda la información que sea posible (Ingesta semanal, niveles de Hg o MeHg en cabello, entre otras). Realizar el levantamiento de la línea base de un ecosistema, en cuanto a diversidad y densidad de su flora y fauna, que permita servir de base para la comparación a través del tiempo de posibles efectos del mercurio en el ecosistema y en humanos, lo cual necesita estar acompañado de mediciones periódicas de mercurio.

5.2 Iniciativas globales relacionadas con la disminución del uso y disposición de Hg

El Hg es una sustancia de relevancia para la gestión de residuos peligrosos especiales, debido al desconocimiento de la mayoría de productos y procesos que lo contienen y a su potencial toxicológico independiente de su concentración. En la actualidad, se estima que las liberaciones mundiales de Hg son del orden de 6.150 toneladas por año y provienen de actividades antropogénicas (10, 153, 154). Atendiendo al impacto sobre los diferentes ecosistemas y en especial sobre la salud animal y humana, se han generado iniciativas internacionales como el Convenio de Basilea relacionado con el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, vigente desde 1994 y suscrito por Colombia en 1996.

En el año 2002, (PNUMA), en cooperación con el Programa Interinstitucional de Gestión Racional de los Productos Químicos (IOMC), publicó la iniciativa "Global Mercury Assessment Report" (155) y en el año 2005, el PNUMA facilitó el documento: "Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de Hg", con el objetivo de estandarizar el cálculo de éstas en aire, agua, suelo, residuos, productos y tratamiento/disposición específicas a partir de las diferentes fuentes de tal forma que fuese una herramienta de apoyo al proceso de evaluación de los riesgos y estructuración de políticas ambientales.

En 2007, Chile, Ecuador y Panamá acogieron la iniciativa de PNUMA y elaboraron sus inventarios nacionales de liberaciones de Hg, actividad que Colombia en 2009 realizó a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). La OPS/OMS entre los años 2010 y 2011 lideró un convenio de cooperación técnica entre Colombia, Brasil y Bolivia para la generación de cuatro estrategias de fortalecimiento y vigilancia de la salud de las poblaciones expuestas al Hg:

1. Vigilancia de la salud (definición y aplicación de instrumentos de notificación de casos; establecimiento de los sistemas de información; percepción y comunicación de riesgos)
2. Metodologías analíticas para la cuantificación del Hg (intercambio de técnicas y metodologías analíticas y control de calidad)
3. Investigación (priorización de líneas de investigación sobre el Hg; divulgación de la información)
4. Atención en salud (establecimiento de protocolos de diagnóstico y manejo clínico)

Lo anterior, está basado principalmente en los lineamientos establecidos por UNPE (143) para la identificación de poblaciones en riesgo por exposición a Hg y tiene como objetivo ofrecer una guía base para identificar y evaluar poblaciones en situación de riesgo por exposición a MeHg vía consumo de peces.

5.2.1 Experiencia de Suecia

Según von Rein y Hylander (2000) (144), el pescado siempre ha sido una parte importante de la dieta Sueca (144). Hoy día, debido al contenido de Hg en el pescado, se dan recomendaciones minuciosas sobre el consumo de peces de agua dulce, tales como el lucio, la lucioperca, la lota de río y el anguila. A las mujeres en edad fértil se les recomienda que no coman de ningún modo esos peces de los lagos de Suecia y al resto de la población, que no los coman más de una vez por semana. Se calcula que la deposición de Hg en Suecia debe disminuir un 80% respecto del nivel que tenía a finales del decenio de 1980 a fin de reducir el contenido de Hg en el pescado por debajo de 0,5 mg de Hg/kg de peso húmedo. Las emisiones atmosféricas procedentes de fuentes puntuales situadas en Suecia han disminuido a alrededor de una tonelada métrica por año desde los valores máximos del

decenio de 1960 que ascendían a unas 30 toneladas métricas por año, y las liberaciones al agua se han reducido de modo semejante (156). La mayor parte de la deposición actual de Hg en Suecia se debe al transporte atmosférico a grandes distancias desde otros países (157, 158), lo cual significa que para alcanzar el objetivo del 80% de reducción, las emisiones de Europa y otras partes del hemisferio norte también se deben reducir. Hay indicaciones que recientemente se han logrado reducciones en la deposición y en los últimos decenios se ha observado un descenso general de alrededor de un 20% en las concentraciones de Hg en el pescado de Suecia (10, 159).

5.2.2 Experiencia de Finlandia

La acumulación de Hg en el pescado de Finlandia también se ha estudiado durante varios decenios (160). A fines de la década de los sesenta, alrededor del 10-15% de los lagos y aguas litorales de Finlandia contenían altas concentraciones de Hg producidas principalmente por descargas de aguas residuales de la industria de pulpa y papel, y la producción conexa de cloro y álcalis. Desde el abandono en 1968 del uso de compuestos de Hg en fungicidas, en la producción de papel de Finlandia y la disminución de la demanda de cloro en dicha industria, las liberaciones de Hg se han reducido considerablemente.

En 1990, las concentraciones medias de Hg en los lucios de esas aguas habían disminuido a 0,60 mg/kg de peso húmedo. Por su parte, *Louekari et al.* (160), combinaron esos datos con los obtenidos en estudios sobre la dieta y calcularon ingestas diarias estimadas de Hg en diferentes segmentos de la población de consumidores, y la influencia relativa del consumo de lucio y otros pescados. En 1967/68, las ingestas de Hg del segmento de agricultores más dependientes del pescado capturado localmente se estimaron en 22 µg/día en zonas muy contaminadas con ese metal. En 1990 se estimaron ingestas similares de 15 µg de Hg/día. Para empleados, que consumen una menor cantidad de pescado capturado localmente, las ingestas correspondientes eran de 13 y 8 µg de Hg/día (160).

5.2.3 Experiencia de Estados Unidos

En Estados Unidos, 41 estados han emitido recomendaciones a los consumidores de pescado debido al Hg presente en cuerpos de agua dulce y 13 estados han emitido recomendaciones para su respectivo estado. El Hg es el contaminante más frecuente asociado a la emisión de recomendaciones a los consumidores de pescado, representando el 79% del total de avisos a los consumidores (161). La US EPA ha presentado un conjunto de recomendaciones generales sobre el consumo de pescado. Por ejemplo, el pescado que contenga concentraciones de Hg de 0,48 a 0,97 mg de MeHg/kg de peso húmedo no se debería comer más de una vez por mes; el que contenga de 0,97 a 1,9 mg/kg de peso húmedo, no más de una vez cada dos meses, y el que contenga más de 1,9 mg/kg de peso húmedo no se debería comer nunca.

5.2.4 Experiencia del Ártico

El informe del Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico (AMAP) (57), sobre problemas de contaminación en esa región describe las altas exposiciones que experimentan sus poblaciones. El Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP por sus siglas en inglés) y otras actividades del Consejo del Ártico relativas al Hg cubren toda la región ártica y este metal es una sustancia prioritaria en las evaluaciones y proyectos de reducción de la contaminación. La dieta tradicional de alimentos marinos de Groenlandia y zonas árticas de Canadá tiene cualidades nutricionales muy positivas y no se reemplaza fácilmente con otros alimentos. De acuerdo con las recomendaciones alimentarias del Gobierno de Canadá, los beneficios que la dieta nórdica tradicional de alimentos marinos ofrece para la salud sobrepasan los riesgos conocidos asociados con el consumo de esos alimentos. Sin embargo, es evidente que los riesgos asociados con esa dieta aumentan al elevarse los niveles de contaminación con MeHg.

5.2.5 Convenio de Minamata

En el marco de la quinta sesión del Comité Intergubernamental de Negociaciones realizado en Ginebra en el año 2013, en busca de un instrumento jurídicamente vinculante a nivel global para disminuir o

restringir las emisiones del Hg, nace el Convenio de Minamata. Es importante resaltar que Colombia participó activamente durante todo el proceso, el cual buscaba proteger la salud humana y el medio ambiente de las liberaciones antropogénicas del mercurio elemental y del compuesto de mercurio elemental. Los países vinculados tienen la obligación de establecer normas o medidas para la eliminación gradual del Hg en sus procesos productivos; así mismo la restricción tanto de importaciones como de exportaciones. Bajo esta iniciativa en Colombia nace la Ley 1658 del 15 de Julio de 2013, por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de Hg en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación.

5.3 Otras medidas

Recientes investigaciones se han enfocado en el rol del Selenio (Se) como elemento que potencialmente puede disminuir la toxicidad del Hg. Es conocido que el MeHg ejerce una toxicidad selectiva sobre las Selenio-enzimas que protegen al cerebro del daño oxidativo; en este sentido, un exceso en la proporción molar del Se sobre el Hg podría disminuir los efectos tóxicos del metal, aunque el nivel de exceso que podría resultar efectivo como protector, es aún desconocido (162). Asimismo, estudios indican que el Se, presente en muchos alimentos, protege contra la exposición al Hg. Además, por la alta afinidad entre ambos, el Se secuestra al Hg y reduce su biodisponibilidad (163). Por consiguiente, la medida de la relación molar Hg-Se, es un importante factor a tener en cuenta cuando se evalúa el riesgo para salud humana por exposición a Hg, debido a que la misma cantidad de Hg que puede hacer daño a un individuo, puede no resultar peligrosa para otro que tiene una dieta rica en selenio.

6

Conclusiones

1. ¿Cuáles son las actividades económicas y sus áreas de impacto, que contribuyen en mayor proporción a la incorporación de Hg en peces de aguas continentales de Colombia?

En conclusión, las actividades económicas asociadas a la emisión de Hg son:

- a. Extracción primaria de metales, especialmente oro y plata,
- b. Producción de productos químicos y la disposición de sus residuos y
- c. Uso y disposición de productos con contenido de mercurio. Siendo las áreas de mayor impacto los ecosistemas acuáticos (lénticos y lóticos), aledaños donde se realizan estas actividades, y los mismos ecosistemas a donde es transportado el mercurio por grandes distancias, bien sea por vía acuática o atmosférica. En este sentido, se han identificado principalmente áreas en el Norte de Colombia, en los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Nechí con sus humedales asociados, y cuerpos de aguas de la región de la Mojana, y últimamente se ha encontrado esta problemática en el embalse de Urrá, norte de Colombia.

2. ¿Cuáles son las especies que podrían presentar mayores acumulaciones de mercurio (Hg) y metilmercurio (MeHg), identificadas en el término de referencia 1?

En las siguientes imágenes se presentan las especies con niveles mayores de los aceptados por FAO/OMS solamente para ciertas regiones (La Mojana, Embalse de Urrá, Sur de Bolívar y bajo Cauca) identificadas en estudios realizados en Colombia.



NOMBRE CIENTÍFICO *Pseudoplatystoma fasciatum*

NOMBRE COMÚN Bagre tigre, rayado, pintado



NOMBRE CIENTÍFICO *Sorubim cuspicaudus*

NOMBRE COMÚN Blanquillo



NOMBRE CIENTÍFICO *Leporinus muyscorum*

NOMBRE COMÚN Liseta



NOMBRE CIENTÍFICO *Caquetaia kraussii*

NOMBRE COMÚN Mojarra amarilla



NOMBRE CIENTÍFICO *Hoplias malabaricus*

NOMBRE COMÚN Moncholo



NOMBRE CIENTÍFICO *Plagioscion surinamensis*

NOMBRE COMÚN Pacora, curvinata

NOMBRE CIENTÍFICO *Ageneiosus caucanus*

NOMBRE COMÚN Doncella

Imagen *Caquetaia kraussii* <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=46738&AT=mojarra+amarilla>

Imagen *Plagioscion surinamensis* <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=12081&AT=pacora>

Otras imágenes proporcionadas por:

Prof. Víctor J. Atencio-García, Centro de Investigación Piscícola (CINPIC), Dpto. de Ciencias Acuícolas/Facultad MVZ
Universidad de Córdoba
Montería, Córdoba, Col.

3. ¿Cuál es el riesgo asociado al consumo de las especies identificadas en el término de referencia 2?

Neurotoxicidad

El MeHg es un agente neurotóxico, que puede provocar efectos adversos particularmente en el cerebro en formación (fetos). El sistema nervioso central en desarrollo es más sensible al MeHg que el del adulto. Los niños de corta edad, que durante la gestación estuvieron expuestos a niveles elevados de esta sustancia, presentan un cuadro clínico similar al de la parálisis cerebral causada por otros factores; caracterizado principalmente por microcefalia, hiperreflexia, discapacidad mental y trastornos de la función motora gruesa, con alguna asociación a ceguera o sordera. En los casos leves, los efectos pueden aparecer más tarde en el desarrollo en forma de discapacidad psicomotora y mental y reflejos patológicos persistentes.

Cardiopatías

Algunos estudios indican que pequeños aumentos en la exposición a MeHg pueden causar efectos perjudiciales en el sistema cardiovascular y un incremento en la tasa de mortalidad.

Enfermedad de Minamata

Las alteraciones neurológicas, malformaciones y alteraciones teratogénicas ocasionadas por el Hg, se conocen como la Enfermedad de Minamata.

Sintomatología en adultos

En adultos, los efectos iniciales son síntomas no específicos, tales como parestesia, malestar y visión borrosa; con mayor exposición, aparecen signos como constricción concéntrica del campo visual, sordera, disartria, ataxia y, por último, coma y muerte.

Genotoxicidad

Diversos trabajos de investigación hechos con animales prueban su genotoxicidad y efectos en el sistema inmune y el aparato reproductor. En resumen son reportados los siguientes efectos patológicos por el consumo de Hg y MeHg en pescado:

- Teratogénesis y carcinogénesis
- Genotoxicidad (células linfocitarias)
- Inmunotoxicidad
- Resistencia a insulina/diabetes mellitus tipo II
- Aumento de susceptibilidad a enfermedad cardiovascular
- Alteraciones en niveles hormonales
- Anormalidades en morfología y motilidad de los espermatozoides
- Dimorfismo sexual
- Pérdidas del campo visual
- Daño de células receptoras de la visión
- Genotoxicidad (neuroblastomas y glioblastomas)
- Alteraciones neuropsicológicas y cognoscitivas
- Neurotoxicidad y apoptosis
- Neurotoxicidad (Excitotoxicidad y estrés oxidativo, autismo)
- Alteración en síntesis del grupo hemo

- Citotoxicidad
 - Pérdida de piezas dentales
 - Cefaleas e insomnio
 - Pérdida de memoria
4. ¿Cuáles son las medidas de prevención para minimizar la exposición por consumo de pescado con Hg y con MeHg y las posibles estrategias de intervención?
- a. Establecer medidas de restricción para evitar el consumo de especies con elevados niveles de mercurio.
 - b. Determinar niveles de consumo (día, semana, mes) de pescado en las zonas de alto riesgo.
 - c. Establecer el consumo de selenio en alimentos fortificados en las zonas reconocidas como de alto riesgo.
 - d. Disponer de metodologías analíticas validadas para soportar los procesos de seguimiento y monitoreo en matrices ambientales y alimentarias y en fluidos biológicos, y/o biomarcadores de exposición.
 - e. Vigilar por el cumplimiento de las políticas públicas establecidas para el control estricto del uso de mercurio en diferentes actividades que conlleven a su disposición sobre matrices ambientales y alimentarias.
 - f. Se hace necesario un estudio de línea base oficial del estado actual de niveles de mercurio en peces presentes en las diferentes cuencas hidrográficas del país.
 - g. Formular un programa de educación ambiental para orientar a la población expuesta sobre los riesgos asociados a la manipulación del mercurio y al consumo de alimentos contaminados con el mismo.

7

Recomendaciones

Desarrollar estrategias de comunicación para la obtención de capacidades tendientes a la identificación de signos y síntomas de intoxicaciones mercuriales; mediante programas educativos a profesionales de la salud y a la población en general.

Actualizar el Modelo geoestadístico de distribución espacial de concentraciones de metales tóxicos (Hg, Pb, Cd, As, Zn, Ni, Mn, entre otros), en Colombia. Este modelo da una indicación del riesgo de estos metales en la salud pública.

El Sivigila deberá generar la información al respecto de las intoxicaciones por Hg debido al consumo de alimentos y a su vez, el Ministerio de Salud y Protección Social deberá fomentar el desarrollo de estudios epidemiológicos (que involucren metodologías como: cromátidas hermanas, polimorfos nucleares, ensayo cometa y test de ames, entre otros), mediante la toma de muestras de agua y sedimento en sitios donde hay actividades de minería y en embalses para la obtención de información para realizar los modelos de dispersión y del programa de vigilancia. Implementar un modelo para el Sivigila en el que se haga captura adecuada de los casos de intoxicación crónica, como es frecuente que ocurra en el caso de los metales pesados, esto favorecido con el diagnóstico y seguimiento de un laboratorio en salud pública con más capacidad técnica.

El Sistema de Información Nacional Ambiental (SINA) deberá recopilar, organizar, analizar y presentar la información referente a contaminación por Hg y sus formas orgánicas.

Establecer un programa de vigilancia para la determinación de la concentración de Hg y MeHg en biomarcadores de exposición humana (tejidos y fluidos

biológicos), así como también en agua de consumo y alimentos, en el marco de los requerimientos de la Ley 1658 de 2013.

Establecer programas de monitoreo, determinación de niveles de MeHg en carne de pescado proveniente de la acuicultura.

El gestor de riesgo deberá establecer recomendaciones de consumo (con otras fuentes de proteína), mediante estrategias de comunicación de riesgo, de acuerdo con la información recopilada en esta evaluación y la que se genere a través de los procesos investigativos nacionales e internacionales. Lo anterior, dirigido a grupo riesgo (niños y mujeres embarazadas).

Implementar programas de intercalibración en pruebas de determinación de Hg y MeHg, a través del trabajo conjunto entre el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC), Instituto Nacional de Salud (INS), Red Nacional de Laboratorios, Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) y el Instituto Nacional de Metrología. Implementar una red de monitoreo de concentraciones de Hg en matrices ambientales (agua, suelo y aire) y alimentarias (arroz, hortalizas, frutas, lácteos y productos cárnicos, entre otras).

Realizar monitoreo a la implementación y cumplimiento del manejo integral de residuos peligrosos de las actividades asociadas a la minería y a otras actividades que utilicen Hg en su cadena productiva. Esta actividad deberá ser acompañada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corporaciones Autónomas Regionales, entre otras.

Fomentar por parte de Colciencias la financiación de proyectos de investigación orientados a la generación de nuevos materiales y de productos sustitutos del Hg en las diferentes actividades industriales que dependen de éste.

Desarrollar programas para el levantamiento de la calidad ambiental (concentraciones de Hg, entre otros) del recurso hídrico y del uso del suelo

destinado a la producción limpia en el sector acuícola. Lo anterior debe ser ejecutado a través de las Corporaciones Autónomas Regionales.

Fortalecimiento por parte del INVIMA, de las estrategias de muestreo y valoración de niveles de Hg en pescados, recursos hidrobiológicos y sus derivados procedentes del mercado internacional.

Desarrollar evaluaciones o perfiles de riesgo de Hg y MeHg en otras matrices alimenticias como el huevo, productos lácteos y cárnicos.

8

Vacíos de información

Falta información en cuanto a concentraciones de Hg y de MeHg en matrices ambientales, alimentarias y en salud pública en zonas diferentes al Caribe colombiano.

Ausencia de información actualizada al respecto de hábitos y frecuencia de consumo de alimentos por regiones. Falta de información relacionada con el consumo de pescado en mujeres embarazadas y niños, discriminando la especie.

9

Glosario

Agente neurotóxico: interfiere en la transmisión de los impulsos nerviosos, es letal cuando afecta los movimientos involuntarios, como la respiración.

Aguas lénticas: también llamadas aguas estancadas, comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua. A este grupo pertenecen los lagos, lagunas, charcas y pantanos. Se presenta una estratificación del oxígeno y de la temperatura. Además hay luz diferencial en los distintos estratos, presentándose entonces una serie de zonas o capas, generalmente 3 (zona litoral, limnética y profunda), con distintas características y organismos.

Aguas lógicas: también llamadas corrientes, incluyen todas las masas de agua que se mueven continuamente en una misma dirección. Existe por consiguiente un movimiento definido y de avance irreversible. Este sistema comprende: los manantiales, barrancos, riachuelos y ríos.

Amalgamación: son todas aquellas aleaciones de metales con Hg.

Apoptosis: la apoptosis o muerte celular programada es el proceso ordenado por el que la célula muere ante estímulos extra o intracelulares. La apoptosis es fundamental en el desarrollo de órganos y sistemas, en el mantenimiento de la homeostasis del número de células y en la defensa frente a patógenos. Es un proceso finamente regulado que cuando se altera produce graves patologías como malformaciones, defectos en el desarrollo, enfermedades autoinmunes, enfermedades neurodegenerativas o aparición de tumores.

Autismo: es un espectro de trastornos caracterizados por graves déficit del desarrollo, permanente y profundo. Afecta la socialización, la comunicación, la imaginación, la planificación y la reciprocidad emocional, y evidencia conductas repetitivas o inusuales. Los síntomas, en general, son la incapacidad

de interacción social, el aislamiento y las estereotipias (movimientos incontrolados de alguna extremidad, generalmente las manos).

Ataxia: trastorno caracterizado por la disminución de la capacidad de coordinar los movimientos musculares voluntarios.

Citotoxicidad: daño celular provocado por la acción de anticuerpos específicos o por células citotóxicas. Constituye una de las más importantes respuestas efectoras inmunitarias para la defensa contra los agentes infecciosos.

Contaminación química: es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo.

Contaminante: sustancia que se encuentra en un medio al cual no pertenece o que lo hace a niveles que pueden causar efectos (adversos) para la salud o el medio ambiente.

Copépodo: subclase de crustáceos que se caracterizan por ser agentes microscópicos, de vida libre en medio acuático y forman parte del plancton.

Diatomeas marinas: las diatomeas son una clase de Algas unicelulares microscópicas. Conocidas también como *Bacillariophyceae*, son uno de los más comunes tipos de fitoplancton. Muchas diatomeas son unicelulares, aunque algunas de ellas pueden existir como colonias en forma de filamentos o cintas (e.g. *Fragillaria*), abanicos (e.g. *Meridion*), zigzags (e.g. *Tabellaria*) o colonias estrelladas (e.g. *Asterionella*). Las diatomeas son productores dentro de la cadena alimenticia. Una característica especial de este tipo de algas es que se hallan rodeadas por una pared celular única hecha de sílice (dióxido de silicio hidratado) llamada frústula. Estas frústulas muestran una amplia variedad en su forma, pero generalmente consisten en dos partes asimétricas con una división entre ellas, se debe a esta característica el nombre del grupo. Las comunidades de diatomeas son una herramienta recurrentemente usada para la vigilancia de las condiciones medioambientales, pasadas y presentes, son también usadas para el estudio de la calidad del agua.

Ecosistemas acuáticos: son una comunidad de organismos que viven e interactúan dentro de un entorno, en este caso el agua, donde todos los animales y plantas viven. El escenario específico y el tipo de agua, como un lago de agua dulce o un saladar, determinan qué tipo de plantas y animales vivirán allí.

Eslora: la eslora es la dimensión de un barco tomada a su largo, desde la proa hasta la popa.

Especie íctica: “fauna íctica” hace referencia a los peces presentes en un lugar.

Especie iliófaga: son peces que ingieren microorganismos producidos por la descomposición de la materia, o también se alimentan de los desperdicios, o heces, de otros animales. Entre estos peces se encuentran, el sábalo.

Especies ornamentales: en el caso de los peces son especies destinadas a satisfacer necesidades de afecto y dominio en el hombre como cualquier otra mascota, la gran mayoría corresponde a especies pequeñas y de razas no comunes, los peces ornamentales proceden del hábitat natural o de criaderos donde se realiza su reproducción.

Estrés oxidativo: es un estado de la célula en la cual se encuentra alterada la homeostasis óxido-reducción intracelular, es decir el balance entre prooxidantes y antioxidantes. Este desbalance se produce a causa de una excesiva producción de especies reactivas de oxígeno (EROs) y/o por deficiencia en los mecanismos antioxidantes, conduciendo a daño celular.

Excitotoxicidad: es el proceso patológico por el cual las neuronas son dañadas y destruidas por las sobreactivaciones de receptores del neurotransmisor excitatorio glutamato, como el receptor NMDA y el receptor AMPA.

Forma metilada: la metilación es la adición de un grupo metilo ($-CH_3$) a una molécula.

Fuentes antropogénicas: efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. Normalmente se usa para describir contaminaciones

ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles. Las fuentes antropogénicas incluyen industria, agricultura, minería, transporte, construcción, urbanización y deforestación.

Genotoxicidad: capacidad de algunos elementos (físicos, químicos o biológicos) de producir alteración en el material genético por cambios en el ADN o en las estructuras intracelulares vinculadas al funcionamiento o propiedades de los cromosomas.

Ingesta diaria: estimación de la cantidad de una sustancia presente en un alimento y/o en el agua potable, expresada en función del peso corporal, que puede ser ingerida diariamente durante toda la vida sin que se aprecie un riesgo sobre la salud del consumidor y teniendo en cuenta el nivel de conocimiento en el momento de la evaluación. Generalmente, se expresa en miligramos de sustancia por kilogramo de peso corporal.

Ingesta Semanal Tolerable Provisional (PTWI): es el resultado toxicológico utilizado para los contaminantes de los alimentos, como los metales pesados, que tienen propiedades acumulativas. Su valor representa la exposición humana semanal permisible a esos contaminantes, asociados de manera inevitable con el consumo de alimentos por lo demás sanos y nutritivos.

Ingesta Semanal: representa la cantidad de alimentos o agua potable que es ingerida semanalmente.

Inmunotoxicidad: efecto tóxico en el sistema de defensa inmunológico.

Intoxicación mercurial: las primeras descripciones de los efectos tóxicos de sus vapores como riesgo laboral fueron descritos por Ellenberg en Von der Griffthigen Bensen Terupffen von Reichen der metal (1473); la investigación actual en salud ha establecido los límites de toxicidad del Hg entre 50 y 160 µg/día. El ingreso del Hg al organismo ocurre por las vías respiratoria, mediante inhalación y alcanza la sangre con una eficiencia del 80%, por vía digestiva ocurre por ingestión y por vía cutánea ocurre por contacto. Se estima que el contenido normal de Hg en el organismo humano oscila entre

1 y 13 miligramos, del cual 10% es MeHg. Su distribución en el organismo es: músculo 44 a 54%, hígado 22%, riñón 9%, sangre 9 a 15%, piel 8%, cerebro 4 a 7% e intestino 3%.

Ingesta Diaria Tolerable Provisional (PTDI): es un valor basado en datos toxicológicos que representa la ingestión tolerable para los humano de una sustancia contaminante de los alimentos, el agua potable o el medio ambiente.

Intoxicación: trastorno provocado por una sustancia toxica, envenenamiento.

MeHg: es un tipo de Hg que produce daños en el sistema nervioso central (el cerebro y la médula espinal) y la gravedad de dicho daño depende de la cantidad de tóxico que reciba el cuerpo. Muchos de los síntomas de la intoxicación con Hg son similares a los observados en una parálisis cerebral. De hecho, se cree que el MeHg es la causa de una forma de parálisis cerebral.

Neurotoxicidad: capacidad de inducir efectos adversos en el sistema nervioso central, los nervios periféricos o los órganos de los sentidos. Se considera que un producto químico es neurotóxico cuando es capaz de inducir un patrón constante de disfunción neural o cambios en la química o la estructura del sistema nervioso.

Pescado azul: el concepto de pescado azul o pescado graso, se refiere a la proporción de grasa inserta entre los músculos del pescado. La denominación azul no atiende a criterios biológicos, sino nutricionales. El pescado azul o graso es un grupo de pescados que contiene más de un 5% de grasa, la cantidad de grasa influye en la coloración, así que gran parte de los pescados grasos tienen coloración externa azul, de ahí su nombre. El pescado azul es un alimento protector cardiovascular y buen regulador de la tensión arterial, debido a su composición de ácidos grasos poliinsaturados (omega-3, etc.), que hacen disminuir el colesterol "malo" en la sangre.

Precusores químicos: sustancias indispensables o necesarias para producir otra mediante una reacción química. Son los compuestos químicos que constituyen una primera etapa en un proceso y que actúan como sustrato en las etapas posteriores.

Procesos biogeoquímicos: proceso natural mediante el cual se reciclan los elementos químicos una y otra vez entre los organismos y el ambiente. Bío se refiere a los organismos; geo a las rocas, suelo, aire y al agua del planeta; y químico a las reacciones que se realizan permitiendo el paso de un lugar a otro. Existen dos tipos de ciclos biogeoquímicos: los gaseosos y los sedimentarios. Los gaseosos tienen su depósito principal en la atmósfera, entre ellos el carbono y el nitrógeno. Los sedimentarios tienen su depósito principal en la corteza terrestre, por ejemplo el fósforo, calcio, potasio, o azufre.

Salud pública: es la responsabilidad estatal y ciudadana de protección de la salud como un derecho esencial, individual, colectivo y comunitario logrado en función de las condiciones de bienestar y calidad de vida.

Sedimento: materia que tras haber estado suspensa en un líquido se posa en el fondo del recipiente que la contiene.

Sistema hematológico: el sistema hematológico es un sistema de transporte, está compuesto por: la sangre, vasos sanguíneos, órganos que trabajan con la sangre (medula ósea, hígado y vasos linfáticos). Su función principal es llevar los materiales necesarios (oxígeno y nutrientes) a las células e intercambiarlos por el dióxido de carbono y toxinas presentes. También el mismo funciona como transporte hormonal, ayuda a la regulación de la temperatura, a mantener el balance del líquido-electrolito, y balance de los ácidos-base.

Sistema pelágico: está constituido por plancton, unidad básica de materia inorgánica en los ecosistemas acuáticos, está conformado por organismos diminutos, generalmente microscópicos que se encuentran suspendidos en el agua, el sistema pelágico también incluye fitoplancton que acumula energía lumínica solar generando oxígeno (fotosíntesis), que representa parte sustancial del que utilizan los organismos acuáticos utilizan para su respiración, Zooplancton que está compuesto por especies de tamaño pequeño con capacidad de movimiento comprende protozoarios, crustáceos, pueden ser herbívoros o carnívoros. También forman parte del sistema los mamíferos acuáticos.

10

Abreviaturas, siglas y acrónimos

BMD	Benchmark Dose / Dosis de referencia
CCI	Corporación Colombia Internacional
ENA	Encuesta Nacional de Acuicultura
EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
ENSIN	Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
INCODER	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
JECFA	Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios
NRC	National Research Council
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PTDI	Ingesta Diaria Provisional Tolerable
PTWI	Ingesta Semanal Provisional Tolerable
Ref.	Referencia bibliográfica
EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos

11

Bibliografía

1. Hightower J. Diagnosis Mercury: Money, Politics, and Poison 2009. 307 p.
2. Salvato J, Nemerow N, Agardy F. Noninfectious and noncommunicable diseases, mercury poisoning. In: Sons JW, editor. Environmental Engineering. United States of America 2003. p. 1584.
3. Mancera-Rodríguez NJ, Álvarez-León R. Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia. Acta Biológica Colombiana. 2006;11:3-23.
4. Verbel JO, Restrepo BJ. El lado gris de la minería del oro: la contaminación con mercurio en el Norte de Colombia. Colombia: Universidad de Cartagena; 2002. 123 p.
5. Pinheiro MCN, Müller RCS, Sarkis JE, Vieira JLF, Oikawa T, Gomes MSV, et al. Mercury and selenium concentrations in hair samples of women in fertile age from Amazon riverside communities. Science of The Total Environment. 2005;349(1-3):284-8.
6. Knobeloch L, Steenport D, Schrank C, Anderson H. Methylmercury exposure in Wisconsin: A case study series. Environmental Research. 2006;101(1):113-22.
7. Canuel R, Lucotte M, Grosbois SBd. Mercury cycling and human health concerns in remote ecosystems in the Americas SAPIENS [Internet]. 2009 12 June 2013. Available from: <http://sapiens.revues.org/766#sthash.c4OGLfu6.dpuf>.
8. PNUMA. Evaluación Mundial Sobre El Mercurio. Ginebra, Suiza: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; 2002. Available from: <http://www.chem.unep.ch/mercury/GMA%20in%20F%20and%20S/final-assessment-report-Nov05-Spanish.pdf>.

9. Marrugo-Negrete J, Benitez L, Olivero-Verbel J. Distribution of Mercury in Several Environmental Compartments in an Aquatic Ecosystem Impacted by Gold Mining in Northern Colombia. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2008;55(2):305-16.
10. Veiga M. Antioquia, Colombia: the world's most polluted place by mercury: impressions from two field trips Report to UNIDO – United Nations Industrial Development Organization 2010.
11. Fitzgerald WF, Clarkson TW. Mercury and monomethylmercury: present and future concerns. *Environmental Health Perspectives*. 2006;96(1):159–66.
12. US-EPA. Human Exposure. Washington, D.C: U.S. Environmental Protection Agency; 2012 [cited 2012 07 de Julio de 2012]; Available from: <http://www.epa.gov/hg/exposure.htm>.
13. Manzur F, Suárez A, Moneriz C. Efectos y controversias de los ácidos grasos omega-3: effects and controversies. *Revista Colombiana de Cardiología*. 2006;13:180-4.
14. EFSA. Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal* 2012;10(12):2985 [241 pp.].
15. Porvari P. Development of fish mercury concentrations in Finnish reservoirs from 1979 to 1994. *Science of The Total Environment*. 1998;213(1–3):279-90.
16. St.Louis VL, Rudd JWM, Kelly CA, Bodaly RA, Paterson MJ, Beaty kg, et al. The Rise and Fall of Mercury Methylation in an Experimental Reservoir†. *Environmental Science & Technology*. 2004;38(5):1348-58.
17. Tuomola L, Niklasson T, de Castro E Silva E, Hylander LD. Fish mercury development in relation to abiotic characteristics and carbon sources in a six-year-old, Brazilian reservoir. *The Science of the total environment*. 2008;390(1):177-87.
18. Morel FMM, Kraepiel AML, Amyot M. The chemical cycle and bioaccumulation of mercury. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1998;29(1):543-66.
19. Fitzgerald WF, Clarkson TW. Mercury and Monomethylmercury: Present and Future Concerns. *Environmental Health Perspectives*. 1991;96(ArticleType: research-article / Full publication date: Dec., 1991 / Copyright © 1991 The National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS)):159-66.
20. Ramírez AV. Intoxicación ocupacional por mercurio. *Anales de la Facultad de Medicina*. 2008;69(1):46-51.
21. EPA. Mercury Study Report to Congress. Chicago: Environmental Protection Agency; 1997. p. 171.
22. Selin NE. Global Biogeochemical Cycling of Mercury: A Review. *Annual Review of Environment and Resources*. 2009;34(1):43-63.
23. Engstrom DR. Fish respond when the mercury rises. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007;104(42):16394-5.
24. Gilmour C, Riedel GS, Ederington MC, Bell JT, Gill GA, Stordal MC. Methylmercury concentrations and production rates across a trophic gradient in the northern Everglades. *Biogeochemistry*. 1998;40(2-3):327-45.
25. Benoit JM, Gilmour CC, Heyes A, Mason RP, Miller CL. Geochemical and Biological Controls over Methylmercury Production and Degradation in Aquatic Ecosystems. *Biogeochemistry of Environmentally Important Trace Elements: American Chemical Society*; 2002. p. 262-97.
26. Kerin EJ, Gilmour CC, Roden E, Suzuki MT, Coates JD, Mason RP. Mercury methylation by dissimilatory iron-reducing bacteria. *Applied and environmental microbiology*. 2006;72(12):7919-21.
27. Munthe J, Bodaly RA, Branfireun BA, Driscoll CT, Gilmour CC, Harris R, et al. Recovery of mercury-contaminated fisheries. *Ambio*. 2007;36(1):33-44.
28. Porvari P, ympäristökeskus S. Sources and Fate of Mercury in Aquatic Ecosystems: Finnish Environment Institute; 2003.
29. Kim E-H, Mason RP, Porter ET, Soulen HL. The impact of resuspension on sediment mercury dynamics, and methylmercury production and fate: A mesocosm study. *Marine Chemistry*. 2006;102(3–4):300-15.
30. Wu H, Ding Z, Liu Y, Liu J, Yan H, Pan J, et al. Methylmercury and sulfate-reducing bacteria in mangrove sediments from Jiulong River Estuary, China. *Journal of Environmental Sciences*. 2011;23(1):14-21.
31. Simonin HA, Loukmas JJ, Skinner LC, Roy KM. Lake variability: Key factors controlling mercury concentrations in New York State fish. *Environmental Pollution*. 2008;154(1):107-15.
32. Richardson GM, Wilson R, Allard D, Purtill C, Douma S, Gravière J. Mercury exposure and risks from dental amalgam in the US population, post-2000. *Science of The Total Environment*. 2011;409(20):4257-68.

33. Clarkson TW. The Three Modern Faces of Mercury. *Environmental Health Perspectives*. 2002;110(1):11-23.
34. Olivero J, Mendonza C, Mestre J. Mercurio en cabello de diferentes grupos ocupacionales en una zona de minería aurífera en el Norte de Colombia. *Revista de Saúde Pública*. 1995;29:376-9.
35. Martínez XG. El mercurio como contaminante global Desarrollo de metodologías para su determinación en suelos contaminados y estrategias para la reducción de su liberación al medio ambiente: Universitat Autònoma de Barcelona.; 2004.
36. UNEP. Toolkit for Identification and Quantification of Mercury Releases. United Nations Environment Programme 2012 [cited 2012 09 de Septiembre de 2012].
37. Marrugo-Negrete J, Verbel J, Ceballos E, Benitez L. Total mercury and methylmercury concentrations in fish from the Mojana region of Colombia. *Environ Geochem Health*. 2008;30(1):21-30.
38. GDCON. Cuantificación de liberaciones antropogénicas de mercurio en Colombia, Cálculos y cuantificaciones para el año 2009. Medellín, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia y la Universidad de Antioquia; 2010. p. 81.
39. IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Agenda Nacional de Investigación en Pesca y Acuicultura. Bogotá, Colombia. 143 p. 2012.
40. CCI. Corporación Colombia Internacional, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Boletín Estadístico Pesquero y Acuícola 2010, Bogotá, Colombia. 2010.
41. Carlos A. Lasso, Francisco de Paula Gutiérrez, Mónica A. Morales Betancourt, Edwin Agudelo Córdoba, y HRG, Martínez REA. II. PESQUERÍAS CONTINENTALES DE COLOMBIA: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Bogotá: Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; 2011.
42. CCI. Corporación Colombia Internacional, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Boletín Trimestral 60. Sistema de Información de Pesca y Acuicultura. Abril – Junio 2011. 2011.
43. ENA. AGENDA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN PESCA Y ACUICULTURA: Encuesta Nacional de Acuicultura; 2011-2012.
44. FAO-INCODER. Diagnóstico del Estado de la Acuicultura en Colombia. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER; 2011.
45. Olivero J, Johnson B. El lado gris de la minería del oro: la contaminación con mercurio en el Norte de Colombia: Universidad de Cartagena; 2002.
46. Olivero-Verbel J, Johnson-Restrepo B, Mendoza-Marín C, Paz-Martínez R, Olivero-Verbel R. Mercury in the Aquatic Environment of the Village of Caimito at the Mojana Region, North of Colombia. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2004;159(1):409-20.
47. Marrugo J, Lans E, Benítez L. Hallazgo de mercurio en peces de la ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*. 2007;12:878-86.
48. Marrugo-Negrete J, Benítez LN, Olivero-Verbel J, Lans E, Gutierrez FV. Spatial and seasonal mercury distribution in the Ayapel Marsh, Mojana region, Colombia. *International Journal of Environmental Health Research*. 2010;20(6):451-9.
49. Ramírez J. Recuperación de mercurio a partir de efluentes sólidos de amalgamación y cianuración en el nordeste antioqueño [Tesis de grado]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia; 2005.
50. Ruiz Guzmán JA. Concentraciones de mercurio en peces del embalse Urra y el riesgo potencial para la salud humana [Tesis de maestría]. Montería, Colombia.: Universidad de Córdoba; 2012.
51. Carlos E. La exposición a mercurio metálico. Bogotá: Biosalud – Revista de Ciencias Básicas; 2010 [cited 2010 17 de Oct]; Available from: http://biosalud.ucaldas.edu.co/downloads/Revista%201_5.pdf.
52. Mata L, Sánchez L, Calvo M. Mercurio en leche 2003.
53. PNRQ. (Programa Nacional de Riesgos Químicos). Mercurio: cartilla informativa. Programa Nacional de Riesgos Químicos, departamento de salud ambiental, dirección nacional de determinantes de la salud e investigación, ministerio de salud nacional, Buenos Aires, Argentina. 2008 [cited 2012 Nov 26].
54. Schober Se STHJRL, et al. Blood mercury levels in us children and women of childbearing age, 1999-2000. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*. 2003;289(13):1667-74.
55. CDC. Blood and hair mercury levels in young children and women of childbearing age - United States, 1999. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2001 [cited 2012 Nov 26]; Available from: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5008a2.htm>.

56. Hansen JC. Human exposure to metal through consumption of marine foods: A case study of exceptionally high intake among Greenlanders. Heavy metals in the marine environment. Florida 1990. p. 227-43.
57. AMAP. Assessment report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo 1998.
58. NRC. National Research Council: Toxicological Effects of Methylmercury. Washington, DC: National Academy Press; 2000.
59. Hansen JC, Pedersen HS. Environmental exposure to heavy metals in North Greenland. Arctic medical research. 1986;41:21-34.
60. Feng Q, Suzuki Y, Hisashige A. Hair Mercury Levels of Residents in China, Indonesia, and Japan. Archives of Environmental Health: An International Journal. 1998;53(1):36-43.
61. Suzuki T, Imura N, Clarkson TW. Advances in Mercury Toxicology: Springer; 1992.
62. Malm O, Guimarães JD. Biomonitoring Environmental Contamination with Metallic and Methylmercury in Amazon Gold Mining Areas, Brazil. In: Azcue J, editor. Environmental Impacts of Mining Activities: Springer Berlin Heidelberg; 1999. p. 41-54.
63. Crespo-López ME, Macêdo GL, Pereira SID, Arrifano GPF, Picanço-Diniz DLW, Nascimento JLMd, et al. Mercury and human genotoxicity: Critical considerations and possible molecular mechanisms. Pharmacological Research. 2009;60(4):212-20.
64. Vasconcellos MBA, Paletti G., Catharino, M.G.M., Saiki, M., Fávaro, D.I.T., Baruzzi, R.G., Rodrigues, D.A., Byrne, A.R. and Forti, M.C. Studies on mercury exposure of some Brazilian populational groups living in the Amazonian region by means of hair analysis. 1998 [cited 2012 Nov 26]; Available from: <http://www.chem.unep.ch/mercury/2001-gov-sub/sub68govatt1.pdf>.
65. Fréry N, Jouan, M., Maillot, E. and Deheeger M. Exposition au mercure de la population amérindienne Wayana de Guyane. INVS (Institut de Veille Sanitaire), June 1999. 1999 [cited 2012 Nov 26]; Available from: <http://www.invs.sante.fr/publications/mercure/>.
66. SIVIGILA, Muñoz Guerrero MN, Dominguez Majin LJ. Vigilancia epidemiológica de la Intoxicación con Mercurio Colombia, 2007 a 2011. Informe Quincenal Epidemiológico Nacional IQEN. 2013;18(4):42-56.
67. Olivero-Verbel J, Caballero-Gallardo K, Negrete-Marrugo J. Relationship Between Localization of Gold Mining Areas and Hair Mercury Levels in People from Bolívar, North of Colombia. Biol Trace Elem Res. 2011;144(1-3):118-32.
68. Gracia H L, Marrugo N JL, Alvis R EM. Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia, 2009. Revista Facultad Nacional de Salud Pública. 2010;28:118-24.
69. Auger N, Kofman O, Kosatsky T, Armstrong B. Low-Level Methylmercury Exposure as a Risk Factor for Neurologic Abnormalities in Adults. Neurotoxicology. 2005;26(2):149-57.
70. Olivero-Verbel J, Johnson-Restrepo B, Baldiris-Avila R, Güette-Fernández J, Magallanes-Carreazo E, Vanegas-Ramírez L, et al. Human and crab exposure to mercury in the Caribbean coastal shoreline of Colombia: Impact from an abandoned chlor-alkali plant. Environment International. 2008;34(4):476-82.
71. US-EPA. Methods 245.1, 245.5 and 245.6 for determination of mercury in water and tissues. Cincinnati, Ohio.: U.S. Environmental protection Agency; 1994.
72. Sadiq M, Zaidi TH, Al-Mohana H. Sample weight and digestion temperature as critical factors in mercury determination in fish. Bull Environ Contam Toxicol. 1991;47(3):335-41.
73. Agah H, Leermakers M, Gao Y, Fatemi SMR, Katal MM, Baeyens W, et al. Mercury accumulation in fish species from the Persian Gulf and in human hair from fishermen. Environ Monit Assess. 2010;169(1-4):203-16.
74. Magos L, Clarkson TW. Atomic absorption determination of total, inorganic and organic mercury in blood. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 1972;55(1):966-71.
75. Diez S, Montuori P, Querol X, Bayona JM. Total Mercury in the Hair of Children by Combustion Atomic Absorption Spectrometry (Comb-AAS). Journal of Analytical Toxicology. 2007;31(3):144-9.
76. Cizdziel JV, Gerstenberger S. Determination of total mercury in human hair and animal fur by combustion atomic absorption spectrometry. Talanta. 2004;64(4):918-21.
77. AOAC. Method 977.15. Mercury in fish, Alternative Flameless Atomic Absorption Spectrophotometric Method. AOAC Official Method. 1978.
78. Chiavarini S, Cremisini C, Ingrao G, Morabito R. Determination of methylmercury in human hair by capillary GC with electron capture detection. Applied Organometallic Chemistry. 1994;8(7-8):563-70.
79. Hight SC, Cheng J. Determination of methylmercury and estimation of total mercury in seafood using high performance liquid

- chromatography (HPLC) and inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS): Method development and validation. *Analytica Chimica Acta*. 2006;567(2):160-72.
80. Sarmani SB, Hassan RB, Abdullah MP, Hamzah A. Determination of mercury and methylmercury in hair samples by neutron activation. *J Radioanal Nucl Chem*. 1997;216(1):25-7.
 81. Korolczuk M, Rutyna I. New methodology for anodic stripping voltammetric determination of methylmercury. *Electrochemistry Communications*. 2008;10(7):1024-6.
 82. Metrohm. Determination of mercury at the rotating gold electrode by anodic stripping voltammetry. In: Metrohm, editor. *Application Bulletin 96/5 e*.
 83. AOAC. Official Method 983.20 Mercury (Methyl) in Fish and Shellfish Gas Chromatographic Journal of AOAC International. 1988.
 84. PNUMA/FAO/OIEA. Determinación de MeHg en organismos marinos seleccionados, por cromatografía de gases. Métodos de referencia para Estudios de Contaminación Marina No 13. Monaco 1987. p. 12.
 85. Johnston JJ, Snow JL. Population-Based Fish Consumption Survey and Probabilistic Methylmercury Risk Assessment. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 2007;13(6):1214-27.
 86. Spada L, Annicchiarico C, Cardellicchio N, Giandomenico S, Di Leo A. Mercury and methylmercury concentrations in Mediterranean seafood and surface sediments, intake evaluation and risk for consumers. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2012;215(3):418-26.
 87. Smith JC, Farris FF. Methyl Mercury Pharmacokinetics in Man: A Reevaluation. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 1996;137(2):245-52.
 88. Shenker BJ, Guo TL, Shapiro IM. Low-Level Methylmercury Exposure Causes Human T-Cells to Undergo Apoptosis: Evidence of Mitochondrial Dysfunction. *Environmental Research*. 1998;77(2):149-59.
 89. Satoh H. Occupational and Environmental Toxicology of Mercury and Its Compounds. *INDUSTRIAL HEALTH*. 2000;38(2):153-64.
 90. Tarras-Wahlberg NH, Flachier A, Lane SN, Sangfors O. Environmental impacts and metal exposure of aquatic ecosystems in rivers contaminated by small scale gold mining: the Puyango River basin, southern Ecuador. *Science of The Total Environment*. 2001;278(1-3):239-61.
 91. Walker CH. Principles of Ecotoxicology: C.H. Walker...[et Al.]. Taylor & Francis Group; 2006. p. 231.
 92. Falandysz J. Mercury in mushrooms and soil of the Tarnobrzaska Plain, South-Eastern Poland. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 2002;37(3):343-52.
 93. Pereira P, Pablo Hd, Vale C, Pacheco M. Combined use of environmental data and biomarkers in fish (*Liza aurata*) inhabiting a eutrophic and metal-contaminated coastal system – Gills reflect environmental contamination. *Marine Environmental Research*. 2010;69(2):53-62.
 94. Hall BD, St. Louis VL. Methylmercury and Total Mercury in Plant Litter Decomposing in Upland Forests and Flooded Landscapes. *Environmental Science & Technology*. 2004;38(19):5010-21.
 95. Wasserman JC, Hacon S, Wasserman MA. Biogeochemistry of Mercury in the Amazonian Environment. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. 2003;32(5):336-42.
 96. Simoneau M, Lucotte M, Garceau S, Laliberté D. Fish growth rates modulate mercury concentrations in walleye (*Sander vitreus*) from eastern Canadian lakes. *Environmental Research*. 2005;98(1):73-82.
 97. Evans MS, Lockhart WL, Doetzel L, Low G, Muir D, Kidd K, et al. Elevated mercury concentrations in fish in lakes in the Mackenzie River Basin: The role of physical, chemical, and biological factors. *Science of The Total Environment*. 2005;351-352(0):479-500.
 98. Sampaio da Silva D, Lucotte M, Paquet S, Davidson R. Influence of ecological factors and of land use on mercury levels in fish in the Tapajós River basin, Amazon. *Environmental Research*. 2009;109(4):432-46.
 99. Kasper D, Palermo EFA, Dias ACMI, Ferreira GL, Leitão RP, Branco CWC, et al. Mercury distribution in different tissues and trophic levels of fish from a tropical reservoir, Brazil. *Neotropical Ichthyology*. 2009;7:751-8.
 100. Régine M-B, Gilles D, Yannick D, Alain B. Mercury distribution in fish organs and food regimes: Significant relationships from twelve species collected in French Guiana (Amazonian basin). *Science of The Total Environment*. 2006;368(1):262-70.
 101. Mason RP, Reinfelder JR, Morel FMM. Uptake, Toxicity, and Trophic Transfer of Mercury in a Coastal Diatom. *Environmental Science & Technology*. 1996;30(6):1835-45.
 102. Monterroso P, Abreu SN, Pereira E, Vale C, Duarte AC. Estimation of

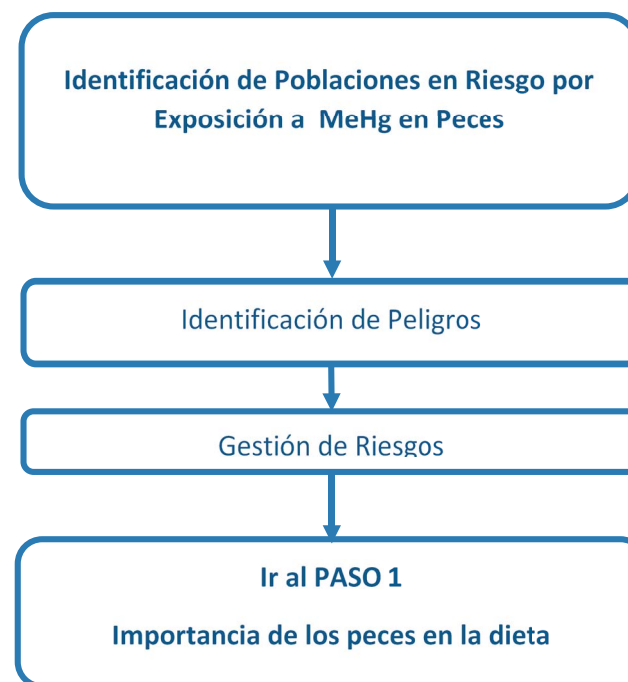
- Cu, Cd and Hg transported by plankton from a contaminated area (Ria de Aveiro). *Acta Oecologica*. 2003;24, Supplement 1(0):S351-S7.
103. Stafford CP, Haines TA. Mercury contamination and growth rate in two piscivore populations. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2001;20(9):2099-101.
 104. Pickhardt PC, Folt CL, Chen CY, Klaue B, Blum JD. Impacts of zooplankton composition and algal enrichment on the accumulation of mercury in an experimental freshwater food web. *Science of The Total Environment*. 2005;339(1-3):89-101.
 105. JECFA. Sixty-seventh meeting. Summary and Conclusions. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. JECFA/67/SC(11pp). 2006 [cited 2012 Nov 26]; Available from: <ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa61sc.pdf>.
 106. Groth E. Mercurio en pescado. Un problema para la salud mundial. . New York 2009 [cited 2012 26 de Sep]; Available from: http://www.zeromercury.org/phocadownload/Publications/Publications_2009/execsumm_spana4.pdf.
 107. Lewerenz HJ. Methylmercury (Environmental Health Criteria No. 101). 144 Seiten, 5 Abb. 11 Tab. World Health Organization, Geneva 1990. Preis: 16, — Sw.fr.; 12,80 US \$. Food / Nahrung. 1991;35(3):326-7.
 108. IARC. Beryllium, Cadmium, Mercury, and Exposures in the Glass Manufacturing Industry: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. International Agency for Research on Cancer: Stylus Pub Llc; 1993.
 109. Harada M. Minamata Disease: Methylmercury Poisoning in Japan Caused by Environmental Pollution. *Critical Reviews in Toxicology*. 1995;25(1):1-24.
 110. Schochet Ss. The Pathology of Minamata Disease. A Tragic Story of Water Pollution. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*. 2000;59(2):175.
 111. WHO/IPCS. Methylmercury. Environmental Health Criteria No 101, World Health Organisation, International Programme on Chemical Safety (IPCS). Geneva, Switzerland 1990.
 112. Salonen JT, Seppänen K, Nyyssönen K, Korpela H, Kauhanen J, Kantola M, et al. Intake of Mercury From Fish, Lipid Peroxidation, and the Risk of Myocardial Infarction and Coronary, Cardiovascular, and Any Death in Eastern Finnish Men. *Circulation*. 1995;91(3):645-55.
 113. Rissanen T, Voutilainen S, Nyyssönen K, Lakka TA, Salonen JT. Fish Oil-Derived Fatty Acids, Docosahexaenoic Acid and Docosapentaenoic Acid, and the Risk of Acute Coronary Events: The Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. *Circulation*. 2000;102(22):2677-9.
 114. Zahir F, Rizwi SJ, Haq SK, Khan RH. Low dose mercury toxicity and human health. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2005;20(2):351-60.
 115. FAO/WHO. Expert Committee on Food Additives. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Food Additives Series No. 44. World Health Organisation; 2000.
 116. Ikeda Y, Tobe M, Kobayashi K, Suzuki S, Kawasaki Y, Yonemaru H. Long-term toxicity study of methylmercuric chloride in monkeys (First report). *Toxicology*. 1973;1(4):361-75.
 117. Munro IC NE, Charbonneau SM, Junkins B, Zawidzka Z. Chronic toxicity of methylmercury in the rat. *J Environ Pathol Toxicol*. 1980;3(5-6):437-47.
 118. Lee C-H, Lin R-H, Liu SH, Lin-Shiau S-Y. Distinct genotoxicity of phenylmercury acetate in human lymphocytes as compared with other mercury compounds. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. 1997;392(3):269-76.
 119. Silbergeld EK, Silva IA, Nyland JF. Mercury and autoimmunity: implications for occupational and environmental health. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2005;207(2, Supplement):282-92.
 120. Johansen P, Mulvad G, Pedersen HS, Hansen JC, Rigt F. Human accumulation of mercury in Greenland. *Science of The Total Environment*. 2007;377(2-3):173-8.
 121. Chang J-W, Chen H-L, Su H-J, Liao P-C, Guo H-R, Lee C-C. Simultaneous exposure of non-diabetics to high levels of dioxins and mercury increases their risk of insulin resistance. *Journal of Hazardous Materials*. 2011;185(2-3):749-55.
 122. de Marco KC, Antunes LMG, Tanus-Santos JE, Barbosa Jr F. Intron 4 polymorphism of the endothelial nitric oxide synthase (eNOS) gene is associated with decreased NO production in a mercury-exposed population. *Science of The Total Environment*. 2012;414(0):708-12.
 123. Virtanen JK, Rissanen TH, Voutilainen S, Tuomainen T-P. Mercury as a risk factor for cardiovascular diseases. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2007;18(2):75-85.

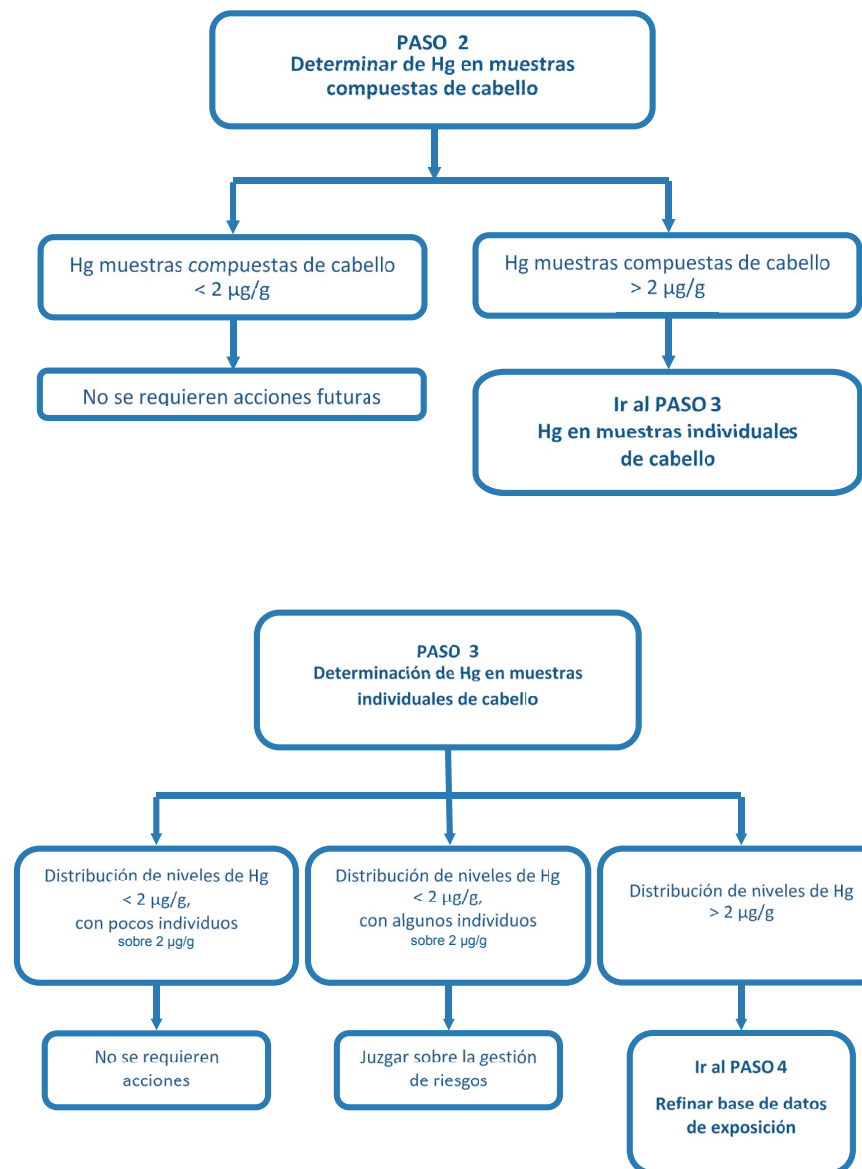
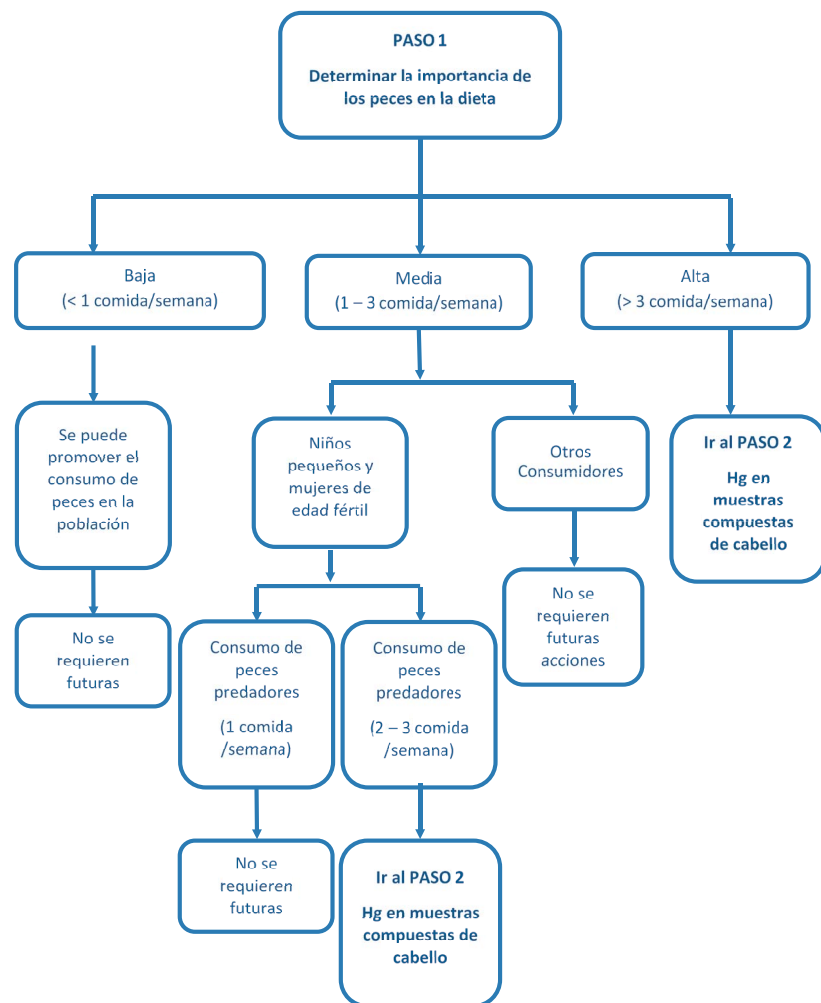
124. Furieri LB, Fioresi M, Junior RFR, Bartolomé MV, Fernandes AA, Cachoeiro V, et al. Exposure to low mercury concentration in vivo impairs myocardial contractile function. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2011;255(2):193-9.
125. Gallagher CM, Meliker JR. Mercury and thyroid autoantibodies in U.S. women, NHANES 2007–2008. *Environment International*. 2012;40(0):39-43.
126. Ursinyova M, Uhnakova I, Serbin R, Masanova V, Husekova Z, Wsolova L. The Relation Between Human Exposure to Mercury and Thyroid Hormone Status. *Biological Trace Element Research*. 1-11.
127. Choy CMY, Yeung QSY, Briton-Jones CM, Cheung C-K, Lam CWK, Haines CJ. Relationship between semen parameters and mercury concentrations in blood and in seminal fluid from subfertile males in Hong Kong. *Fertility and Sterility*. 2002;78(2):426-8.
128. Karagas MR, Choi AL, Oken E, Horvat M, Schoeny R, Kamai E, et al. Evidence on the Human Health Effects of Low Level Methylmercury Exposure. *Environ Health Perspect*. 2012.
129. Barboni MTS, da Costa MF, Moura ALda, Feitosa-Santana C, Gualtieri M, Lago M, et al. Visual field losses in workers exposed to mercury vapor. *Environmental Research*. 2008;107(1):124-31.
130. Bridges CC, Battle JR, Zalups RK. Transport of thiol-conjugates of inorganic mercury in human retinal pigment epithelial cells. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2007;221(2):251-60.
131. Nevado JJB, Martín-Doimeadios RCR, Moreno MJ, do Nascimento JLM, Herculano AM, Crespo-López ME. Mercury speciation analysis on cell lines of the human central nervous system to explain genotoxic effects. *Microchemical Journal*. 2009;93(1):12-6.
132. Farina M, Aschner M, Rocha JBT. Oxidative stress in MeHg-induced neurotoxicity. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2011;256(3):405-17.
133. Rohling ML, Demakis GJ. A Meta-Analysis of the Neuropsychological Effects of Occupational Exposure to Mercury. *The Clinical Neuropsychologist*. 2006;20(1):108-32.
134. Ceccatelli S, Daré E, Moors M. Methylmercury-induced neurotoxicity and apoptosis. *Chemico-Biological Interactions*. 2010;188(2):301-8.
135. Farina M, Rocha JBT, Aschner M. Mechanisms of methylmercury-induced neurotoxicity: Evidence from experimental studies. *Life Sciences*. 2011;89(15–16):555-63.
136. Geier DA, Geier MR. A Prospective Study of Mercury Toxicity Biomarkers in Autistic Spectrum Disorders. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. 2007;70(20):1723-30.
137. Bernard S, Enayati A, Redwood L, Roger H, Binstock T. Autism: a novel form of mercury poisoning. *Medical Hypotheses*. 2001;56(4):462-71.
138. Barcelos GRM, Angeli JPF, Serpeloni JM, Grotto D, Rocha BA, Bastos JK, et al. Quercetin protects human-derived liver cells against mercury-induced DNA-damage and alterations of the redox status. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. 2011;726(2):109-15.
139. JECFA. Sixty-first Meeting. Summary and Conclusions. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. JECFA/61/SC(22pp.). . FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; 2003; Available from: <ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa61sc.pdf>.
140. Atchison WD, Hare MF. Mechanisms of methylmercury-induced neurotoxicity. *The FASEB Journal*. 1994;8(9):622-9.
141. FAO/WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants : sixty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. In: Additives FWECof, editor. WHO Technical Report Series. Rome, Italy: FAO/WHO; 2006.
142. Nakagawa R, Yumita Y, Hiromoto M. Total mercury intake from fish and shellfish by Japanese people. *Chemosphere*. 1997;35(12):2909-13.
143. UNEP. Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. UNEP. UNEP(DTIE)/Hg/INC.2 /INF/3. Geneva: United Nations Environment Programme 2010.
144. von Rein K, Hylander LD. Experiences from phasing out the use of mercury in Sweden. *Reg Environ Change*. 2000;1(3-4):126-34.
145. Pirrone N. Mercury Research in Europe: Towards the preparation of the New EU Air Quality Directive. Rende, Italy: CNR-Institute for Atmospheric Pollution; 2001 [cited 2012 Nov 26]; Available from: <http://www.cprm.gov.br/pgagem/Manuscripts/pirronenmercury.htm>.
146. Castilhos ZC, Rodrigues-Filho S, Rodrigues APC, Villas-Bôas RC, Siegel S, Veiga MM, et al. Mercury contamination in fish from gold mining areas in Indonesia and human health risk assessment. *Science of The Total Environment*. 2006;368(1):320-5.

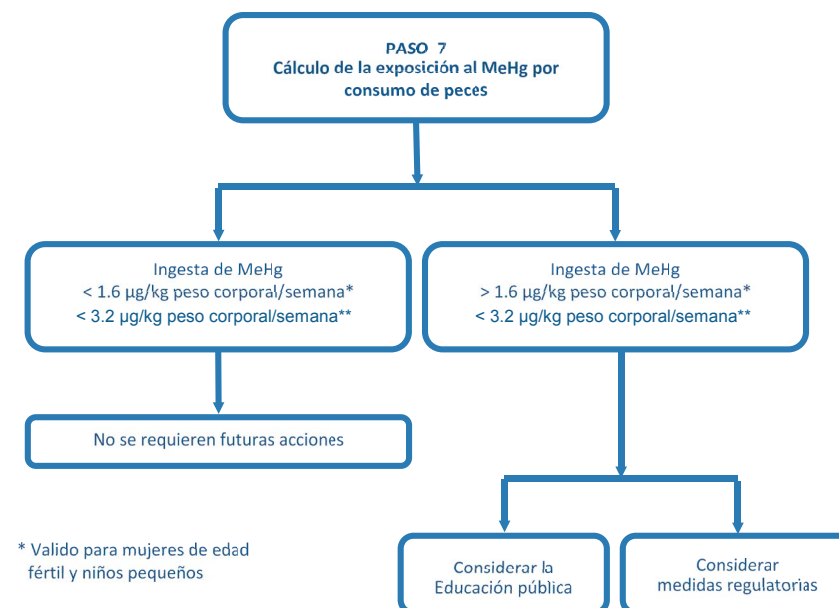
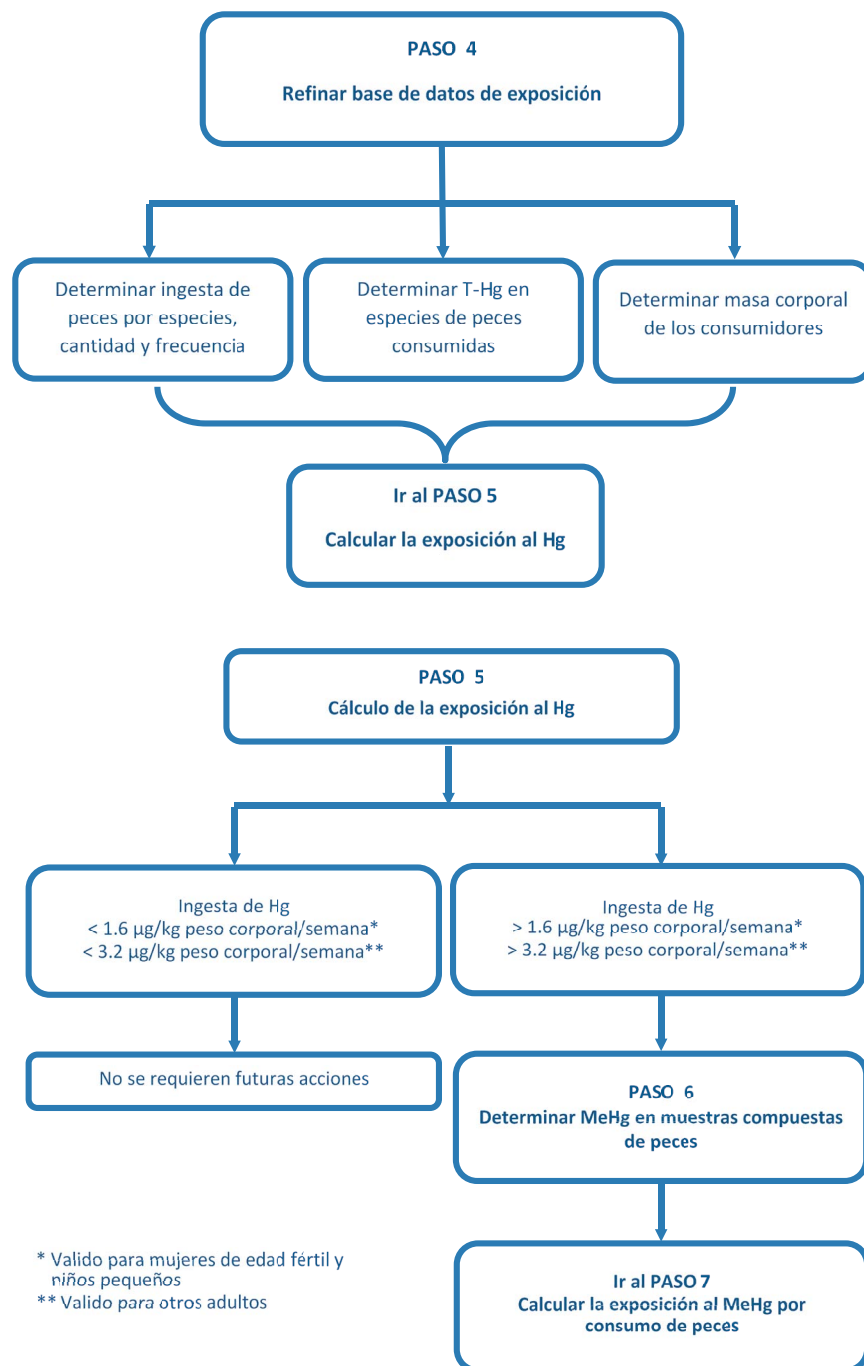
147. Ruiz Córdoba J, Sánchez H, CM. PM, editors. Seminario Internacional sobre Clínica del Mercurio. Memorias. Medición de las concentraciones de mercurio y controles ambientales en la quema de amalgamas provenientes de la minería; 2003.
148. Alvarez S, Jessick A, Palacio J, Kolok A. Methylmercury Concentrations in Six Fish Species from Two Colombian Rivers. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2012;88(1):65-8.
149. Cogua P. Estudio comparativo del flujo de mercurio a través de redes detritívoras y planctívoras en un estuario tropical. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Doctora en Ciencias-Biología: Universidad Nacional de Colombia; 2011.
150. ENSI. Encuesta de la Situación Nutricional de los colombianos 2005. In: Encuesta de la Situación Nutricional de los colombianos P, Instituto Nacional de Salud, Escuela de Nutrición y Dietética Universidad de Antioquia, Organización Panamericana de la Salud, editor. Bogota: ICBF; 2005.
151. Decreto-3518. Decreto 3518 del 9 de Octubre de 2006. Por el cual se crea y reglamenta el Sistema de Vigilancia en Salud Pública y se dictan otras disposiciones. 2006.
152. INS. Instituto Nacional de Salud de Colombia, Protocolo de vigilancia y control de la intoxicación por mercurio. 2012.
153. Lacerda LD, Marins RV. Anthropogenic mercury emissions to the atmosphere in Brazil: The impact of gold mining. *Journal of Geochemical Exploration*. 1997;58(2-3):223-9.
154. Pirrone N, Cinnirella S, Feng X, Finkelman R, Friedli H, Leaner J, et al. Global Mercury Emissions to the Atmosphere from Natural and Anthropogenic Sources. In: Mason R, Pirrone N, editors. *Mercury Fate and Transport in the Global Atmosphere*: Springer US; 2009. p. 1-47.
155. UNEP. Global Mercury Assessment. Geneva, Switzerland United Nations Environment Programme Chemicals; 2002.
156. Naturvårdsverket. Mercury in the environment. Problems and remedial measures in Sweden. Naturvårdsverket. As cited by von Rein and Hylander (2000). Solna, Sweden 1991. p. 36.
157. Håkanson L, Nilsson Å, Andersson T. Mercury in the Swedish mor layer — linkages to mercury deposition and sources of emission. *Water, Air, & Soil Pollution*. 1990;50(3-4):311-29.
158. Iverfeldt Å, Munthe J, Brosset C, Pacyna J. Long-term changes in concentration and deposition of atmospheric mercury over Scandinavia. *Water, Air, & Soil Pollution*. 1995;80(1-4):227-33.
159. Johansson K, Bergbäck B, Tyler G. Impact of Atmospheric Long Range Transport of Lead, Mercury and Cadmium on the Swedish Forest Environment. *Water, Air, & Soil Pollution: Focus*. 2001;1(3-4):279-97.
160. Louekari K, Mukherjee, A.B. and Verta, M. Changes in human dietary intake of mercury in polluted areas in Finland between 1967 and 1990. In: Watras CJ, J.W., editor. *Mercury pollution, Integration and Synthesis*. Finland: CRC Press, Lewis Publishers; 1994. p. 705-11.
161. US-EPA. Mercury update: Impact on fish advisories. EPA Fact sheet, June 2001. 2001 [cited 2012 Nov 26]; Available from: <http://www.epa.gov/ost/fish>.
162. Burger J, Gochfeld M. Selenium/mercury molar ratios in freshwater, marine, and commercial fish from the USA: variation, risk, and health management. *Reviews on Environmental Health* 2013. p. 129.
163. Ralston NVC, Raymond LJ. Dietary selenium's protective effects against methylmercury toxicity. *Toxicology*. 2010;278 (1):112-23.

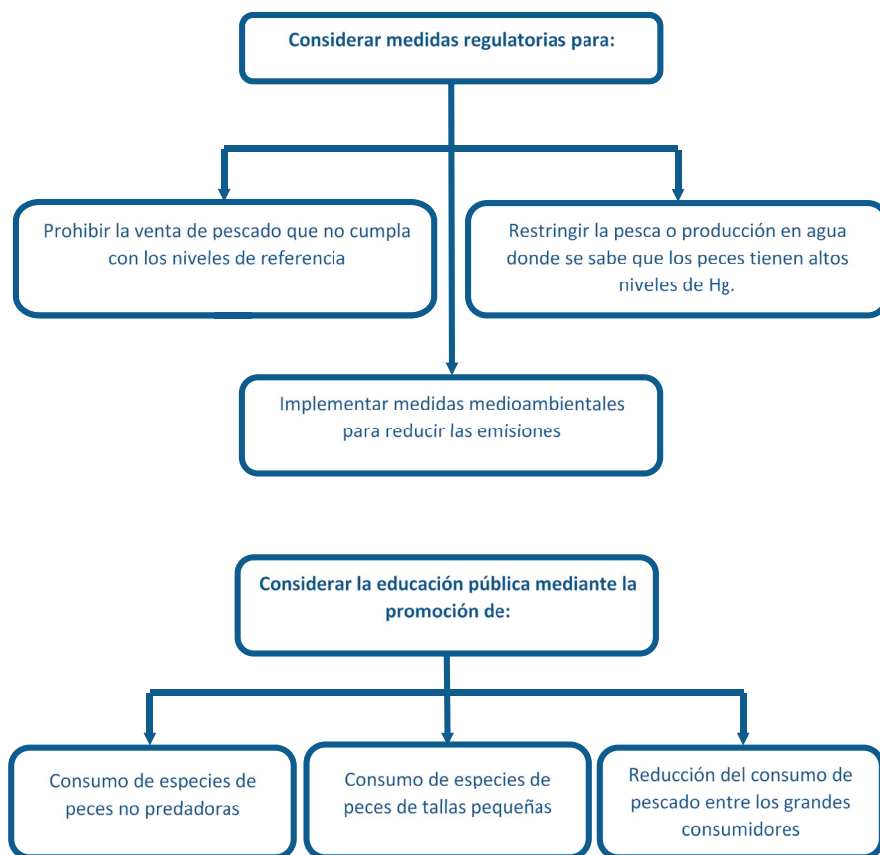
Anexos

Anexo 1. Diagrama de propuesta de acciones para la vigilancia y control









Fuente: grupo de redacción ERIA

AGRADECIMIENTOS

A la Organización Mundial del Comercio (OMC) la cual a través de la donación de recursos del Fondo para la Aplicación de Normas y el Fomento del Comercio (FANFC) patrocinó el proyecto "Fortalecimiento de la Unidad de Evaluación de Riesgo para la Inocuidad de Alimentos (UERIA) para Colombia, en cumplimiento del Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio".

Al Ministerio de Salud y Protección Social, especialmente a la Ingeniera Claudia Patricia Moreno Barrera por su interés y compromiso.

Al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), especialmente a la Dra. María del Pilar Agudelo, por su valioso apoyo en la organización y logística para el desarrollo de este trabajo.

A la Subdirección de Alimentos y Bebidas Alcohólicas del INVIMA, especialmente el grupo de riesgos químicos, por el suministro de la información y aportes necesarios en el proceso.

A Joseph Ruano, por la diagramación de las diversas figuras que se presentan en este documento.

www.ins.gov.co



Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública
Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos

Bogotá D. C. Colombia
PBX: (57+1) 220 77 00 ext. 1333

Línea Gratuita Nacional 01 8000 113 400
contactenos@ins.gov.co

Artículo de
InvestigaciónImpactos de las pesquerías de *Calophrys macropterus* un riesgo para salud pública y la conservación de los delfines de río en Colombia

Federico Mosquera-Guerra¹,
Fernando Trujillo¹, Dalila
Caicedo-Hererra¹, Johana Zoque-
Cancelado¹ y Hugo Mantilla-
Meluk^{2*}

¹Fundación Omacha, Bogotá, Colombia.

²Programa de Biología, Universidad del Quindío.

Autor para Correspondencia*:
hugo.mantillameluk@gmail.com

Recibido 05 de julio de 2015.
Aceptado 25 de diciembre 2015.

Resumen

Esta investigación hace parte de un esfuerzo interinstitucional realizado entre la Fundación Omacha y el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamento y Alimentos (INVIMA) en aras de establecer la concentración de mercurio total (Hg) en tejido de *Calophrys macropterus* (mota, simí, piracatinga o surubu). Se colectaron 190 especímenes (LE) entre los 30 - 45 cm⁻¹, se extrajeron 200gr de músculo de cada muestra procedente de las localidades de Leticia - Amazonas (N: 64), Bogotá-D.C (N: 63) e Inírida - Guainía (N: 63). La concentración de mercurio total (Hg) se realizó a través del método de absorción atómica en vapor en frío. Los resultados obtenidos permitieron establecer que el mayor porcentaje de muestras con concentraciones de mercurio total (Hg) por encima del 0,5 mg/kg⁻¹ valor establecido como límite por la Organización Mundial de la Salud (OMS) fue registrado en la localidad de Puerto Inírida (Guainía) con el 60,3% (N=38), seguido de la ciudad de Leticia (Amazonas) 56% (N=36) y Bogotá (D.C) 54% (N=34). Finalmente el 57% (N=108) del total de las muestras analizadas presentaron niveles de mercurio total (Hg) por encima de la normatividad nacional y lo establecido por la (OMS). Estos resultados permiten concluir que el consumo habitual de la carne de esta especie de pez es un riesgo potencial para la salud de sus consumidores habituales por la bioacumulación de mercurio total (Hg) igualmente las pesquerías de esta especie se realizan a través de capturas dirigidas a delfines de río, manatíes y caimanes empleados como carnada, principalmente en Brasil y Perú.

Palabras claves: Amenazas, ambiente, bioacumulación, conservación, Hg y mota.

Abstract

This research is part of an interagency effort between Omacha Foundation and the National Institute for Drug and Food Surveillance (INVIMA) in order to establish the concentration of total mercury (Hg) in tissue *Calophrys macropterus* (Speck, Simi, piracatinga or surubu). 190 specimens (LE) were collected between 30-45 cm⁻¹, extracted 200g muscle sample from each of the towns of Leticia - Amazonas (N: 64), Bogota DC (N: 63) and Inírida - Guainía (N: 63). The concentration of total mercury (Hg) was made by the method of atomic absorption cold vapor. The obtained results it was established that the highest percentage of samples with concentrations of total mercury (Hg) above 0.5 mg / kg⁻¹ limit value set by the World Health Organization (WHO) was recorded in the town Puerto Inírida (Guainía) to 60.3% (N = 38), followed by the city of Leticia (Amazonas) 56% (N = 36) and Bogota (DC) 54% (N = 34). Finally, 57% (N = 108) of all samples tested had levels of total mercury (Hg) above the national regulations and the provisions of the (WHO). These results suggest that regular consumption of meat of this species of fish is a potential risk to the health of its regular users by the bioaccumulation of total mercury (Hg) also this species fisheries are conducted through a directed catch river dolphins, manatees and alligators used as bait, mainly in Brazil and Peru.

Key words: Threats, environment, bioaccumulation, conservation, Hg and speck.

Introducción

Esta investigación relaciona los resultados obtenidos en la determinación de la concentración de mercurio total (Hg) en tejido de la especie (*Calophrys macropterus*) a través del método de absorción atómica en vapor frío. El tamaño muestral (N: 190) se estableció empleando el software usado por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamento y Alimentos (INVIMA) en este tipo de estudios. Las muestras se obtuvieron de peces comercializados en las localidades de Leticia, Amazonas (N: 64), Bogotá D.C (N: 63) e Inírida, Guainía (N: 63). Esta iniciativa hace parte del esfuerzo interinstitucional del orden nacional e internacional impulsado por la Fundación Omacha, WWF-Colombia, INVIMA y Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), auspiciado por Whitley Fund Nature desde el año 2003 en aras de mitigar el uso de delfines, caimanes y manatíes como carnada en las pesquerías del mota.

Las capturas dirigidas a grandes vertebrados acuáticos en condición de amenaza para la Amazonia tienen un especial énfasis en el delfín rosado de río conocido científicamente como *Inia geoffrensis*: VU A1cd (UICN, 2007), VU A2acde +

3 de (Rodríguez-M *et al.* 2006) y Apéndice II del CITES y está siendo utilizado en la pesca de mota (*Caophrys macropterus*) convirtiéndose en una problemática regional de gran impacto. Este conflicto se ha venido documentando desde los años 2004 y 2005, cuando se realizó el primer análisis de esta pesquería en el trapezio Amazónico colombiano. La evaluación reveló que la captura de este pez se ha incrementado como resultado de la disminución del capaz (*Pimelodus* sp.) en el río Magdalena, generando un mercado de gran importancia económica para la región (Gómez *et al.* 2008). Esta actividad ha venido ocasionando conflictos de orden social y ambiental, ya que se ha consolidado una pesquería alrededor de una especie de hábitos carroñeros que debido a su rol trófico tiende a bioacumular o biomagnificar metales pesados como el mercurio (Hg), además de este riesgo para la salud de los consumidores habituales de la especie, se estima que en proceso de captura de 300 Kg de mota se emplea en promedio un delfín y que con la estadística anual de comercialización de 140.000 kilogramos de mota que ingresan al país bajo el nombre de capaz o capaceta (Gómez *et al.* 2008; Trujillo *et al.* 2010), se

estarían sacrificando alrededor de 1.600 delfines/año sólo para el área de Mamiraguá convirtiéndose en una amenaza real para la conservación de la especie (Da Silva y Martín 2007) y un riesgo para la salud pública en Colombia.

Este amenaza ha sido expuesta igualmente por parte de Institutos de Investigaciones Científicas como el SINCHI, en su publicación “Bagres de la Amazonia colombiana: un recurso sin fronteras” (2000), que resumió la reglamentación pesquera para la región, donde el INDIRENA (Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente) ya había expedido normatividad alrededor del aprovechamiento sostenible de la especie como otros bagres a través de los Acuerdos N° 00015 de 1987 y 00075 de 1989. En el año 2011 el Catálogo de los Recursos Pesqueros Continentales de Colombia (IavH, 2011), expone que alto incremento en los volúmenes comercializados de este pez se podría convertir en una problemática ambiental. En este sentido la AUNAP en el 2013 comenzó una campaña sobre el Consumo responsable de pescado que incluía los diferentes niveles de comercialización (pequeños, medianos y grandes comerciantes), para distinguir bien entre las dos especies de Siluridos y evitar el engaño al consumidor. En el año 2014 la Universidad de los Andes y la Fundación Omacha publican en la revista EcoHealth una investigación donde exponen las altas concentraciones de mercurio en tejido de la especie comercializadas en ocho localidades y cuyos resultados se encontraban por encima de los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (0,5 µg por gramo de carne) para el consumo humano (Salinas *et al.* 2014). Ese mismo año y dada la presión internacional el gobierno Brasileiro a través del Ministerio Público Federal y la Procuraduría de la República no Estado do Amazonas expiden a través de la Recomendación N° 74, ICP n. 1.13.000.00079/2012-61 una moratoria comercial para la especie al interior del territorio brasileiro igualmente en Colombia la Dirección de Alimentos y Bebidas del INVIMA emite un comunicado de prensa a finales de 2014 donde recomienda a los colombianos no consumir la carne de este pescado conocido como MOTA (*Calophrys macropterus*); hasta obtener los resultados de su Plan de Muestreo de Metales pesados (Hg) en los recursos hidrobiológicos continentales.

Metodología

Área de estudio

Las localidades de estudio donde se realizaron las colectas de muestras de la especie *Calophrys macropterus* (mota) se realizó en los departamentos de Amazonas, Leticia (N:63); Guainía, Inírida (N:63) y el Distrito Capital, Bogotá (N:64), comprendiendo puertos de desembarque y lugares de comercialización de esta especie como plazas de mercado (Figura 1).



Figura 1. Ubicación espacial de las localidades de Bogotá, Leticia e Inírida donde fueron colectadas las muestras de *Calophrys macropterus*.

Descripción de la especie

Calophrys macropterus (Lichtenstein 1819).

Nombre común y/o indígena

Colombia: mapurito, comegente, simí (Orinoco), picalón, mota, mota pintada (Amazonas); Brasil: piracatinga, pintadinho, udubu água; Venezuela: mapurito, come muerto, zamurito, bagre machete y en Bolivia: blanquillo, zamurito.

Caracteres distintivos

Lados del cuerpo y aleta adiposa con manchas negras más o menos redondeadas, generalmente más pequeñas que el diámetro del ojo; todas las aletas excepto la adiposa, negruzcas. Dientes numerosos, incisivos y dispuestos en dos filas en el premaxilar y en una sola en el mandibular; sin parches de dientes en el vomeriano o el palatino. Barbillas aplanadas, las maxilares se prolongan hasta la zona media de la aleta adiposa. Proceso occipital largo y no se une con la placa nugal. Primer radio de las aletas dorsal y pectoral flexibles, con terminaciones no punzantes, sin espinas; origen de las aletas pélvicas ligeramente por detrás de la base de la aleta dorsal. Base de la aleta adiposa muy larga, se origina inmediatamente después del final de la dorsal y alcanza el pedúnculo caudal. Aleta dorsal i, 6; P1 i, 11; A 12 (Figura 2).

Distribución geográfica

Países: Bolivia, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela (Figura 3). Cuencas en Colombia: Amazonas y Orinoco (Maldonado-Ocampo *et al.* 2008).



Figura 2. Individuo de *Calophysus macropterus* (mota, simí, mapurito o comegente). Fuente: Lasso *et al.* (2011).

Subcuencas: Amazonas (Caquetá, Putumayo) (Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo 2006); Orinoco (Arauca, Ariari, Guaviare, Guayabero, Inírida, Meta, Tomo, Vichada) (Lasso *et al.* 2004, 2009, Maldonado-Ocampo *et al.* 2006).

Cuenca del Amazonas: información biológico-pesquera.

Talla y peso

Se han capturado ejemplares de 45 cm LE y 1 Kg en los 90 (Salinas y Agudelo 2000). Para la presente década, los registros de la base de datos del Instituto SINCHI determinan el máximo registro conocido con 77 cm LE y 4,43 kg para el río Putumayo. Los rangos de captura para el Amazonas, varían de 16 a 70 cm LE con promedio de $26 \pm 5,5$ cm LE (Niño 2008). Para el río Caquetá, los máximos registros son de 47 cm LE en Araracuara y 43 cm LE en La

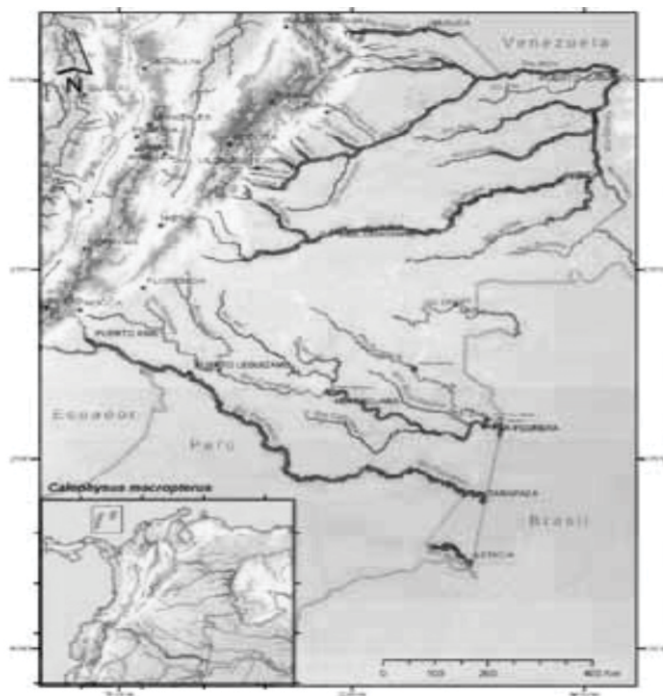


Figura 3. Distribución geográfica de *Calophysus macropterus*. Fuente: Lasso *et al.* (2011).

Pedrerá. La relación longitud estándar y peso total para la especie es $Wt = 0,0145 * LE^{2,9251}$ para el río Putumayo, mientras que para el río Amazonas, Niño (2008) establece la relación en $Wt = 0,013 * LE^{3,0123}$.

Hábitat

Asociados a gramalotes del río Amazonas, playas, lagunas de inundación y en el fondo del cauce principal de los ríos (Lasso 2004, Galvis *et al.* 2006, Galvis *et al.* 2007).

Alimentación

Oportunista, pueden llegar a ser carroñeros. Se alimentan de peces atrapados en las redes y de desechos como vísceras, provenientes de las pesquerías. También incluyen en su dieta crustáceos y material vegetal como flores, frutos y semillas (Castro 1994, Ferreira *et al.* 1998, Salinas y Agudelo 2000, Santos *et al.* 2006).

Reproducción

Para la Amazonia colombiana, la reproducción ocurre durante el momento en que el nivel del río aumenta (Agudelo *et al.* 2000). Los individuos por encima de 30 cm LE se encuentran en madurez gonadal avanzada (Camacho *et al.* 2006). En estudios realizados en la Amazonia brasileña, se observó la reproducción entre enero y febrero, sincronizado con el inicio de la época de creciente y con desove total. La madurez sexual se alcanza a los 1,4 y 1,5 años de edad para hembras y machos, respectivamente (Santos *et al.* 2006, Pérez y Fabre 2008).

Migraciones

Como la mayoría de las especies de bagres realiza migraciones asociadas a los periodos reproductivos (Junk 1895 en Lasso 2004, Niño 2008). Migraciones medianas (<1.000 Km) (Barthem y Goulding 2007, Usma *et al.* 2009).

Aspectos pesqueros

Métodos de captura

En el río Caquetá y río Putumayo la especie es capturada con nylon y anzuelo o espineles ubicados en el cauce principal de los ríos. Algunas veces se capturan con la mano cuando se usan cuerpos de animales o vísceras como carnada, una vez que los peces se encuentran sobre la carnada son retirados hábilmente del agua con la mano. Esta técnica se lleva a cabo en las márgenes de los ríos en las horas de la noche dada la actividad nocturna de este bagre. En el río Amazonas en la zona de frontera de Colombia con Brasil y Perú, la especie es capturada principalmente con la mano, utilizando vísceras de ganado como carnada. Trujillo y Gómez (2005) plantean el uso de carnadas de delfín y caimán negro. También es usado el anzuelo para cosechar cantidades importantes de la especie. Por la demanda al interior del país, este pez ha adquirido gran importancia entre los pescadores de la zona y además de la

cosecha local, realizan desplazamientos para su captura en el Brasil y en Perú. De esta forma las capturas provienen de zona brasileña en un 63%, del Perú en un 11% y en Colombia se cosecha el 24% (Niño 2008).

Desembarcos

Para la Amazonia colombiana el simí ocupa un lugar importante por su demanda el interior del país y como reemplazo del capaz del Magdalena (*Pimelodus grosskopfii*), tal que el promedio movilizado por Leticia para la presente década, gira en torno de las 945 toneladas por año, mientras que en la década del 90 no se superaban las 220 toneladas anuales. Esta especie es la tercera en importancia en cuanto a su comercialización hacia el interior del país y ha variado alrededor de las 800 toneladas, entre los años 2007 y 2009.

Toma de muestras de peces

El tamaño muestral calculado fue de 190 individuos colectados en los puertos de desembarco y plazas de mercado de las localidades de Leticia (N: 64 individuos adquiridos el 23 de junio de 2014), Bogotá (N:63 individuos adquiridos el 3 de julio), e Inírida (N:63 individuos adquiridos el 5 de agosto).

Análisis de Mercurio Total (Hg)

Este proceso inicia con la determinación taxonómica de los individuos colectados a través del uso de guías de identificación en campo propuestas por Galvis *et al.* (2006) y Lasso *et al.* (2011), posteriormente se seleccionaron individuos con longitudes estándar (LE) entre los 30 - 45 cm⁻¹ y peso (W) 400 - 800 gr⁻¹. Estos especímenes fueron catalogados en estado de adultez de acuerdo con Niño (2008), Pérez (1999) e Instituto SINCHI (2010). Se extrajo entre 200 y 300 gr⁻¹ de muestra de tejido de cada individuo posteriormente se embalo el material biológico en papel aluminio con la parte opaca hacia afuera, seguidamente la muestra es envuelta en papel kraft con la parte opaca hacia afuera y se sella con cinta adhesiva, se embala en una bolsa plástica finalmente se realiza la rotulación del material con la siguiente información: Localidad de colecta, número de lote, persona responsable de la colecta, fecha, número del contenedor y las condiciones de conservación de la muestra como temperatura y humedad. Las muestras debidamente rotuladas fueron depositadas en neveras de poliestireno que contenían bolsas con gel refrigerante en la parte inferior y superior manteniendo la temperatura interna en -4°C. Este procedimiento garantizó la trazabilidad y la cadena de custodio de las muestras para su análisis (Figura 4).

Se empleó entre 1 y 2 gr⁻¹ de la muestra para el análisis de concentración de mercurio total (Hg), en tejido de la especie (*Calophrys macropterus*) a través del método de absorción atómica en vapor frío en las instalaciones del Laboratorio Microbiológico Barranquilla S.A.S.

Análisis de datos

Estadística descriptiva

Se analizó el número y porcentaje de muestras que presentaron valores de concentración de mercurio total (Hg) por encima y debajo de 0,5 mg/Kg⁻¹ (OMS) para cada localidad.

Estadística multivariada

Se aplicaron pruebas como F de Fisher para comparar medias paramétricas bajo el supuesto de homogeneidad de varianza, cuando este supuesto no se cumple se procede al comparar las dos medias a través de la prueba t para varianzas desiguales, o prueba de Welch. Para determinar si hay relación entre los grupos de muestras que presentaron concentración de mercurio y las localidades de donde provienen estos individuos, se procedió a realizar un Análisis de Varianza de dos vías, y para determinar cuáles de las medias son diferentes entre los grupos y las localidades para esto aplicó la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) (Zar 2010).

Resultados y discusión

A continuación se relacionan los resultados obtenidos para la concentración de mercurio total (Hg) obtenidos en las 190 muestras analizadas de la especie *Calophrys macropterus* (mota) obtenidas en las tres localidades objeto de estudio. Se realizó un análisis que incluyó una aproximación desde la estadística descriptiva donde se establecieron los valores de concentración de mercurio total Hg (mg/kg⁻¹) en tejido de *Calophrys macropterus* que se encontraron por encima de los límites establecido por la OMS (0,5 mg/Kg⁻¹). Seguidamente se aplicaron pruebas como F de Fisher, t y Welch para comparar medias paramétricas y varianzas desiguales. Para determinar si hay relación entre los grupos de muestras se procedió a realizar un Análisis de Varianza de dos vías, y para determinar cuáles de las medias son diferentes entre los grupos y las localidades para esto aplicó la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) (Zar 2010).

Estadística descriptiva

Localidad de Inírida (Guainía): Se analizaron N= 63 muestras de las cuales el 60,3% (N=38) presentaron valores por encima de 0,5 mg/Kg⁻¹, presentando una concentración máxima=1,47 mg/Kg⁻¹ y mínima=0,13 mg/Kg⁻¹ (SD=0,24 mg/Kg⁻¹). (Figura 5 y 6).

Localidad de Leticia (Amazonas)

Se analizaron los valores obtenidos para la concentración de mercurio total (Hg) en las muestras provenientes de Leticia (Amazonas) (N= 64) y que registraron valores por encima de lo establecido por OMS (0,5 mg/Kg⁻¹)



Figura 4. Proceso de toma, transporte y cadena de custodia para las muestras de *Calophrys macropterus* (mota). **a.** Medición morfométrica de individuos. **b.** Se extrajo entre 200 y 300 gr⁻¹ de muestra de tejido de cada individuo adulto. **c.** Envoltura del material biológico en papel aluminio. **d.** Envoltura del material biológico en papel kraft. **e.** Rotulación del material biológico para garantizar su trazabilidad. **f.** Preservación de la muestras.

obteniendo que el 56 % (N=36) presentaron concentraciones por encima de 0,5 mg/Kg⁻¹, alcanzando una concentración máxima=1,66 mg/Kg⁻¹ y mínima=0,19 mg/Kg⁻¹ (SD=0,37 mg/Kg⁻¹) (Figura 7 y 8).

Localidad de Bogotá (D.C)

En total se analizaron N= 63 muestras de las cuales el 54% (N=34) registraron valores por encima de 0,5 mg/Kg⁻¹, presentando una concentración máxima=1,05 mg/Kg⁻¹ y mínima = 0,11 mg/Kg⁻¹ (SD=0,28 mg/Kg⁻¹) (Figura 9 y 10).

Localidades evaluadas

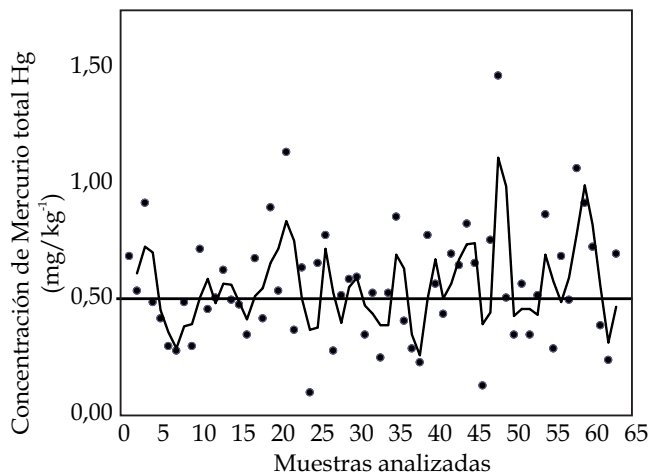
Se analizaron los valores de concentración de mercurio

total Hg (mg/Kg⁻¹) en tejido de *Calophrys macropterus* para las 190 muestras tomadas en las tres localidades estableciendo como referencia los límites establecido por la OMS (0,5 mg/Kg⁻¹). Los resultados determinaron que el 57% (108 muestras) del total de las muestras analizadas presentaron niveles de mercurio total por encima de la normatividad nacional e internacional OMS (Figura 11 y 12).

Estadística multivariada

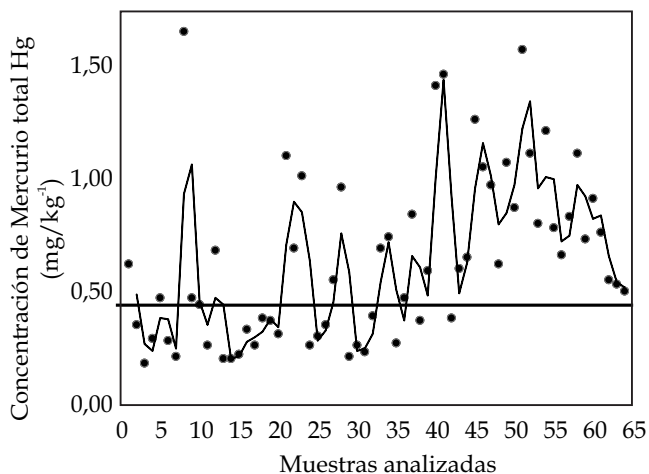
Localidad de Leticia (Amazonas)

Se compararon los valores obtenidos para la concentración



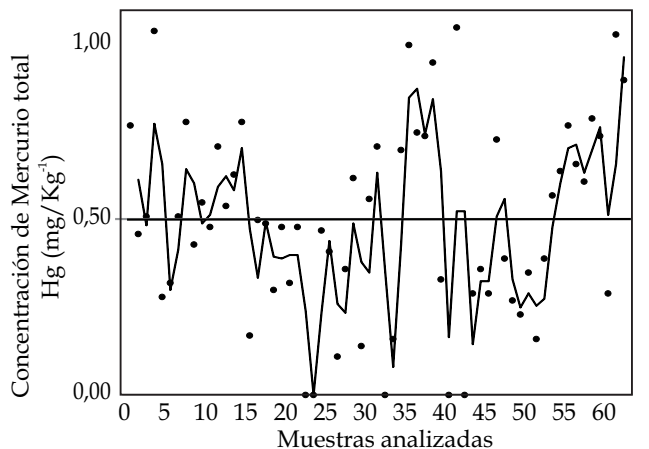
• *Calophrys macropterus* — Limete Max permisible

Figura 5. Valores de concentración de mercurio total Hg(mg/kg⁻¹) en las muestras de *Calophrys macropterus* en la localidad de Inírida (Guainía).



● *Calophrys macropterus* — Limete Máx permisible

Figura 7. Valores de concentración de mercurio total Hg(mg/kg⁻¹) en las muestras de *Calophrys macropterus* en la localidad de Leticia (Amazonas).



● *Calophrys macropterus* — Limite Max permisible OMS

Figura 9. Valores de concentración de Mercurio total Hg (mg/Kg⁻¹) en las muestras de *Calophrys macropterus* en la localidad de Bogotá (D.C.).

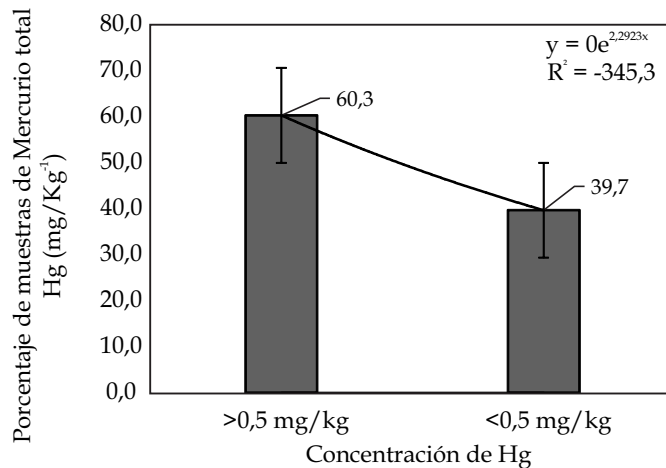


Figura 6. Porcentaje de muestras analizadas para mercurio total Hg (mg/kg⁻¹) de *Calophrys macropterus* que se encuentran por encima y por debajo de 0,5 mg/Kg⁻¹ para la localidad de Inírida (Guainía).

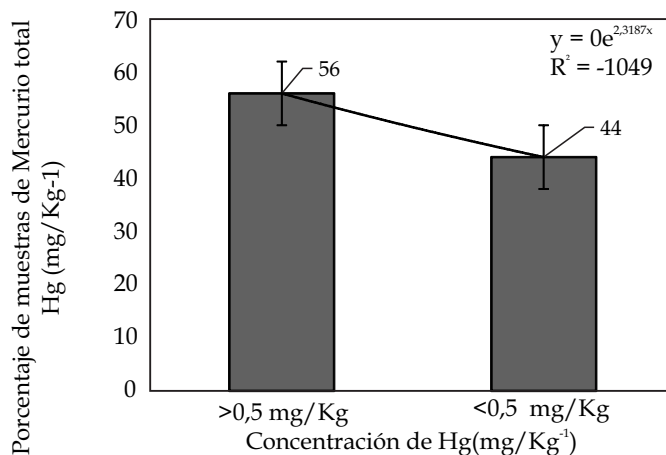


Figura 8. Porcentaje de muestras analizadas para mercurio total Hg (mg/kg⁻¹) de *Calophrys macropterus* que se encuentran por encima y por debajo de 0,5 mg/Kg⁻¹ para la localidad de Leticia (Amazonas).

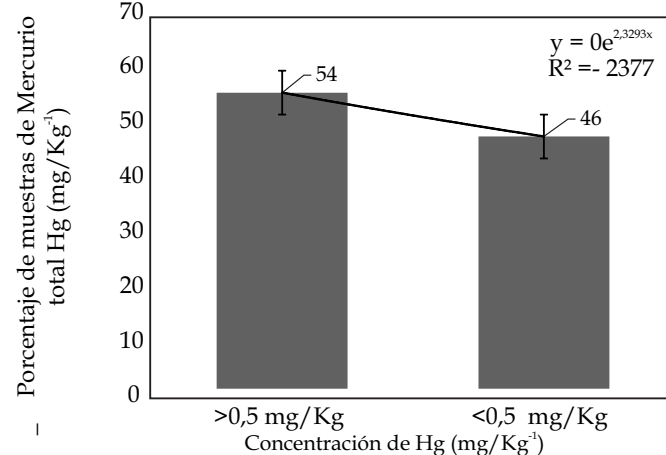


Figura 10. Porcentaje de muestras analizadas para mercurio total Hg (mg/Kg⁻¹) de *Calophrys macropterus* que se encuentran por encima y por debajo de 0,5 mg/Kg⁻¹ para la localidad de Leticia (Amazonas).

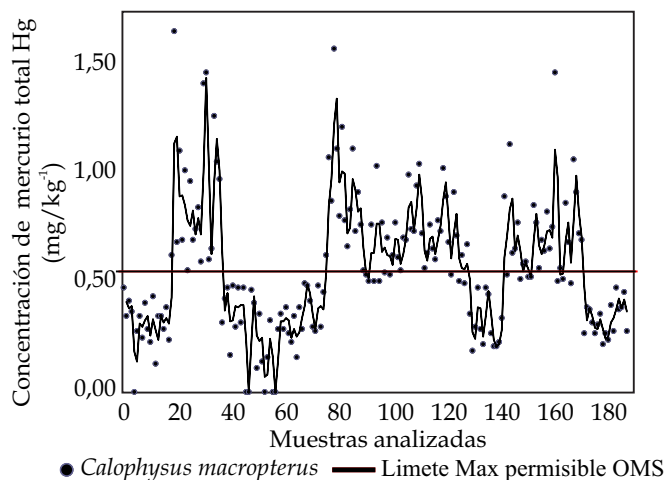


Figura 11. Valores de concentración de mercurio total Hg (mg/Kg^{-1}) en las muestras de *Calophrys macropterus* en las tres localidades objeto de estudio.

de mercurio total (Hg) encontrados en los individuos adultos colectados en la localidad de Amazonas, empleando como criterio la concentración máxima establecida por la OMS ($0,5 \text{ mg/Kg}^{-1}$). Se clasificaron los valores registrados por encima de ($0,5 \text{ mg/Kg}^{-1}$) como (SI) y los valores por debajo (NO), apreciando la existencia de diferencias significativas ($t=10,867$; $P=8,16\text{E-}14$), lo que indica que los valores difieren en magnitud. El grupo denominado (SI) presenta una mayor media muestral que el grupo denominado (NO) ($0,9025 \text{ mg/Kg}^{-1}$ y $0,32107 \text{ mg/Kg}^{-1}$), indicando que las concentraciones de mercurio son mayores en el grupo (SI). Al comparar los valores promedio de los dos grupos con el valor patrón de concentración de la OMS, el grupo (SI) presentó diferencias significativa ($t=7,915$, $P=2,625\text{E-}09$) lo que nos indica que los peces que son parte de este grupo tienen valores muy por encima del valor establecido por la OMS. Al realizar la misma prueba para el grupo (NO), también se consiguió que existen diferencia entre la media del grupo y el valor de la OMS ($t=-10,75$; $P=2,916\text{E-}11$).

Localidad Bogotá (D.C)

Se apreció que hay diferencias entre las medias de los dos grupos ($0,73586 \text{ mg/Kg}^{-1}$ para el grupo (SI), y $0,30029 \text{ mg/Kg}^{-1}$ para el grupo (NO), siendo del grupo (SI) el que presenta la mayor concentración de mercurio, haciéndolo poco recomendable para su consumo. También se realizó la comparación de las medias de los dos grupos con respecto al valor establecido por la OMS, y se encontró que el grupo (SI) presentó diferencias entre su media y el valor control ($t=7,915$; $P=1,276\text{E-}08$), lo que nos indica que esta diferencia se aleja del valor permisible establecido por la OMS para el consumo de estos peces. Cuando se compara a los individuos del grupo (NO) con respecto al valor control, también se pueden apreciar la existencia de diferencias

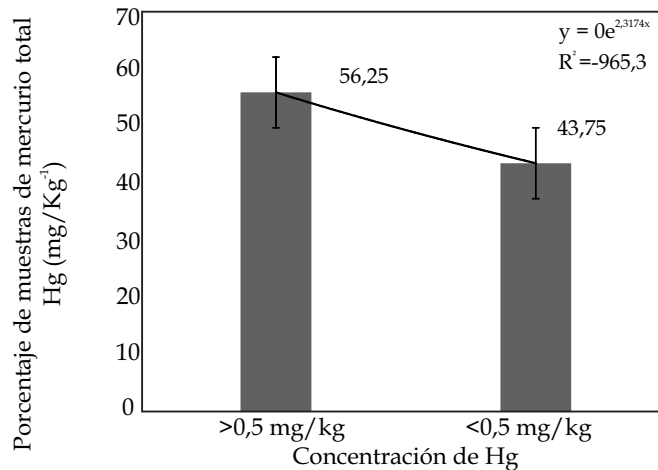


Figura 12. Porcentaje de muestras analizadas para mercurio total Hg (mg/Kg^{-1}) de *Calophrys macropterus* que se encuentran por encima y por debajo de $0,5 \text{ mg/Kg}^{-1}$ en las tres localidades objeto de estudio.

entre la media de este grupo y el valor control. Esto significa que este valor se encuentra por debajo de este valor ($t=-8,574$; $P=6,573\text{E-}10$).

Localidad Inírida (Guainía)

Al igual que los grupos de datos analizados anteriormente para las localidades de Leticia y Bogotá. La información analizada para la localidad de Inírida también presentó diferencias en las concentraciones para el mercurio total (Hg) ($t=9,5112$; $P=1,94\text{E-}13$), ya que las medias de los dos grupos son bastantes desiguales (la media del grupo (SI) es $0,71 \text{ mg/Kg}^{-1}$, mientras el grupo (NO) tienen una media de $0,3384 \text{ mg/Kg}^{-1}$), e igual que en las dos localidades anteriores, el grupo (SI) presentó la mayor concentración de mercurio total (Hg). También se compararon los grupos con respecto al valor control establecido por la OMS, y para el grupo (SI) presentó diferencias significativas ($t=6,341$; $P=2,173\text{E-}07$), teniendo un valor bastante mayor con respecto a lo establecido como control por la OMS. Mientras el grupo NO también demostró tener diferencias, ya que su media de concentración es menos al valor control.

Localidades evaluadas

Se compararon los niveles de mercurio total (Hg) encontrado en las muestras colectadas en los individuos de *Calophrys macropterus* en las tres localidades de estudio, se realizó una prueba de ANOVA de dos vías completo, en el cual se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados, así como entre las localidades ($F=4,795$, $P=0,009336$, D.L.=2 y 184). En la Figura 13, se observa la diferencia entre la concentración de mercurio total (Hg) presente en todos los individuos provenientes de la localidad de Amazonas con respecto a los individuos de las otras dos localidades.

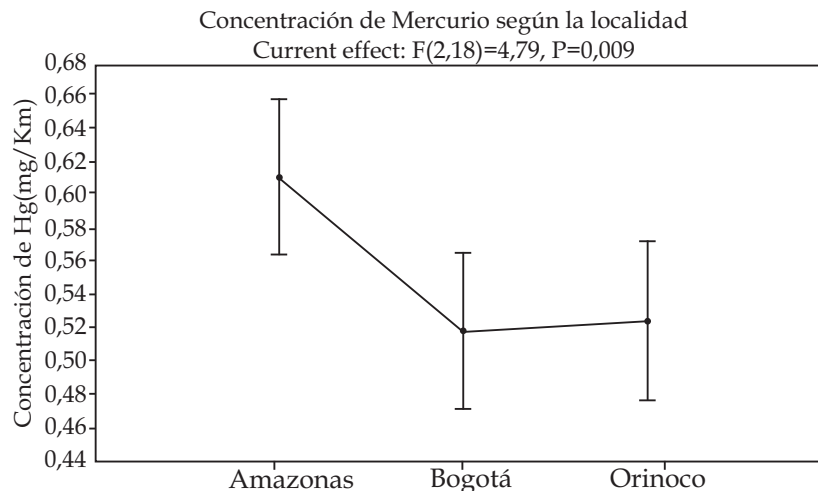


Figura 13. Niveles de mercurio total (Hg) encontrado en las muestras colectadas en los individuos de *Calophrys macropterus* en las tres localidades de estudio.

Relación entre la concentración de mercurio total (Hg) y Peso (gr^{-1}) en las muestras de *Calophrys macropterus* en las tres localidades

Se analizó la relación entre los valores de concentración de mercurio total Hg (mg/Kg^{-1}) en tejido de *Calophrys macropterus* que sobrepasaron el valor de referencia establecido por la OMS ($0,5 mg/Kg^{-1}$) y peso (gr^{-1}). Los resultados determinaron que el 65% ($N=67$) de las 103 muestras reportadas por encima del valor referencia, se presentaron en peces entre $400-710 (gr^{-1})$ distribuidos en las localidades de Inírida 55,2% ($N=37$) y Bogotá 44,7% ($N=30$) (Figura 14).

Relación entre los valores obtenidos para la concentración de mercurio total (Hg) y Longitud (cm^{-1}) en las muestras de *Calophrys macropterus* en las tres localidades

Se analizó la relación entre los valores de concentración de mercurio total Hg (mg/kg^{-1}) en tejido de *Calophrys*

macropterus que sobrepasaron el valor de referencia establecido por la OMS ($0,5 mg/Kg^{-1}$) y longitud (cm^{-1}).

Los resultados determinaron que el 66% ($N=68$) de las 103 muestras reportadas por encima del valor referencia, se presentaron en peces entre $30-42 (cm^{-1})$ distribuidos en las localidades de Inírida 55,8% ($N=38$) y Bogotá 44,1% ($N=30$) (Figura 15).

Estos resultados evidencian altas concentraciones de mercurio total (Hg) en las muestras colectadas convirtiéndose en un factor de alto riesgo para la salud de los consumidores habituales de *Calophrys macropterus* en las tres localidad evaluadas. Los valores registrados posiblemente respondan a una extensa contaminación ambiental en la región Amazónica ocasionada por los vertimientos mercurio total (Hg) en diferentes estados (inorgánico y en aerosol) o methylmercurio (MeHg), producto en un 63% de actividades relacionadas con la

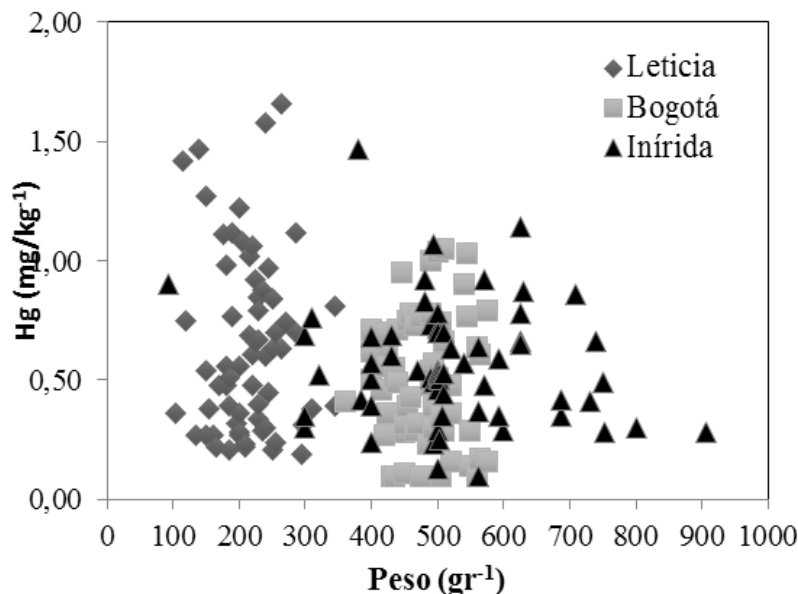


Figura 14. Relación entre los valores obtenidos para la concentración de mercurio total (Hg) y Peso (gr^{-1}) en las muestras de *Calophrys macropterus* en las tres localidades.

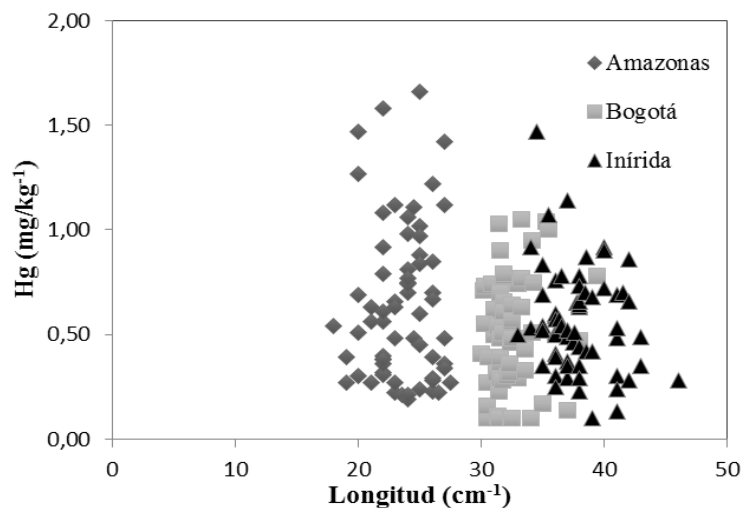


Figura 15. Relación entre los valores obtenidos para la concentración de mercurio total (Hg) y Longitud (cm^{-1}) en las muestras de *Calophrys macropterus* en las tres localidades.

explotación minera aurífera estimada en 3.000 Tn^{-1} entre los años 1987 y 1994, con rango promedio aproximado entre 100 y $200 \text{ Tn} \cdot \text{año}^{-1}$ (Cid de Souza y Bidone 1994; Aula *et al.* 1995; Guimaraes *et al.* 1995; Palheta *et al.* 1995; Barbosa *et al.* 1997; Boas *et al.* 1997; Kehrig *et al.* 1997; Lacerda 1997; Melamed *et al.* 1997; Veiga *et al.* 1997 y 1999; Guimaraes *et al.* 1998; Roulet *et al.* 1998, 1999, 2000, 2001; Artaxo *et al.* 2000; Guimaraes *et al.* 2000), 3% quema del bosque tropical y emisiones atmosféricas de mercurio (Hg) y el 31% restante ocasionado por procesos naturales como la remoción de sedimentos (Veiga *et al.* 1994 y Roulet Fadini *et al.* 1997). El uso de este metal se vuelve extenso durante el desarrollo de técnicas operaciones durante el proceso de amalgamiento en la minería de oro durante los años 1970 (Bahía *et al.* 2004). Investigaciones similares a esta han sido realizadas en las localidades de Jacareacanga, Brasilia y en cuenca del Tapajos en el estado de Pará, ríos Paraíba, Tocantins, Madeira, Xingu (Brasil), Nambija (Ecuador) y la Guyana Francesa donde el vertimiento de este metal ha ocasionado altas concentraciones en el aire, suelo, sedimentos, peces, y humanos, estableciendo altos niveles de mercurio total (Hg) bioacumulado en peces que son empleados habitualmente en la dieta de las comunidades ribereñas, registrando valores de concentración por encima de los estándares internacionales determinado por la OMS (Pfeiffer *et al.* 1989; Malm, 1995, 1997; Barbosa *et al.* 1997; Lebel *et al.* 1997a; Lenchler *et al.* 2000; Amorin *et al.* 2000; Uryu *et al.* 2001; Requelme *et al.* 2002; Passos *et al.* 2003; Tchounwou *et al.* 2003). Sin embargo la relación entre la dieta basada en peces y la exposición humana ha recibido limitada atención en la región (Lebel *et al.* 1997 y Roulet *et al.* 2001). Siendo ampliamente conocida las afectaciones neurofuncionales al sistema nervioso en humanos debido a la exposición a altas concentraciones de mercurio total (Hg) y methylmercurio (MeHg) (USEPA 1989; Leino *et al.* 1995; Clarkson 1994; Watanabe y Satoh 1996). Este elemento se

encuentra listado entre los seis químicos más peligrosos en el mundo natural por el Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS) (Castihos *et al.* 1998). Finalmente investigaciones desarrolladas por Lebel *et al.* (1997a), Porvorani (1995), Sousa Lima *et al.* (2000), dos Santos *et al.* (2000) y Uryu *et al.* (2001) han documentado que los peces del orden Siluriformes (Bagres) de hábitos omnívoros en el río Tapajos, Santarém (Pará), e hidroeléctrica de Tucurí en Brasil presentaron rangos de concentración de mercurio total (Hg) entre altas e intermedias, coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación para Colombia con la especie *Calophrys macropterus* estableciendo como referencia la normatividad Colombiana y OMS.

El 57% (108) del total de las muestras de tejido de *Calophrys macropterus* analizadas a través del método de absorción atómica en valor en frío presentan niveles de mercurio total (Hg) por encima de la normatividad nacional y lo establecido como valor mínimo de referencia por la OMS ($0,5 \text{ mg/Kg}^{-1}$) infiriendo de esta forma que el consumo habitual de la carne de este pez podría convertirse en un riesgo para la salud de sus consumidores.

Los consumidores desconocen que se alimentan de una especie diferente al capaz (*Pimelodus grosskopi*), que la especie *Calophrys macropterus* (mota) presenta hábitos carroñeros y que debido a este rol ecológico tiende a bioacumular y/o magnificar en sus tejidos metales pesados como el mercurio (Hg) que podría convertirse en un problema de salud pública de esta población.

Esta actividad ha generado desde su documentación en el año 2004, conflictos de orden socioambiental dado el carácter ilegal de esta actividad, la falta de control fronterizo (Brasil, Perú y Venezuela) para la pesca y comercialización de esta especie además del desconocimiento de las actividades ambientalmente impactante ya que gran proporción de las pesquerías de

esta especie se realiza a través de capturas dirigidas a delfines de río, manatíes y caimanes que son empleados como carnada, principalmente en Brasil y Perú.

Se propone la articulación de las diferentes iniciativas regionales (moratoria brasilera, comunicación del INVIMA y recomendaciones de la AUNAP) para generar escenarios de conservación transfronterizos para la fauna asociada, los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Amazonas y salud pública de los habitantes del país. Esto se alinea con la posición de Colombia y Brasil en la comisión internacional brasilera para detener la matanza de delfines de río en los ecosistemas acuáticos asociados al río Amazonas y Orinoco.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó como parte del Programa de Conservación de Delfines de Río Suramérica auspiciado por Whitley Found for Nature, Foundation Segre y WWF-Colombia.

Literatura citada

- Agudelo, E., Y. Salinas, C. L. Sánchez, D. L. Muñoz – Sosa, J. C. Alonso, M. E. Arteaga, O. J. Rodríguez, N. R. Anzola, L. E. Acosta, M. Núñez y H. Valdés. 2000. Bagres de la Amazonia colombiana: un recurso sin fronteras. Fabrè, N. N., Donato, J. C. y J. C. Alonso (Eds.). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Bogotá. 252 pp.
- Amorin, M.I.M., Mergler, D., Bahia, M.O., Dubeau, H., Miranda, D., Lebel, J., Burbano, R.R., Lucotte, M. 2000. Cytogenetic damage related to low-levels of methylmercury contamination in the Brazilian Amazon. *An. Acad. Bras. Cien.* 72, 497-507 pp.
- Artaxo, P., Calixto de Campos, R., Fernandes, T., Martins, J.V., Xiao, Z., Lindqvist, O., Fernández-Jiménez, M.T y W. Maenhaut. 2000. Large scale mercury and trace element measurements in the Amazon basin. *Atmospheric Environment* 34. 4085-4096 pp.
- Aula, I., Braunschweiler, H y I. Main. 1995. The watershed flux of mercury examined with indicators in Tucurí reservoir in Pará, Brazil. *The Science of the Total Environment*. 175: 97-107 pp.
- Bahía-Oliveira, M., Corvelo, C.C., Mergler, D., Burbano, R.R., Lima, P.D.L., Cardoso, P.C.S., Lucotte y I.M. Amorim. 2004. Environmental Biomonitoring Using Cytogenetic Endpoints in a Population Exposed to Mercury in Brazilian Amazon. *Environmental and Molecular Mutagenesis*. 44:346-349 pp.
- Barbosa, C.A., García A.M., De Souza, J.R. 1997. Mercury contamination in hair of riverine populations of Apicás Reserve in the Brazilian Amazon. Kluwer Academic Publishers. 97: 1-8 pp.
- Barbosa, A. C y J. G. Dórea. 1998. Indices of mercury contamination during breast feeding in the Amazon Basin. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 6. 71-79 pp.
- Barthem, R. y M. Goulding. 1997. *The Catfish Connection. Ecology, migration and conservation of Amazonian predators.* Columbia University Press, New York. USA. 120 pp.
- Bermúdez-Romero A.L., Trujillo F., Solano C., Alonso J.C., Ceballos-Ruiz B.L. (eds). 2010. Retos locales y regionales para la conservación de la fauna acuática del sur de la Amazonia colombiana. Corpoamazonia, Instituto SINCHI, Fundación OMACHA, Fundación NATURA. Bogotá. Colombia. 150 pp.
- Boas-Villas, R.C. 1997. The mercury problem in the Amazon due to gold extraction. *Journal of Geochemical Exploration*. 58: 217-222 pp.
- Camacho, K. 2006. La pesca del bagre pintadillo rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus 1766): aspectos del conocimiento local, de la biología pesquera y de los parámetros poblacionales en el alto río Amazonas (sector de Leticia – Colombia). Tesis MSc. Universidad Nacional. Leticia. 145 pp.
- Castro, D. 1994. Peces del río Putumayo, Sector de Puerto Leguizamo. Corporación Autónoma Regional del Putumayo. 174 pp.
- Cid de Souza, T.M y E.D. Bidone. 1994. Estimativa do consumo global de merúrio nos garimpos do estado do Pará, 1980-1993. 38ª Congreso Brasileiro de Geología, Cambó.
- Clarkson, T.W. 1994. The toxicology of mercury and its compounds. In: In: Watras, C.J., Huckabee, J.W. (Ed) *Mercury pollution: Integration and synthesis.* Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA, 727 p.
- Dos Santos, Luciane do S.N., Müller, R.C.S., Sarkis, J.E., Alves, C.N., da S. Brabo, E., Santos, E.O y M.H. da S. Bentes. 2000. Evaluation of total mercury concentrations in fish consumed in the municipality of Itaituba, Tapajós River Basin, Pará, Brazil. *The Science of the Total Environment*. 261: 1-8 pp.
- Estupiñán, G., Marmontel, M., De Queiroz, H., Souza, P. R., Valsecchi, J., et al. 2003. A pesca da piracatinga (*Calophrys macropterus*) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Relatório Técnico. Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Tefé, Brasil.
- Fernández-Baca, J. 1998. Amazonian fisheries: socio economics issues and management implications. *Environmental Economics Programme*. Lima, Perú.
- Ferreira, E. J., J. A. Zuanon y G. M. Do Santos. 1998. Peixes comerciais do meio Amazonas: região de Santarém, Pará. Ministerio do medio ambiente, dos recursos hídricos e da Amazônia legal. IBAMA, Brasília. 211 pp.
- Galvis, G., J. Mojica, F. Provenzano, C. Lasso, D. Taphorn, R. Royero, C. Castellanos, A. Gutiérrez, M. Gutierrez, y López, L. M. Mesa, P. Sánchez y C. Cipamocha. 2007. Peces de la Orinoquia Colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Incoder. Universidad Nacional. SINCHI. Bogotá, Colombia. 425 pp.
- Galvis, G., J. I. Mojica, S. R. Duque, C. Castellanos, P. Sánchez-Duarte, M. Arce, A. Gutiérrez, L. F. Jiménez, M. Santos, S. Vejarano, F. Arbeláez, E. Prieto y M. Leiva. 2006. Peces del medio Amazonas: Región Leticia. Conservación Internacional. Serie de Guías Tropicales de Campo 5. Bogotá, Colombia. 546 pp.
- García, V. H. y H. Calderón. 2006. Peces de Pando, Bolivia. Especies de importancia comercial en mercados de la ciudad de Cobija. Especímenes capturados en ríos Tahuamanu – Manuripi – Orthon. Centro para la Investigación y Preservación de la Amazonía CIPA; Universidad Amazónica de Pando; The Field Museum; Gordon and Betty MOORE foundation; CIPA. 50 pp.
- Gómez, C., F. Trujillo, M. C. Diasgranados y J. C. Alonso. 2008. Capturas dirigidas de delfines de río en la Amazonia para la

- pesca de mota (*Calophrys macropterus*): un problema regional de gran impacto. Pp. 39-75. En: Trujillo, F., J. C. Alonso, M. C. Díazgranados y C. Gómez (Eds.). Fauna Acuática Amenazada en la Amazonia colombiana. Análisis y propuestas para su conservación. Fundación Omacha. Fundación Natura. Instituto SINCHI. Corpoamazonia. Bogotá, Colombia.
- Guimaraes, J.D.R., Malm, O., Pfeiffer, W. A. 1995. Simplified radiochemical technique for measurement of net mercury methylation rates in aquatic systems near goldmining areas, Amazon, Brasil. *Sci Total Environ* 172: 151-162 pp.
- Guimaraes, J.R.D., Meili, M., Malm, O., Souza Brito, E.M. 1998. Hg methylation in sediments and flooding meadows of a tropical lake in the pantanal floodplain, Brazil. *Sci. Total Environ.* 213, 165-175 pp.
- Guimaraes, J.D.R., Meili, M., Hylander, L.D., De Castro e Silva, E., Roulet, M., Narvaez-Mauro, J.B. Alves de Lemos, R. 2000. Mercury net methylation in five tropical flood plain regions of Brazil: high in the root zone of floating macrophyte mats but low in surface sediments and flooded soils. *The Science of the Total Environment*. 261. 99-107 pp.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. 2010. Base de datos del proyecto "Investigación científica para la promoción de la gestión compartida de los ecosistemas y recursos naturales de la Amazonia Colombiana". Leticia.
- Junk, W. 1986. Ecology, fisheries and fish culture in Amazonia. Pp. 443-476. En: Sioli, H. (Ed.). The amazon limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.
- Kehrig, H.A., Malm, O y H. Akagi. 1997. Methylmercury in hair samples from riverine groups, Amazon, Brazil. *Water, Air and Soil Pollution*. 97: 17-29 pp.
- Lacerda, L.D. 1997. Evolution of mercury contamination in Brazil. *Wat Air Soil Pollut.* 97: 247-255 pp.
- Lasso, C., J. I. Mojica, J. S. Usma, J. Maldonado, C. DoNascimento, D. Taphorn, F. Provenzano, O. Lasso-Alcalá, G. Galvis, L. Vásquez, M. Lugo, A. Machado-Allison, R. Royero, C. Suarez y A. Ortega-Lara. 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: Lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana* 5 (2): 95-158.
- Lasso, C., J. S. Usma, F. Villa, M. T. Sierra-Quintero, A. Ortega-Lara, L. M. Mesa, M. A. Patiño, O. M. Lasso-Alcalá, K. González-Oropesa, M. P. Quiceno, A. Ferrer y C. F. Suárez. 2009. Peces de la Estrella Fluvial Inírida: ríos Guaviare, Inírida, Atabapo y Orinoco, Orinoquía colombiana. *Biota Colombiana* 10 (1-2): 89-122.
- Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma Oviedo, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Editores). 2011. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp.
- Lebel, J., Roulet, M., Mergler, D., Lucotte, M y F. Larribe. 1997. Fish diet and mercury exposure in a riparian amazonian population. *Water Air Soil Pollut.* 97, 31-44 pp.
- Maldonado-Ocampo, J. y H. Ramírez. 2006. Hábitos alimenticios de *Pygocentrus cariba* y *Chalceus epakros* (Pisces, Characiformes: Characidae) en dos localidades de la baja Orinoquia colombiana. *Memorias de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 164: 129-141.
- Malm, O., Castro, M.B., Bastos, W.R., Branches, F.J.P., Guimares, J.D.R., E., Zufo, C y W.C. Pfeiffer. 1995. An assesment of Hg pollution in diferent goldmining areas, Amazon, Brazil. *Sci Total Environ*, 17 p.
- Malm, O., Guimares, J.R.D., Castro, M.B., Bastos, W.R., Viana, J.P., Pfeiffer, W.C. 1997. Follow-up of mercury levels in fish, human hair and urine in the Madeira and Tapajós basins, Amazon, Brazil. *Water Air Soil Pollut.* 97: 45-51 pp.
- Melamed, R y R.C. Villas Boas. 1998. Phosphate-background electrolyte interaction affecting the transport of mercury through a Brazilian Oxisol. *The Science of the Total Environment*. 213: 151-156 pp.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, Corporación Colombia Internacional - CCI. 2010. Pesca y Acuicultura Colombia 2009. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 70 pp.
- Niño, L. G. 2008. Estructura de tallas y algunos aspectos de la biología reproductiva del simí (*Calophrys macropterus*) (Lichtenstein, 1819) (Pisces: Pimelodidae) durante dos épocas hidrológicas, en el área de frontera Colombia Perú Brasil. 85 pp.
- Normatividad y Legislación Nacional E Internacional. http://www.fao.org/fishery/legalframework/nalo_colombia/es
- Núñez-Avellaneda, M., E. Agudelo, J. C. Alonso y M. D. Escobar. 2007. Ecosistemas acuáticos. Pp. 71-91. En: Murcia, U. G. (Ed.). Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá.
- Palheta, D y T. Andrew. 1995. Mercury in environmental and biological samples from a gold mining area in the Amazon region of Brazil. *The Science of the Total Environment*. 168: 63-69 pp.
- Parente, V. M., Barros, J. F. & Farias, C. H. 2004. Bases para o manejo da pesca dos grandes bagres migradores. Socioeconomia. Relatório final. Ministerio do Meio Ambiente MMA, Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais PPG7, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis IBAMA.
- Passos, C.J., Mergler, D., Gaspar, E., Morais, S., Lucotte, M., Larribe, F., Davidson, R y S. Grosbois. 2003. Eating tropical fruit reduces mercury exposure from fish consumption in the Brazilian Amazon. *Environmental Research*. 93: 123-130 pp.
- Pérez, A. 1999. Idade e crescimento da piracatinga: *Calophrys macropterus*, Lichtenstein, 1819 (Pisces: Pimelodidae), na Amazonia central. Tesis Maestría. INPA-UFAM. 85 pp.
- Pérez, A. y Fabrè, N. 2009. Seasonal growth and life history of the catfish *Calophrys macropterus* (Lichtenstein, 1819) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Amazon floodplain. *Journal of Applied Ichthyology*. 25 (3): 343-349.
- Pfeiffer, W.C., Lacerda, L.D., Malm, O., Souza, C.M.M., Silveria, E y W.R. Batos. 1989. Mercury concentrations in land waters of gold-mining areas in Rodonia, Brazil. *Sci. Total Environ.*, 87/88. 233-240 pp.
- Porvorani, Petri. 1995. Mercury levels of fish in Tucuruí hydroelectric reservoir and in River Mojú in Amazonia, in the state of Pará, Brazil. *The Science of the Total Environment*. 175: 109-117 pp.
- Ramírez-Gil, H. y R. E. Ajiaco-Martínez. 1997. Aspectos preliminares de la biología pesquera del yaque, *Leiarius marmoratus* (Gill, 1870) (Pisces: Siluriformes: Pimelodidae) en la

- parte alta del río Meta (Orinoquia colombiana). Boletín Científico INPA 5:75-87 pp.
- Requelme-Ramírez, M.E., Ramos, J.F.F. Angélica, R.S y E.S. Brabo. 2003. Assessment of Hg-contamination in soils and stream sediments in the mineral district of Nambija, Ecuadorian Amazon (example of an impacted area affected by artisanal gold mining). *Applied Geochemistry*. 18: 371-381 pp.
- Roulet, M., Lucotte, M., Canuel, R., Rheault, I., Tran, S., De Freitas Gog, Y.G., Farella, N., Souza do Vale, R y M. Amorim. 1997. Distribution and partition of total mercury in waters of the Tapajós River Basin, Brazilian Amazon. *Sci. Total Environ*.
- Roulet, M., Lucotte, M., Farella, N., Serique, G., Coelho, H., Sousa Passos, C.J., De Jesus da Silva, E., Scavone de Andrade, P., Mergler, D y M. Amorim. 1998. Effects of recent human colonisation on the presence of mercury in Amazonian Ecosystems. *Water Air Soil Pollut*.
- Roulet, M., Lucotte, M., Farella, N., Serique, G., Coelho, H., Sousa-Passos, C.J., Da Silva, J.E., Sacavone de Andrade, P., Mergler, D., Guimaraes, J.R y M. Amorim. 1999. Effects of recent human colonization on the presence of mercury in Amazonian ecosystems. *Water Air Soil Pollut*. 112, 297-313 pp.
- Roulet, M., Lucotte, M., Guimaraes, J.R.D., Rheault, I. 2000. Methylmercury in the water, seston and epiphyton of an Amazonian river and floodplain. *Sci. Total. Environ*. 261, 43-59 pp.
- Roulet, M., Maury-Brachet, R. 2001. Le mercure dans les organismes aquatiques amazoniens. In: Carmouze, J.P., Lucotte, M., Boudou, A. (Eds). *Le mercure en Amazonie*. IRD, Paris, France. 203-271 pp.
- Ruffino, M. L. 2005. Gestão do uso dos recursos pesqueiros na Amazônia. ProVárzea, IBAMA. Manaus, Brasil.
- Salinas, Y. y E. Agudelo. 2000. Peces de importancia Económica de la Cuenca Amazónica colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. Serie, Estudios Regionales de la Amazonia Colombiana. Programa de Recursos Hidrobiológicos. Bogotá - Colombia. 140 pp.
- Santos, G., E. Ferreira y J. Zuanon. 2006. Peixes comerciais de Manaus. IBAMA/AM; ProVárzea. 135 pp.
- Salinas, C., Cubillos, J. C., Gómez, R., Trujillo, F y S. Caballero. 2013. Pig in a poke (gato por liebre)": The "mota" (*Calophrys macropterus*) Fishery, Molecular Evidence of Commercialization in Colombia and Toxicological Analyses. *EcoHealth* DOI:10.1007/s10393-013-0893-8
- Silva, V. M. F y R. C. Best. 1996. Freshwater dolphin/fisheries interaction in the Central Amazon (Brasil). *Amazonia*. XIV (1/2): 165-175 pp.
- Sousa Lima, A.P., Sarkis-Müller, R.C., Souza-Sarkis, J.E., Nahum Alves, C., da Silva Bentes., Brabo, E y E de Oliveira-Santos. 2000. Mercury Contamination in Fish from Santarém, Pará, Brazil. *Environmental Reserch Section A* 83, 117-122 pp.
- Tchounwou, P.B., Ayensu, W.K., Ninashivili, N., Sutton, D. 2003. Environmental exposure to mercury and its toxicopathologic implications for public health. *Environ Toxicol*. 18:149-175 pp.
- Tuja Leino, Martin Lodenius. 1995. Human hair mercury levels in Tukurí area, State of Pará, Brazil. *The Sience of the Total Enviroment*. 175: 119-125 pp.
- Trujillo, F., Lasso, C. A., Diazgranados, M.C., Farina, O., Pérez, L. E., Barbarino, A y M. González. 2005. Evaluación de la contaminación por mercurio en peces de interés comercial y de la concentración de organoclorados y organofosforados en el agua y sedimentos de la Orinoquia. *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco*. 191 pp.
- Trujillo, F. y C. Gómez. 2005. Pesca de mota (*Calophrys macropterus*) usando delfines y caimanes como carnada en el Amazonas. Reporte Fundación OMACHA - Corpoamazonia. Leticia Amazonas. Capítulo 1. 26 pp.
- Trujillo, F., Crespo, E., Van Damme, P. y J.S. Usma (Editores). 2011. Plan de Acción para la conservación los Delfines de Río en Sudamérica. Resumen ejecutivo y avances 2010 - 2020. WWF, Fundación Omacha, WDS, WDSCS, Solamac. Bogotá, D.C., Colombia. 104 pp.
- Uryu, Yumiko., Malm, O., Thornton, I., Paynes, I y D. Cleary. 2001. Mercury Contamination of Fish and Its Implications for Other Wildlife of the Tapajós Basin, Brazilian Amazon. *Conservation Biology*. 438-446 pp.
- USEPA-Enviromental Protection Agency (1989). Risk Assessment Guidance For Superfund vol 1. Chapt. 6, Washington, 1-54 pp.
- Usma, M. C., J. S. Usma, B. E. Arias y Comunidad indígena Tío Silirio. 2009. Plantas y animales silvestres aprovechadas por la comunidad Tío Silirio. Santiago de Cali, Colombia. Corporación Ecofondo- Convenio con el Estado de los Países Bajos (Holanda) - Cabildo Indígena Tío Silirio - WWF Colombia. 94 pp.
- Veiga, M., Meech, J.A y N. Onate. 1994. Mercury pollution from deforestation. *Nature*. 368, 816-817 pp.
- Veiga, M.M. 1997. Introducing new technologies for abatement of global mercury pollution in Latin America. UNIDO/UBC/CETEM/CNPq, Rio de Janeiro.
- Veiga, M.M., Hilton, J.J., Lilly, C. 1999. Mercury in the Amazon: A comprehensive review with special emphasis on bioaccumulation and bioindicadores, In: Proceeding of the National Institute for Minamata Disease Forum, Minamata, Japan. 19-39 pp.
- Watanabe, C y H, Satoh. 1996. Evolution of our understanding of methylmercury as a health threat. *Environ Health Perspec*. 104 (supp.2): 367-379 pp.

RESOLUCIÓN NÚMERO 001710 DE 23 AGO 2017

“Por la cual se prohíbe de manera precautoria, por tiempo indefinido, la captura en las Cuencas de la Amazonia y de la Orinoquía colombianas y la comercialización en el territorio colombiano de la especie Calophysus macropterus conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente”

EL DIRECTOR GENERAL DE LA AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA

En ejercicio de las facultades que le confiere la Ley 13 de 1990, el Decreto No. 2256 de 1991, compilado en el Decreto No. 1071 del 26 de mayo de 2015 y el Decreto – Ley 4181 del 03 de noviembre de 2011, y

CONSIDERANDO

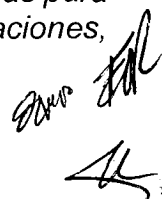
Que la Constitución Política de Colombia ha establecido en el artículo 78: *“La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización. Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios.”*

Que así mismo el artículo 333 de la Carta Fundamental determina: *“La actividad económica y la iniciativa privada son libres, dentro de los límites del bien común”* y más adelante reza: *“La libre competencia económica es un derecho de todos que supone responsabilidades....La empresa, como base del desarrollo, tiene una función social que implica obligaciones...La ley delimitará el alcance de la libertad económica cuando así lo exijan el interés social, el ambiente y el patrimonio cultural de la Nación.*

Que el Gobierno Nacional, a través del Decreto – Ley 4181 de 2011, creó la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP, cuyo objeto es ejercer la autoridad pesquera y acuícola de Colombia, para lo cual adelantará los procesos de planificación, investigación, ordenamiento, fomento, regulación, registro, información, inspección, vigilancia y control de las actividades de pesca y acuicultura, aplicando las sanciones a que haya lugar, dentro de una política de fomento y desarrollo sostenible de los recursos pesqueros, lo cual se encuentra acorde con lo consagrado en el artículo 1° de la Ley 13 de 1990, compilado por el Decreto 1071 del 26 de mayo de 2015, en el Artículo 2.16.1.1.1

Que el Director General de la AUNAP está facultado conforme el artículo 11 del Decreto 4181 de 2011 para ejecutar las funciones de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP, aplicar la Ley 13 de 1990 y su Decreto Reglamentario 2256 de 1991, compilado por el Decreto No. 1071 de 2015, normas que regulan la administración integral de los recursos pesqueros y acuícolas.

Que de acuerdo con lo establecido en el numeral 5° del artículo 13 de la Ley 13 de 1990 denominada Estatuto General de Pesca, le corresponde al INPA, hoy a la AUNAP *“Administrar, fomentar y controlar la actividad pesquera y acuícola, expedir las normas para su ejercicio y establecer los trámites y requisitos para el otorgamiento de autorizaciones, permisos, patentes, concesiones y salvoconductos”.*



"Por la cual se prohíbe de manera precautoria, por tiempo indefinido, la captura en las Cuencas de la Amazonia y de la Orinoquía colombianas y la comercialización en el territorio colombiano de la especie *Calophysus macropterus* conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente"

Que de acuerdo a lo establecido en el numeral 6 del Artículo 13 de la Ley 13 de 1990, corresponde a la AUNAP otorgar autorizaciones, permisos, patentes, concesiones y salvoconductos para la investigación, la extracción, procesamiento y comercialización de los recursos pesqueros y para el ejercicio de la acuicultura.

Que de acuerdo con lo establecido en el numeral 4 del artículo 5 del Decreto 4181 de 2011, corresponde a la AUNAP realizar el ordenamiento, la administración, el control y la regulación para el aprovechamiento y desarrollo sostenible de los recursos pesqueros y de la acuicultura en el territorio nacional.

Que el artículo 35 de la Ley 13 de 1990 establece entre otras cosas lo siguiente: "...Los productos no aptos para el consumo humano serán retirados del mercado por el organismo competente y se destinarán a otros usos o se desecharán definitivamente."

Que el artículo 36 de la Ley 13 de 1990 define la comercialización como la fase de la actividad pesquera que consiste en la transferencia de los productos pesqueros con el objeto de hacerlos llegar a los mercados interno y externo.

Que el artículo 42 del Decreto Reglamentario 2256 de 1991, compilado por el Decreto No. 1071 de 2015, artículo 2.16.3.4.6 establece entre otras cosas, lo siguiente: "... En todo caso la comercialización de productos pesqueros está sujeta a las disposiciones sanitarias que regulan la materia".

Que el artículo 64 de la Ley 13 de 1990 señala que se entiende por coordinación interinstitucional la interrelación armónica de las acciones y disposiciones que competen al INPA y a las demás entidades del Estado que tengan vinculación directa o indirecta con el subsector pesquero.

Que el artículo 65 de la Ley 13 de 1990 señala que el INPA, hoy AUNAP, en su condición de organismo ejecutor de la política pesquera nacional, establecerá los mecanismos de coordinación a los que se sujetarán las demás entidades del Estado que desarrollen funciones propias del ámbito pesquero.

Que el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – Invima, adscrito al Ministerio de Protección Social, tiene como misión proteger y promover la salud de la población, mediante la gestión de riesgo asociada al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos objeto de vigilancia sanitaria, para lo cual, según manifiesta la entidad en el Informe de resultados del plan para la determinación de mercurio en el pescado mota (*Calophysus macropterus*), Ciclo 2015 (Octubre 2014 a Diciembre de 2015), "se encuentra desarrollando diversos programas con el fin de determinar las concentraciones de mercurio que pueden estar presentes en pescados provenientes de las principales cuencas hidrográficas del país y que poseen los mayores volúmenes de pesca, según los Informes técnicos de Pesca y Acuicultura Colombia 2009, como el bagre, bocachico y pescado mota, que aunque su volumen de pesca no se encuentra dentro de los más altos, estudios realizados y presentados al Invima por ONG internacionales demuestran las altas concentraciones de mercurio que pueden ser un riesgo para los consumidores" como en el caso de la especie *Calophysus macropterus*, conocido como mota, mapurito, simi o comegente, entre otros nombres comunes, que está presente en las Cuencas Amazónica y de la Orinoquía.

Que el 21 de diciembre de 2016, el Invima envió a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP el "Informe de Resultados del Plan para la Determinación de Mercurio en el pescado mota *Calophysus macropterus*", en el cual se establece el periodo de ejecución comprendido entre octubre 2014 a diciembre de 2015 y presenta las siguientes conclusiones:



*"Por la cual se prohíbe de manera precautoria, por tiempo indefinido, la captura en las Cuencas de la Amazonia y de la Orinoquía colombianas y la comercialización en el territorio colombiano de la especie *Calophysus macropterus* conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente"*

- ✓ La totalidad de las muestras de pescado mota que fueron objeto de la determinación de mercurio durante el periodo del estudio provienen de las cuencas Amazónica y Orinoquía. De acuerdo con la información suministrada por la Aunap – Autoridad Nacional Acuicultura y Pesca esta especie de pescado se encuentra mayormente en estas cuencas.
- ✓ Los resultados del plan de vigilancia de mercurio en el pescado mota fueron obtenidos a partir de un estudio descriptivo y exploratorio que permite evidenciar una situación que podría generar un riesgo a la salud del consumidor.
- ✓ El 100% de las muestras analizadas en el Laboratorio Físicoquímico de Alimentos y Bebidas del Invima, presentó niveles de mercurio por encima del límite de detección de la técnica analítica (0,002 mg/Kg); de las 207 muestras de pescado mota, simi o piracatinga (*Calophysus macropterus*) analizadas, 146 muestras (70,5%) superaron los niveles de mercurio permitidos (0,5 mg/kg) en la Resolución 122 de 2012 expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social y 60 muestras presentan contenidos de mercurio que cumplen con el nivel máximo sin embargo los valores obtenidos (oscilan entre 0,13 y 0,49 mg/kg), marcan una tendencia de la concentración de mercurio muy cercana al nivel máximo establecido.
- ✓ De acuerdo con los resultados obtenidos, de las 30 muestras tomadas en Bogotá, ciudad que constituye el mayor sitio de venta y consumo del pescado Mota proveniente de la cuenca Amazónica (fuente Aunap), 27 de estas muestras (90%) superaron el nivel máximo para mercurio establecido en Colombia.
- ✓ Dos muestras de pescado Mota capturados en junio de 2015 en el río Amazonas (Cuenca Amazónica), presentaron concentraciones elevadas de mercurio superando por más de 4 veces el nivel máximo permitido en la reglamentación sanitaria colombiana. (2,22 y 2,04 mg/kg).
- ✓ Los resultados obtenidos por el Invima en el presente estudio son similares a los obtenidos por otras entidades, en los que la mayoría de las muestras presentan niveles de mercurio por encima de los máximos permitidos en la regulación.

Que en el mencionado estudio el Invima manifiesta que *"de acuerdo con los resultados obtenidos sobre presencia y excedencias de mercurio total en el pescado mota, en el plan de muestreo 2015, ejecutado entre octubre 2014 y diciembre de 2015, la entidad recomienda tomar las siguientes medidas con el fin de evaluar y reducir los riesgos asociados al consumo de mercurio y evitar daños a la salud de la población colombiana:*

- Solicitar al Instituto Nacional de Salud (INS) a través del Grupo Evaluación de Riesgos de Inocuidad de Alimentos ERIA un estudio de evaluación de riesgos para este producto y con base en los resultados precisar las acciones interinstitucionales particulares a desarrollar, incluyendo recomendaciones de consumo, educación sanitaria, etc.
- Informar a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap) sobre los resultados encontrados en la ejecución de este plan y solicitar que adelanten las acciones que correspondan en relación con la situación de pesca de esta especie en las Cuencas Amazónica y Orinoquía y comercialización del pescado mota en Colombia.
- Solicitar al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y a las Corporaciones Autónomas Regionales de la Orinoquía y de la Amazonía adelantar acciones de intervención que conduzcan a la reducción de la contaminación ambiental de mercurio.
- Solicitar a las Entidades Territoriales de Salud, que aplique las medidas sanitarias a que haya lugar, en los sitios donde se distribuye y comercializa el pez mota, siguiendo los procedimientos sanitarios y ambientales establecidos. Así mismo, informar a la comunidad sobre los riesgos para la salud que se derivan por el consumo de este producto.
- Continuar las mesas de trabajo nacionales conformadas por instituciones del sector salud, ambiental, energético y minero encaminadas a la reducción de la contaminación con mercurio en el medio ambiente y en los alimentos
- Continuar fortaleciendo las acciones de vigilancia y control realizadas por el Invima mediante la formulación y ejecución de planes nacionales subsectoriales de vigilancia y control en otras especies acuícolas comercializadas para consumo humano en Colombia."

Que este proyecto de resolución fue publicado en la página de la AUNAP el día 02 de agosto de 2017 para la consulta respectiva a efectos de dar cumplimiento a la normatividad.

Que esta medida administrativa se toma de manera precautoria, teniendo en cuenta lo señalado en el informe técnico del Invima, en cumplimiento de lo informado por la autoridad sanitaria, que hace parte integral de este documento.

"Por la cual se prohíbe de manera precautoria, por tiempo indefinido, la captura en las Cuencas de la Amazonia y de la Orinoquia colombianas y la comercialización en el territorio colombiano de la especie *Calophysus macropterus* conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente"

En mérito de lo expuesto, el Director General de la AUNAP,

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. PROHIBIR de manera precautoria, por tiempo indefinido, la captura en las Cuencas del Amazonas y Orinoco colombianas y la comercialización en todo el territorio colombiano de la especie *Calophysus macropterus*, conocida comúnmente como mota, mapurito, simi o comegente, en todas sus formas de presentación, hasta que la autoridad sanitaria manifieste e informe a la AUNAP que las condiciones sanitarias de la especie en mención han mejorado y, por lo tanto, cumple con las condiciones óptimas para el consumo humano.

PARÁGRAFO. Para los efectos de la presente resolución, la Cuenca de la Amazonia la comprenden los departamentos de Amazonas, Caquetá, Putumayo y sus tributarios; la Cuenca de la Orinoquia la comprenden los departamentos de Vaupés, Guaviare, Guainía, Meta, Vichada, Casanare, Arauca y sus tributarios.

ARTÍCULO SEGUNDO. A partir de la fecha de expedición de la presente resolución, se modifican todos los permisos de comercialización y de pesca comercial artesanal en lo que refiere a la especie *Calophysus macropterus*, conocida como mota, mapurito, simi o comegente, por lo tanto, la Dirección Técnica de Administración y Fomento hará la revisión y modificación de los permisos correspondientes.

PARÁGRAFO. Aunado a lo anterior y para dar cumplimiento a esta medida conforme a la medida ordenada, a partir de la fecha no se expedirán permisos de pesca comercial artesanal, procesamiento, comercialización ni salvoconductos autorizando la comercialización o movilización de la especie *Calophysus macropterus*, conocida como mota, mapurito, simi o comegente.

ARTÍCULO TERCERO. En cumplimiento de esta medida administrativa, la Dirección Técnica de Inspección y Vigilancia de la AUNAP deberá implementar las acciones correspondientes con el fin de dar cumplimiento a esta prohibición.

ARTÍCULO CUARTO. El incumplimiento a la normatividad dará lugar a la imposición de sanciones establecidas en artículo 55 de la Ley 13 de 1990 y Decreto 1075 de 2015, o normas que modifiquen, adicionen o remplacen, sin perjuicio de las demás sanciones a que haya lugar.

ARTÍCULO QUINTO. La presente resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial y deroga todas las disposiciones que le sean contrarias.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

23 AGO 2017

OTTO POLANCO RENGIFO
Director General

Proyectó: Miriam Larrahondo Molina, Profesional especializada Dirección Regional Bogotá
Jhon Jairo Restrepo Arenas, Profesional Dirección Técnica de Administración Fomento
María Claudia Merino, Profesional especializada Dirección Técnica de Administración y Fomento
Piedad Victoria Daza, Profesional especializada Dirección Técnica de Administración y Fomento
Revisó: Erick Serge Firtion Esquiaqui, Director Técnico de Administración y Fomento
Verónica Cuello- Abogada DTAF
Diego Andrés Triana Trujillo, Asesor Despacho Director General.
Luis Alberto Quevedo Ramírez, Jefe Oficina Asesora Jurídica.