

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS  
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y  
BIOQUÍMICA**



**TESIS**

**DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE MERCURIO EN  
CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO  
COMERCIAL FIORI – SAN MARTÍN DE PORRES” DE MAYO- JULIO  
2013**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR LA ALUMNA:  
Bach. KATIA JANET QUISPE LÓPEZ**

**DOCENTE ASESOR:  
Q.F. AVALOS CORDERO, ERNESTO**

**LIMA – PERÚ**

**2013**



## **DEDICATORIA**

*A Dios y mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy. A Dios por nunca abandonarme en momentos difíciles en mi vida y por haberme permitido llegar hasta la culminación de mis estudios con fortaleza y amor. A mis padres por ser mi apoyo en todo momento, por sus consejos y valores, cuidándome y depositando su entera confianza en mí, que me ha permitido ser persona de bien.*

## AGRADECIMIENTO

La presente tesis es el esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, teniéndome paciencia, dándome ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, Celestina e Isaac, por su apoyo, sacrificio y amor que hicieron posible la culminación de mis estudios, todo esto se los debo a ustedes.

A mis hermanos, Karen, Marlo y José, por siempre estar conmigo en mis tristezas y alegrías, dándome ánimos para continuar y no rendirme, espero que sigamos siempre unidos, los quiero mucho.

Agradezco a mi asesor el Q.F. Tox. Ernesto Avalos Cordero, por su paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento para la realización de esta tesis. Le agradezco también por sus siempre atentas y rápidas respuestas a las diferentes inquietudes surgidas durante el desarrollo de este trabajo, lo cual se ha visto también reflejado en los buenos resultados obtenidos.

A mis queridas y mejores amigas, Marlene, Ada, Margot, Sheyla, Lucia y Sarita, que nos apoyamos desde los inicios en toda nuestra formación profesional, por compartir buenos y malos momentos, nunca las olvidare, gracias por tan bella amistad.

Así mismo quiero agradecer a mis queridos compañeros, que nos apoyamos mutuamente para la realización de nuestras tesis, nuestros esfuerzos están dando frutos, que Dios los colme con grandes bendiciones y que los ilumine en toda su vida; gracias por su amistad.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación reúne los resultados de la evaluación cuantitativa de la concentración de mercurio en conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori” del distrito de San Martín de Porres, durante el mes de Mayo – Julio de 2013.

El método utilizado para la cuantificación de mercurio en conservas de pescado fue el equipo de espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros-vapor frío.

Se establecieron cinco marcas diferentes de conservas de pescado para hacer sometidas al análisis. Los resultados obtenidos de las concentraciones de mercurio fueron las siguientes: 0.22 ppm, 0.59 ppm, 0.39 ppm, 0.17 ppm, 0.63 ppm de las marcas Calana, Beltrán, Belini, Tradición y Marina respectivamente; y la concentración promedio de mercurio de las 5 marcas analizadas fue de 0.4 ppm.

Estos resultados nos indican que las conservas Calana, Belini y Tradición no superan los límites permisibles establecidos por SANIPES (0.5 ppm) y Japón JPHA (0.4 ppm). Así mismo la concentración promedio de mercurio de las 5 marcas analizadas no superan los límites según SANIPES Y Japón JPHA.

Sin embargo el 40% (2 marcas de conserva: Beltrán 0.59ppm y Marina 0.63ppm) sobrepasan los límites máximos permisibles para conservas de pescado según SANIPES (0,5 ppm) y Japón JPHA (0.4 ppm), mientras que el 60% se encuentran dentro de estos límites.

**PALABRAS CLAVES:** Mercurio, Conserva de pescado, SANIPES, Espectrofotometría de absorción atómica.

## ABSTRACT

This research brings together the results of the quantitative evaluation of the concentration of mercury in canned fish expended in the "Business Center Fiori" district of San Martin de Porres, during the month of May-July 2013.

The method used for quantification of mercury in canned fish was the team of atomic absorption spectrophotometry hydride generator - cold vapor.

It established five different brands of canned fish subjected to analysis. The results of mercury concentrations were: 0.22 ppm, 0.59 ppm, 0.39 ppm, 0.17 ppm, 0.63 ppm Calana brands, Beltran, Belini, Tradition and Navy respectively, and the average mercury concentration of the 5 brands tested was 0.4 ppm.

These results indicate that preserves Calana, Belini and Tradition do not exceed the permissible limits set by SANIPES (0.5 ppm) and Japan JPHA (0.4 ppm). Likewise, the average mercury concentration of the 5 brands tested did not exceed the limits as SANIPES and Japan JPHA.

But 40% (2 marks preserved: Beltran Marina 0.59ppm and 0.63ppm) exceeds the maximum allowable according SANIPES canned fish (0.5 ppm) and Japan JPHA (0.4 ppm), while 60% is within these limits.

**KEY WORDS:** Mercury, fish preserves, SANIPES, atomic absorption spectrophotometry.

## INDICE

CONTENIDO	Pág.
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	xii

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.2 Delimitación de la Investigación.....	2
1.2.1 Delimitación Espacial.....	2
1.2.2 Delimitación Temporal.....	2
1.2.3 Delimitación Social.....	2
1.3 Formulación del Problema.....	2
1.4 Objetivos de la Investigación.....	2
1.4.1 Objetivo General.....	2
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Hipótesis de la Investigación.....	3

1.5.1	Hipótesis General.....	3
1.5.2	Hipótesis Específica.....	3
<b>1.6</b>	<b>Justificación e Importancia de la Investigación.....</b>	<b>4</b>
1.6.1	Justificación de la investigación.....	4
1.6.2	Importancia de la investigación.....	5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

<b>2.1</b>	<b>Antecedentes de la Investigación.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>Bases Teóricas.....</b>	<b>7</b>
2.2.1	Metales pesados en las conservas de pescado.....	8
2.2.2	Formas de presentación de mercurio.....	11
2.2.3	Biotransformación del mercurio.....	12
2.2.4	Bioacumulación del mercurio en los peces.....	15
2.2.5	Biomagnificación del mercurio en los peces.....	16
2.2.6	Toxicocinética del mercurio.....	18
2.2.7	Efectos del mercurio sobre la salud humana.....	19
2.2.8	Norma nacional e internacional del contenido de mercurio en conservas de pescado.....	20
<b>2.3</b>	<b>Definición de Términos Básicos.....</b>	<b>23</b>

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1</b>	<b>Diseño de la Investigación.....</b>	<b>26</b>
	3.1.1 Tipo de Investigación.....	26
	3.1.2 Método.....	26
<b>3.2</b>	<b>Población y Muestreo de la Investigación.....</b>	<b>26</b>
	3.2.1 Población.....	26
	3.2.2 Muestra.....	27
<b>3.3</b>	<b>Variables e Indicadores.....</b>	<b>27</b>
<b>3.4</b>	<b>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....</b>	<b>27</b>
	3.4.1 Recolección de muestras.....	27
	3.4.2 Técnicas.....	28
	3.4.3 Instrumentos.....	33

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

<b>4.1</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2</b>	<b>Discusión de los Resultados.....</b>	<b>46</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 50**

**ANEXOS..... 53**

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

Tabla 1.	Propiedades y tasa de transporte de las formas más comunes de Hg.....	<b>12</b>
Tabla 2.	Medidas regulatorias de contenido de mercurio total en producto de pesca.....	<b>21</b>
Tabla 3.	Ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) de mercurio según el comisión FAO/OMS.....	<b>22</b>
Tabla 4.	Limites Máximo de Mercurio Por el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera en el Perú.....	<b>23</b>
Tabla 5.	Características generales de comercialización (presentación, peso del producto, procedencia y registro sanitario) y concentración de mercurio en conservas de pescado expendidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martin de Porres en mayo - julio del 2013.....	<b>34</b>
Tabla 6.	Concentración de mercurio en conservas de pescado expendidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martin de Porres.....	<b>35</b>
Tabla 7.	Comparación del contenido de mercurio en conservas de pescado expendidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martín de Porres vs el valor normal permitido por SANIPES.....	<b>36</b>
Tabla 8.	Porcentaje de muestras de conservas de pescado que exceden los límites referenciales de mercurio (0.5 ppm) según SANIPES.....	<b>38</b>

Tabla 9.	Concentración promedio de mercurio en conservas de pescado expendidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martín de Porres vs el valor normal permitido por SANIPES.....	<b>39</b>
Tabla 10.	Comparación del contenido de mercurio en conservas de pescado expendidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martín de Porres vs el valor normal permitido por Japón JPHA.....	<b>40</b>
Tabla 11.	Porcentaje de muestras conservas de pescado que exceden los límites referenciales de mercurio (0.4 ppm) según la norma de Japón JPHA.....	<b>42</b>
Tabla 12.	Concentración promedio de mercurio en conservas de pescado expendidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martín de Porres vs el valor normal permitido por Japón JPHA.....	<b>43</b>
Tabla 13.	Relación de precios de las marcas de conservas de pescado expendidas en el “Centro Comercial Fiori” con las concentraciones obtenidas de mercurio.....	<b>44</b>

## **FIGURAS**

Figura 1.	Biotransformación del mercurio.....	<b>13</b>
Figura 2.	Ciclo acuático de biotransformación del mercurio.....	<b>14</b>
Figura 3.	Bioacumulación y biomagnificación del mercurio en los peces.....	<b>17</b>
Figura 4.	Esquema de equipo de absorción atómica.....	<b>29</b>

Figura 5.	Esquema del proceso de determinación de mercurio por generación de vapor frío.....	<b>31</b>
Figura 6.	Concentración de mercurio en conservas de pescado expandidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martín de Porres.....	<b>35</b>
Figura 7.	Comparación del contenido de mercurio en conservas de pescado expandidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martín de Porres vs el valor normal permitido por SANIPES.....	<b>37</b>
Figura 8.	Porcentaje de muestras de conservas de pescado que exceden los límites referenciales de mercurio (0.5 ppm) según SANIPES.....	<b>38</b>
Figura 9.	Concentración promedio de mercurio en conservas de pescado expandidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martín de Porres vs el valor normal permitido por SANIPES.....	<b>39</b>
Figura 10.	Comparación del contenido de mercurio en conservas de pescado expandidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martín de Porres vs el valor normal permitido por Japón JPHA.....	<b>41</b>
Figura 11.	Porcentaje de muestras conservas de pescado que exceden los límites referenciales de mercurio (0.4 ppm) según la norma de Japón JPHA.....	<b>42</b>
Figura 12.	Concentración promedio de mercurio en conservas de pescado expandidas en el “Centro Comercial Fiori” – San Martín de Porres vs el valor normal permitido por Japón JPHA.....	<b>43</b>
Figura 13.	Coeficiente de correlación de Pearson entre la concentración de mercurio obtenida y el precio de las marcas de conservas de pescado expandidas en el “Centro Comercial Fiori”.....	<b>45</b>

## INTRODUCCIÓN

El pescado y sus productos nos brindan una fuente saludable de proteínas, grasas, vitaminas y minerales. La grasa más importante en los pescados es el Omega 3 ( $\Omega$  3) necesario para regular ciertas funciones circulatorias y para el desarrollo del cerebro y la retina, de preferencia durante la gestación y la infancia.

Por otro lado, los metales pesados pueden llegar a contaminar los productos derivados de la pesca, sobre todo en aquellos metales que pueden acumularse en los organismos (Bioacumulación) donde peces pequeños comen el plancton que se encuentra concentrado el mercurio, debido a que la mayor fuente natural de este metal es la desgasificación de la corteza terrestre, las emisiones de los volcanes y por la contaminación causada por las industrias. Así mismo, los peces depredadores como el atún, pez espada o tiburón se comen a estos pequeños peces, según la cadena alimentaria, acumulándose aún más el contenido de mercurio en estos peces, siendo el más perjudicial la forma de metilmercurio.

De acuerdo con lo anterior, al ingerir productos contaminados por este metal, puede desarrollar graves problemas como: daño en el sistema nervioso central, daño auditivo, ataxia, disminución de la visión, pérdida de la conciencia y la muerte. Por ello, el metilmercurio es muy dañino en el feto y niños pequeños, debido que es un compuesto muy liposoluble que puede atravesar con facilidad la barrera hematoencefálica como la placenta.

Teniendo en cuenta esto, en la actualidad hay un aumento en el consumo de conservas de pescado en el país, por lo que se considera necesario conocer si éste no representa ningún tipo de riesgo para la salud de las personas que lo consumen, con el objetivo de comprobar el cumplimiento según el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) y Japón JPHA establecida en cuanto a su contenido.

Para comparar el nivel de mercurio contenido en las conservas de pescado se tomó en cuenta una zona específica del Lima, siendo el distrito de San Martín de Porres en el Centro Comercial Fiori, con el objeto de comprobar si los productos que se

comercializan en este distrito cumplen o no con dicha norma; este estudio se realizó durante los meses de Mayo a Julio del año 2013, donde se establecieron cinco diferentes marcas de conservas de pescado como muestra, las cuales fueron cuantificadas la concentración de mercurio utilizando el método de espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros y vapor frío a una longitud de onda de 253.7 nm en el laboratorio Cetox. Los resultados obtenidos fueron comparados con la Norma según SANIPES y Japón JPHA.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la Realidad Problemática

En el Perú, existe una gran demanda por el consumo de conservas de pescado debido a que es un producto muy nutritivo y a las campañas del gobierno que fomentan su compra.

Entre los alimentos, el pescado es considerado como una de las principales fuentes de ingesta de mercurio, donde este elemento, en forma de metilmercurio, es altamente tóxico para la salud de los consumidores, especialmente en mujeres embarazadas o niños menores; ésto debido a la contaminación del medio ambiente acuático.

Debido al aumento del consumo de conservas de pescado, se hace necesario determinar si los niveles de mercurio que contienen se ajustan a lo estipulado por los indicadores del Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) y del Japón JPHA. Estos documentos legales permiten un límite máximo de mercurio en conservas de otras especies el límite máximo de mercurio permitido es de 0.5 mg/Kg según SANIPES; mientras que en JPHA el límite máximo de mercurio permitido es de 0.4 mg/Kg

Por ello, el presente estudio tiene la finalidad de conocer cuáles son los niveles de mercurio en las conservas de pescado que son comercializadas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, y si estas cumplen con los indicadores establecidos del Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) y del Japón JPHA.

## **1.2 Delimitación de la investigación**

### **1.2.1 Delimitación Espacial**

Esta investigación se realizará en el “Centro Comercial Fiori” - San Martín de Porres.

### **1.2.2 Delimitación Temporal**

Para el desarrollo de la investigación se necesitarán tres meses desde Mayo hasta Julio de 2013.

### **1.2.3 Delimitación Social.**

La investigación abarcó a todas las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”. Esta investigación es de gran utilidad para el área de salud porque ayudará a prevenir enfermedades generadas por el mercurio en niños pequeños como embarazadas que tienen más susceptibilidad a este metal.

## **1.3 Formulación del Problema**

¿Qué conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori – San Martín de Porres” exceden el contenido máximo de mercurio permitido de Mayo a Julio de 2013?

## **1.4 Objetivos de la Investigación**

### **1.4.1 Objetivo General:**

- Determinar el contenido de mercurio en las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres” de Mayo a Julio de 2013.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- Comparar los resultados obtenidos de mercurio en las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, con los niveles máximos establecidos por el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera.
- Comparar los resultados obtenidos de mercurio en las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, con los niveles máximos establecidos por Japón JPHA.
- Determinar qué marcas de conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres” presentan concentraciones de mercurio por encima de los niveles máximos permitidos.
- Establecer una correlación, en cuanto a la concentración de mercurio y el precio, en las conservas de pescado que se expenden en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”.

### **1.5 Hipótesis de la Investigación**

#### **1.5.1 Hipótesis General**

- Las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres” presentan concentraciones de mercurio permitido de Mayo a Julio de 2013.

#### **1.5.2 Hipótesis Específicas**

- Las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, superan los niveles máximos de mercurio establecidos por el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera.

- Las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, superan los niveles máximos de mercurio establecidos por Japón JPHA.
- Las conservas de pescado de las marcas Marina, Beltrán, Belini, Tradición y Calana; expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres” presentarían concentraciones de mercurio por encima de los niveles máximos permitidos.
- Existe una correlación, en cuanto a la concentración de mercurio y el precio, en las conservas de pescado que se expenden en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”.

## **1.6 Justificación e Importancia de la Investigación**

### **1.6.1 Justificación de la investigación**

La determinación de mercurio en conserva de pescado es un tema de interés en la salud pública, ya que por la contaminación en ambientes acuáticos, debido a la inadecuada eliminación de residuos por parte de la actividad minera, el pescado es considerado como una de las principales fuentes de ingesta de mercurio y en altos niveles de este metal pueden causar problemas en la salud del consumidor debido a su alta toxicidad.

El grupo más sensible lo conforman las mujeres con edad fértil, mujeres embarazadas, lactantes y niños pequeños. La contaminación por mercurio, es particularmente perjudicial para los fetos en desarrollo y los niños pequeños que pueden desarrollar enfermedades a nivel del sistema nervioso central, debido que es un compuesto muy liposoluble que puede atravesar con facilidad la barrera hematoencefálica como la placenta.

Con esta investigación se podrá determinar si el producto de conserva de pescado consumido frecuentemente, cumple con los valores máximos de mercurio establecidos por el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera del país y la del Japón JPHA, y evaluar si existe riesgo para la población al consumir estos productos.

### **1.6.2 Importancia de la investigación**

La presente investigación es importante porque dará a conocer qué marcas de conservas de pescado no cumplen con los niveles aceptables de mercurio que son expandidas en el “Centro comercial Fiori – San Martín de Porres” con el fin de proteger la salud del consumidor; y evitar enfermedades fatales generadas por este metal, a nivel del sistema nervioso central, sobre todo en las madres gestantes y a los niños pequeños que son más susceptibles al mercurio.

A su vez su importancia radica, en que con los resultados de esta investigación las autoridades tomen medidas para prevenir y reducir la contaminación por mercurio, que en la actualidad es un metal líquido altamente tóxico, dañino y perjudicial para la salud.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la Investigación

En México se realizó un estudio para determinar los contenidos de mercurio y arsénico en 84 muestras de atún y sardina enlatados de seis marcas comerciales producidas en dicho país en el 2001, mediante espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros. Los resultados fueron: contenidos mínimo y el máximo de mercurio es 0.18 a 4.52 y 0.14 a 4.74 mg/kg, con valores promedios de 1.23 y 0.74 mg/kg, para atún y sardina, respectivamente. Mientras que el mínimo y el máximo de arsénico fueron 2.69 a 11.14 y 1.61 a 11.22 mg/kg, con valores promedios de 5.60 y 5.86 mg/kg, para atún y sardina, respectivamente. El 36% de las muestras de atún analizadas rebasaron la concentración máxima de 1.0 mg/kg de mercurio en pescado, establecido por la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos de América. Finalmente, el contenido de arsénico en atún enlatado superó el 2.2 mg/kg al reportado en Inglaterra. (1)

En estudios realizados en EE.UU. se examinaron los niveles de contenido de mercurio total en el atún enlatado obtenido de una tienda de comestibles de Nueva Jersey desde 1998 a 2003. Se analizaron 168 latas por separado para determinar la concentración de mercurio total. Siendo los resultados: el contenido de mercurio máximo fue 0,997 ppm. El 25% de las muestras de atún blanco superaron el 0,5 ppm (FDA). Los datos indican un ligero aumento en los niveles desde 1991, y los niveles de mercurio fueron significativamente más altos en 2001 que en otros años. La media del nivel de mercurio en el atún blanco (media de 0.407 ppm) fue significativamente más alta que el valor medio de 0,17 ppm utilizado actualmente por la Administración de Drogas y Alimentos de EE.UU. (FDA) en su evaluación del riesgo y la información pública. (2)

En Colombia se realizó un estudio de evaluación de la concentración de mercurio en diversas marcas de atún enlatado comercializadas en la ciudad de Cartagena en el 2010, con la finalidad de evaluar su concentración de mercurio total (T-Hg) de 4 marcas

conocidas. Para ello se empleó un analizador de mercurio DMA- 80. Donde se determinó que las concentraciones de T-Hg en las muestras de atún variaron entre 0.09 y 2.59 ppm. ( $0.86 \pm 0.09$  ppm). Por otro lado, la marca D presentó el valor promedio más alto ( $1.35 \pm 0.23$  ppm), seguida de las marcas A, ( $1.14 \pm 0.14$  ppm), B ( $0.57 \pm 0.12$  ppm) y C ( $0.31 \pm 0.05$  ppm). El 34% de las muestras analizadas excedieron el límite máximo de mercurio establecido por la legislación colombiana (1 ppm), y el 59% de las mismas sobrepasó los niveles recomendados por la OMS (0.5 ppm). Estos resultados sugieren que el consumo de atún enlatado en la ciudad de Cartagena representa un riesgo moderado para la población en general en términos de exposición a mercurio. (3)

En Chile, en el año del 2010, reportaron un estudio de once muestras de pescado provenientes de los puertos de San Antonio en la Región de Valparaíso y Talcahuano en Bío-Bío. Donde arrojaron una cuota superior a la permitida de mercurio, según un estudio realizado por el Ministerio de Salud de Chile, de la región Metropolitana y Coquimbo. Siendo los resultados, que un 30% de albacoras y un el 2,3% de las conservas enlatadas, estarían con porcentajes de mercurio superiores a los aceptados por mercados externos. (4)

En una noticia publicada en España por el diario “Público. es”, en Valencia en el año 2011. El Centro Superior de Investigación en Salud Pública, evaluó que más de mitad de los niños españoles nace con niveles de mercurio por encima de los límites admisibles. Donde el 64 % de los bebés estaba expuesto a concentraciones de metilmercurio debido al consumo de pescado realizado por la madre gestante, siendo el atún el pescado más consumido que presenta niveles intermedios de mercurio, mientras que el pescado azul de pequeño tamaño, como la sardina y la caballa, y el pescado blanco que no son tomados a cuenta para la investigación debido a que acumulan en su carne poco mercurio. En la sepia y el calamar, las concentraciones del metal pesado son muy bajas. (5)

## **2.2 Bases Teóricas**

El enlatado es un método de conservación de los alimentos inventado por el francés Nicolás Appert a finales del siglo XVIII, cuyo proceso, asocia un tratamiento

térmico y un envase cerrado. Por ello, preserva las cualidades nutricionales, vitamínicas y organolépticas de los productos. Es un método de esterilización natural que no necesita aditivos y que permite preparar los alimentos con rapidez y una facilidad inigualables.

El pescado es un producto perecedero y, sin duda, uno de los más expuestos a la acción de las bacterias. Afortunadamente, hoy en día los tiempos han cambiado y estamos mucho más seguros a la hora de consumirlo. No obstante, no conviene olvidar que el pescado en conserva es una forma sana, segura y cómoda de disfrutar de este alimento si siguen con las normas de calidad, ya que podemos saborearlo siempre que nos apetezca, en cualquier momento y en cualquier lugar. (6)

La conservas de pescado es actualmente, un alimento especialmente nutritivo por su alto contenido proteico y de Omega 3, que ayudan a un buen desarrollo, crecimiento del tejido cerebral y de la vista en los niños, a regular la presión sanguínea y a eliminar la grasa saturada que se forma en la venas (colesterol malo) reduciendo de esta forma el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares, trombosis e inflamaciones.

La industria conservera produce una gran variedad de tipos de conservas de pescado. Estas conservas se distinguen en el mercado por el tipo y especie de pescado (Atún, Sardina, Salmón, Anchoqueta, caballa, etc.), el conservante utilizado, el tamaño y tipo de envase, la marca comercial y el país de origen. (7)

### **2.2.1 Metales pesados en las conservas de pescado:**

De acuerdo a Domenech y Peral, los metales pesados son aquellos elementos químicos con una densidad superior a 6 g/cm<sup>3</sup>, a su vez son metales que causan un impacto ambiental debido a su toxicidad<sup>1</sup>. Otros autores tales como NEBEL, dan la definición basándose en el alto número atómico que estos metales poseen, entre ellos

---

<sup>1</sup> DOMENECH, X. y PERAL, J. (2006). *Química ambiental de sistemas terrestres*. Reverté. 239 p

esta el cadmio, plomo y mercurio<sup>2</sup>. Estos metales contaminan el agua y el suelo, etc., son tóxicos en concentraciones reducidas. (8)

El desarrollo tecnológico, el consumo masivo e indiscriminado y la producción de desechos principalmente urbanos, han provocado la presencia de muchos metales en cantidades importantes en el ambiente, provocando numerosos efectos sobre la salud y el equilibrio de los ecosistemas. Se incorporan con los alimentos o como partículas que se respiran y se van acumulando en el organismo, hasta llegar a límites de toxicidad. Si la incorporación es lenta, se producen intoxicaciones crónicas que dañan los tejidos u órganos en los que se acumulan. (9)

Entre los innumerables contaminantes, la contaminación por metales pesados en el medio ambiente, se ha convertido en un fenómeno de interés mundial debido a su toxicidad, persistencia durante varias décadas en el medio acuático, así como a su bioacumulación y biomagnificación en la cadena alimenticia. (10)

Los metales pesados son capaces de causar efectos indeseables en el metabolismo, originando enfermedades que en ocasiones son graves y que pueden causar incluso la muerte. La toxicidad de un metal depende de la dosis en que sea ingerido así como de la capacidad de excreción del mismo.

El mercurio, el plomo y el arsénico constituyen los tres elementos causantes de mayores efectos adversos en la salud pública en base a su toxicidad y actuales niveles de exposición. El mercurio (Hg) es considerado históricamente como un contaminante ambiental devastador y está situado en la "lista negra" por su alta toxicidad, persistencia y bioacumulación en el ecosistema por lo que es considerado como un contaminante de prioridad. (10)

Los organismos acuáticos concentran las trazas de los metales pesados en sus cuerpos; tanto así que las concentraciones de sus tejidos exceden a las encontradas en el

---

<sup>2</sup> NEBEL, B. 1999. *Ciencias Ambientales: ecología y desarrollo sostenible*. 6ª. Ed. Prentice-Hall, México. 698pp.

agua misma. Al ser precipitados son tomados por adsorción y absorción por los organismos acuáticos. Las concentraciones de las trazas de metales en los cuerpos son reguladas y no cambian apreciablemente a menos que la concentración del agua también cambie. Sin embargo, si las concentraciones del ambiente exceden la habilidad biológica, entonces se encontrara de forma regular concentraciones en el tejido de los peces, donde podrá presentar efectos tóxicos en los organismos expuestos. (11)

La concentración de las trazas de metales en los cuerpos de los organismos acuáticos depende de: su tamaño, localidad, estación del año, los órganos y tejidos del cuerpo. La mayoría de estos elementos se acumulan en los músculos de los peces siendo un peligro para los seres humanos ya que es la parte comestible del pez. (9)

En la actualidad hay abundante información y recomendaciones concernientes a los niveles de mercurio en peces salvajes, no obstante, es muy poca la relacionada con especies comerciales, las cuales constituyen la mayoría del pescado que se consume en forma de conservas. De hecho, es conocido que en áreas altamente contaminadas con el metal, los niveles en el pescado pueden ser elevados, como las especies depredadoras (tiburón, pez espada y algunas especies de atún) que pueden contener concentraciones muy altas de mercurio. (3)

Así, la evaluación de los niveles de mercurio en las especies comerciales de pescado como en sus derivados en conservas, se ha convertido en un tema relevante para la salud pública.

Entre ella, se puede mencionar al suceso ocurrido en Japón, que debido a los vertidos de desecho de mercurio en la bahía de Minamata en 1953 – 1960 y el río Agano, en Nigata en el año 1965, provocó que una gran cantidad de este metal se acumulara en los peces, los que posteriormente eran consumidos por la población. Los niveles de mercurio encontrados superaban los 7 ppm en pescados. En este suceso hubo víctimas fatales, con porcentajes importantes de muertes.

Todo esto ocurrió a causa de la empresa química Chisso, instalada cerca de la bahía, que usaba sulfato de mercurio y cloruro de mercurio como catalizadores en la

producción de acetaldehído y de cloruro de vinilo. Las aguas residuales de la planta eran descargadas en la Bahía de Minamata y contenían mercurio inorgánico y metilmercurio. El metilmercurio se originaba principalmente como subproducto del proceso de fabricación del acetaldehído. El metilmercurio vertido en el mar se acumuló en los peces, mariscos de la bahía y en la gente local que comía pescado y mariscos. El resultado fue un tipo de envenenamiento por mercurio que ahora se conoce como la enfermedad de Minamata.

Los pacientes afectados por la enfermedad de Minamata se quejaban de pérdida de sensibilidad y entumecimiento en sus manos y pies. No podían correr ni caminar sin trastabillar y tenían dificultades para ver, oír y tragar. Una alta proporción de ellos murió.

Aunque la mayoría de las víctimas tuvo muchas dificultades al comienzo para obtener una compensación, hacia fines de 2009 ya habían sido certificadas oficialmente 2.271 víctimas, y más de 10.000 personas habían recibido una compensación financiera. Otras personas expuestas aún luchaban por una compensación adecuada. En mayo de 2010, más de 50 años después del primer diagnóstico que se hizo de la enfermedad, el Gobierno de Japón adoptó medidas adicionales de reparación para los afectados por la enfermedad de Minamata que no habían sido reconocidos como tales y prometió mayores esfuerzos. (12)

### **2.2.2 Formas de presentación de mercurio:**

El mercurio posee una gran variedad de estados físicos y químicos (elemental /Inorgánico / orgánico). La toxicidad del mercurio depende de la forma química que se encuentre. El mercurio elemental apenas es tóxico por vía oral porque se absorbe muy poco y se elimina con mucha rapidez. En cambio, en forma de vapor es absorbido rápidamente por los pulmones pudiendo dar lugar a intoxicaciones tanto agudas como crónicas. Los compuestos inorgánicos del mercurio son más tóxicos que el propio metal pero los efectos biológicos más severos son los de algunos compuestos orgánicos. (13)(14).

**Tabla 1. Propiedades y tasa de transporte de las formas más comunes de Hg**

<b>TIPO</b>	<b>PROPIEDADES</b>	<b>TRANSPORTE</b>
<b>Mercurio elemental (Hg 0)</b>	Representa el 95 % del mercurio atmosférico	Tiende a permanecer en el aire, no es fácilmente depositado, puede viajar grandes distancias antes de la conversión a otras formas y deposición.
<b>Mercurio divalente (Hg<sup>2+</sup>)</b>	Comprende el 5 % del mercurio atmosférico, ligado a partículas en el aire, en el suelo y en el agua se encuentra ligado a complejos generalmente a sales.	Fácilmente depositado en la superficie terrestre, una vez en el agua puede ser volatilizado o se puede unir a partículas y ser transportado al sedimento
<b>Metilmercurio (CH<sub>3</sub>Hg)</b>	Ion lipofílico producido por bacterias en la columna de agua o sedimento.	Entra a la cadena alimenticia a través de la biota acuática y la ingesta de tejidos de pescado, la bioacumulación es mayor en organismos con altos niveles tróficos.

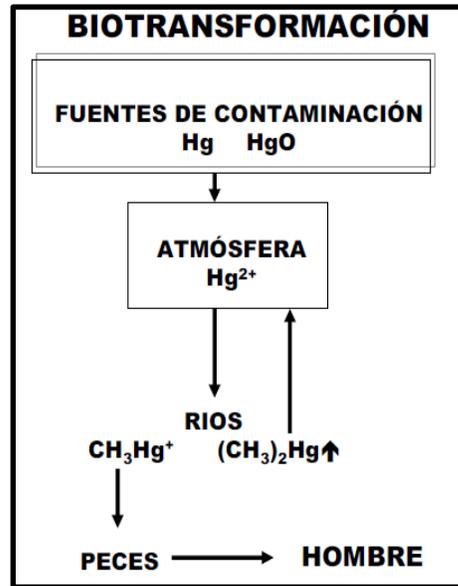
Fuente: Lutter e Irwin, El mercurio en el medio ambiente: un problema volátil. 2002

### **2.2.3 Biotransformación del mercurio:**

El mercurio es biotransformado, en especial en el agua de los ríos por microorganismos, e incorporado a las cadenas tróficas como metilmercurio, muy tóxico. En la figura 1, se muestra un esquema simple de los procesos de biotransformación del

mercurio. En la atmósfera, la especie predominante es la de  $\text{Hg}^{2+}$  (mercurio iónica), formada a partir de otras especies de mercurio, como el dimetilmercurio, el  $\text{HgO}$  (óxido mercúrico) o el propio mercurio ( $\text{Hg}$ ), en diferentes procesos químicos; mientras que en el agua, se biotransforma a metilmercurio.

**Fig. 1. Biotrasformación del mercurio**



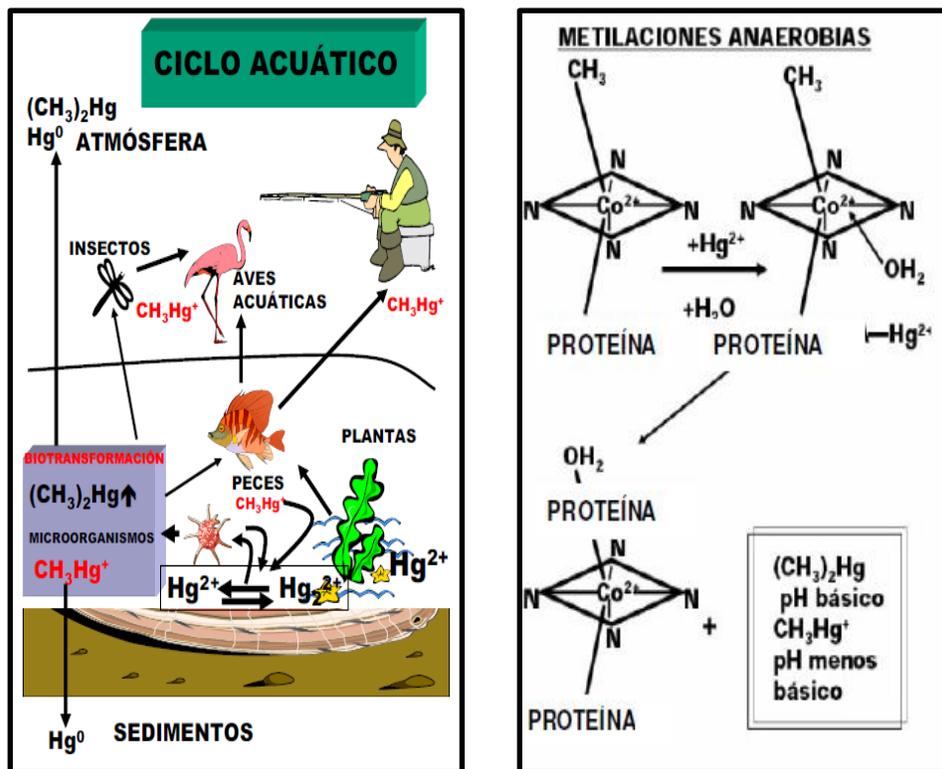
Fuente: Doadrio. Ecotoxicología y acción del mercurio. (2004)

El ciclo acuático de biotransformación que sufre el mercurio, se puede establecer las siguientes pautas:

- Todas las formas de mercurio ( $\text{Hg}$ ) se transforman en Ion mercurio ( $\text{Hg}^{2+}$ ) en el agua por reacción con oxígeno ( $\text{O}_2$ ). Además existe Ion mercurio ( $\text{Hg}^{2+}$ ) de su propia incorporación por el ciclo del agua.
- Las especies oxidadas de mercurio se reducen a mercurio ( $\text{Hg}^0$ ), por la acción de bacterias pseudomonas en un proceso anaeróbico, y se sedimenta.
- El ion mercurio ( $\text{Hg}^{2+}$ ) se metila en aguas continentales o litorales, bien por *metilación aeróbica* en numerosos microorganismos y bacterias, producida por metilación del complejo homocisteína de mercurio en los procesos celulares que

normalmente producen metionina, o por *metilación anaerobia* de bacterias metanogénicas o por derivados de metilcobalamina. Un esquema básico de este último tipo de metilaciones, se puede ver en la figura 2. La formación de metilmercurio o del dimetilmercurio, es función del pH de medio, siendo la especie predominante a pH muy básico el dimetil.(15)

**Fig. 2. Ciclo acuático de biotransformación del mercurio**



Fuente: Doadrio. Ecotoxicología y acción del mercurio. (2004)

Esta obtención de metilmercurio, es la que se bioacumula en los peces, y por lo tanto es incorporado a las cadenas tróficas.

#### 2.2.4 Bioacumulación del mercurio en los peces:

Una de las características del mercurio en el medio ambiente es su capacidad para acumularse en organismos (bioacumulación)<sup>3</sup>. En el medio ambiente acuático, el mercurio inorgánico proveniente de los innumerables contaminantes, es depositado en los sedimentos y es convertido principalmente en metilmercurio (MeHg) por acción bacteriana por un proceso de biometilación, aumentando de esta manera su biodisponibilidad para la biota acuática que fue explicado en el punto anterior. Entre los animales que son considerados bioacumuladores de metales, destacan las especies filtradoras y organismos planctónicos, los que están expuestos a los metales pesados disueltos en el agua, y/o asociados al material particulado. Dentro de este contexto, el zooplancton juega un rol importante en todos los ciclos biogeoquímicos de elementos metálicos en ambientes marinos.

Los peces, atrapan metilmercurio por absorción directa del agua a través de las branquias y la piel, así como por alimentos contaminados. Sin embargo, el metilmercurio es atrapado por los peces principalmente a través de su dieta, mientras que la absorción directa del agua es de menor importancia. (16)

De esta forma, cuando peces pequeños ingieren metilmercurio en sus alimentos por el plancton, el mercurio pasa a sus tejidos. Cuando peces más grandes se comen a los peces pequeños o a otros organismos que contienen metilmercurio, la mayor parte del metilmercurio que se encontraba originalmente en el pez pequeño se acumulará en el cuerpo del pez más grande. Como resultado, los peces de mayor tamaño y de más edad que habitan aguas contaminadas acumulan las cantidades más altas de metilmercurio en sus cuerpos. Los peces de agua salada (especialmente tiburones, pez espada y atún) que viven muchos años y que pueden alcanzar un tamaño muy grande tienden a tener los niveles de mercurio más altos en sus cuerpos. (11)

---

<sup>3</sup> GARCÍA, M.; ALONSO, J. LOIRA, L. y MELGAR, M. 2007. *Mercury content in tinned mussels, common cockles and razor shells commercialized in Galicia (Spain)*. Ciencia y Tecnología Alimentaria. 5(5): 379-383.

### **2.2.5 Biomagnificación del mercurio en los peces:**

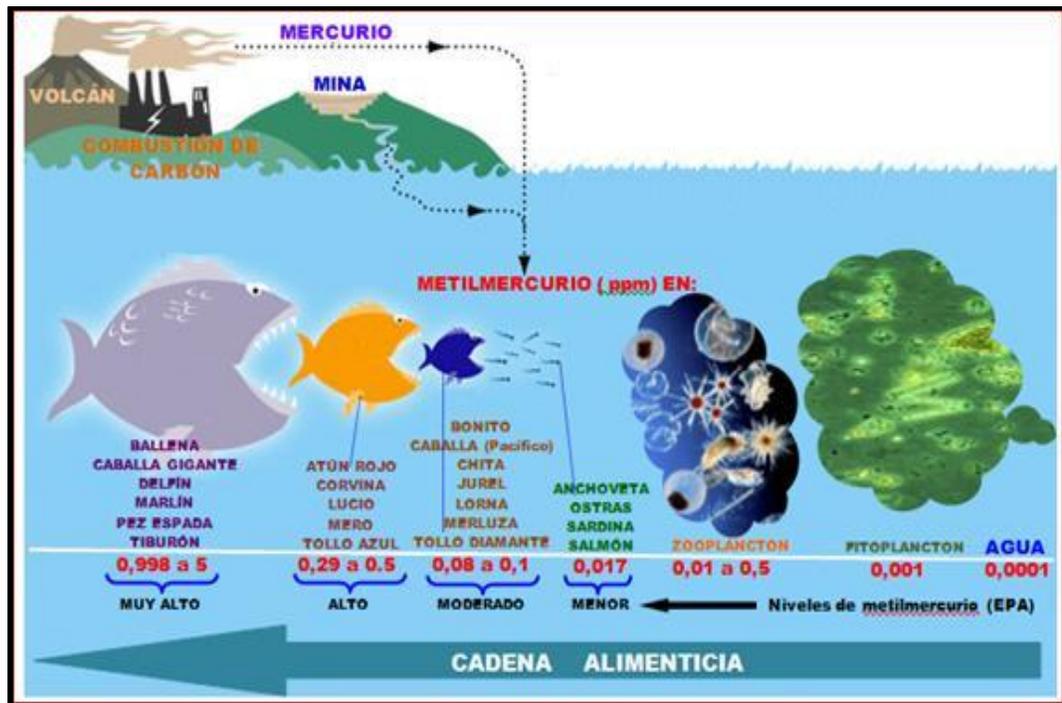
La incorporación del mercurio en los organismos se debe principalmente a su naturaleza lipofílica que facilita su paso a través de la membrana celular, ya que forma enlaces covalentes fuertes con grupos thiol (sulfhidrilo proteínico), los cuales son componentes comunes de los sitios activos de muchas enzimas, incluyendo las que están involucradas en la energía celular y transporte de oxígeno. Estos enlaces hacen que la vida media de eliminación del mercurio sea de aproximadamente dos años, lo que provoca que la bioacumulación aumente e inhiba la excreción. Como los metales no esenciales no presentan una función en el metabolismo de los peces y por consiguiente, no pueden ser regulados por el metabolismo del pez, hay evidencia de una nula eliminación de mercurio (en su forma orgánica) una vez que se ha bioacumulado. Al respecto se ha establecido que el mercurio se encuentra disponible para los organismos cuando entran a la cadena alimenticia por medio de una metilación bacteriana y una vez en la cadena alimenticia se biomagnifica a través de ella.

Para que exista una biomagnificación del mercurio, se debe presentar primero una bioacumulación del mismo, la cual ocurre cuando los organismos vivos absorben contaminantes más rápidamente de lo que sus cuerpos pueden eliminar, por lo que el contaminante se acumula en sus tejidos u órganos. Cuando la bioacumulación se transfiere de un nivel trófico a otro superior incrementando su concentración, indica que ha ocurrido la biomagnificación del mercurio.

Debido a esta biomagnificación, se considera que los organismos que ocupan posiciones tróficas altas son susceptibles a contener altas concentraciones de este tóxico. Por lo que, los hábitos alimenticios de los depredadores son muy importantes para determinar la biomagnificación de mercurio, ya que afectan significativamente la bioacumulación de metales pesados.

El fenómeno de la biomagnificación ha sido discutido por varios autores, sin embargo, Gray<sup>4</sup> quien hizo una discusión sobre la biomagnificación en los sistemas marinos, sugiere que es preferible utilizar el concepto que restringe a la biomagnificación como la captación de mercurio desde el alimento. Enfatizando en que además de los depredadores, se debe de analizar el contenido de mercurio en las principales especies presa que consume, lo cual, por lo general no se realiza. En este sentido, en el presente estudio, un punto importante de las presas, es que a pesar de que sus niveles son bajos, se muestra que son capaces de acumular este metal y ser una fuente de entrada, en menor medida, de Hg hacia su depredador. (17)

**Fig. 3. Bioacumulación y biomagnificación de mercurio en los peces**



Fuente: Agencia Química Virtual. UNALM. (2011)

<sup>4</sup> Gray, J. 2002. Biomagnification in marine systems: The perspective of an ecologist. Mar. Poll. Bull. 45: 46-52.

### 2.2.6 Toxicocinética del mercurio:

Las diferentes formas y compuestos de mercurio tienen peculiaridades toxicocinéticas específicas. En este aspecto las propiedades químicas e interacciones biológicas de importancia son las siguientes:

- El mercurio elemental (e-Hg) es soluble en los lípidos, altamente difusible a través de las biomembranas y bio-oxidado intracelularmente a mercurio inorgánico (i-Hg).
- El mercurio inorgánico (i-Hg) es soluble en agua y menos difusible a través de las biomembranas que el e-Hg. Induce a la síntesis de proteínas del tipo metalotioneína en el riñón, siendo la unión principal del mercurio a las proteínas, no estructural.
- Los compuestos de alquil-mercurio (al-Hg), principalmente el metilmercurio (me-Hg), son solubles en los lípidos, altamente difusibles a través de las biomembranas y es biotransformado muy lentamente en i-Hg.
- Los compuestos mercuriales orgánicos (or-Hg) y (alox-Hg) son solubles en los lípidos y rápidamente degradables en el organismo a i-Hg. (18)

La distribución del mercurio en los diversos compartimientos del organismo depende de la dosis, la duración de la exposición, el grado de oxidación del mercurio y el tipo de compuesto al cual está unido. Los compuestos orgánicos tienen distribución amplia en los tejidos, con preferencia sobre aquellos más ricos en lípidos como el cerebro y tejido adiposo. Atraviesan barrera hematoencefálica y la placenta produciendo importantes efectos neurológicos y teratógenos. Las sales inorgánicas tienen una distribución amplia pero irregular, encontrándose la mayor concentración en riñones. No atraviesan barrera hematoencefálica y se eliminan principalmente por vía renal con una vida media de 30 a 60 días.

Para el caso del metilmercurio, señala que en las personas, el 90% de éste compuesto absorbido se excreta en forma iónica con la bilis a través de las heces fundamentalmente. La excreción urinaria es menor. También se elimina a través de la leche materna<sup>5</sup>. El metilmercurio unido a la cisteína es excretado en la bilis. La absorción

---

<sup>5</sup> ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2005. El mercurio en el sector de la Salud. Ginebra. 3 p.

subsecuente gastrointestinal conduce a una circulación enterohepática. Sin embargo, una fracción de metilmercurio puede conseguir desmetilarse por la flora intestinal y eliminarse por las heces. Los lactantes carecen de estas bacterias y tienen disminuida esta capacidad de eliminación. La vida media del metilmercurio en el hombre oscila entre 32 a 70 días, con un promedio de aproximadamente de 49 días. (8)

### **2.2.7 Efectos del mercurio sobre la salud humana.**

La contaminación por mercurio en pescados es considerado un problema de salud pública. La exposición humana a los compuestos de mercurio es ligada exclusivamente al consumo de pescado y productos derivados. Más del 95 % de pescados se encuentra en forma de metilmercurio, una de las formas más tóxicas y biocumulable para los seres vivos. El riesgo es mayor para poblaciones cuyo consumo es alto, sin embargo existe también un riesgo donde el consumo de pescado y su contaminación por mercurio son comparativamente bajos. (16)

En los últimos años ha aumentado la preocupación por el contenido de mercurio en el pescado como causa de malformaciones fetales desaconsejando el consumo de productos con posibilidad de tener altas concentraciones en madres y niños. Por ello, el metilmercurio está entre los 6 compuestos químicos más peligrosos en el medio ambiente según el Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS).

Entre los principales mecanismos de toxicidad del mercurio una vez ingresado y distribuido en el organismo destacan: a) interacción con metales esenciales por similitud electrónica, es decir, tienen una alta tendencia a sustituir al cobre (Cu), zinc (Zn) y hierro (Fe) y por competir eficientemente por los ligandos específicos de estos cationes dentro de la célula; b) formación de complejos metal-proteína con inactivación de su función; c) inhibición enzimática de proteínas con grupos sulfhidrilos (SH-) y afectación de orgánulos celulares: mitocondrias, lisosomas, microtúbulos. El mercurio afecta principalmente al sistema nervioso central. En casos severos en adultos, algunas áreas específicas del cerebro son dañadas, las neuronas destruidas. Estos daños son irreversibles. A bajas

dosis comprenden una sensación anormal o pérdida de sensibilidad en las extremidades de manos y pies.

La exposición de embriones y fetos a metilmercurio de la dieta de la madre durante el embarazo resultan con severa neurotoxicidad, presentando migración neuronal anormal y organización inusual de neuronas de la corteza<sup>6</sup>, observándose signos de ataxia, ceguera, retraso mental y parálisis cerebral. Cabe mencionar que, según lo expuesto por Grandjean y col., las concentraciones de metilmercurio en los eritrocitos fetales son un 30% más alta que en los de la madre; y los eritrocitos de la leche materna puede contener hasta un 5% de la concentración de la sangre materna<sup>7</sup>. Por lo tanto, existe un gran riesgo de toxicidad a través de la trasmisión madre-hijo, tanto por vía transplacentaria como por la leche materna. (10)

La gravedad de los daños cerebrales causada por el metilmercurio puede ser explicada en término de la biotransformación que este sufre en tal órgano. Allí, la concentración suele se mayor que en la sangre. Solo cuando el metilmercurio está totalmente distribuido en el cerebro comienza su desmetilación a mercurio inorgánico, y esté posee un tiempo de vida considerable en el cuerpo, que puede ser medido en años. Por el contrario, el tiempo de vida en sangre del metilmercurio es de 70 días en adultos, 90 días en niños y 46 días en mujeres en lactación. (3)

### **2.2.8 Norma nacional e internacional del contenido de mercurio en conservas de pescado:**

Dada la importancia que tiene la concentración del mercurio en los productos de la pesca y su incidencia en salud pública, alrededor del mundo se han fijado regulaciones

---

<sup>6</sup> GOYER RA, CLARKSON TW. 2001. Toxic Effects of Metals. In: Klaussen CD, editor. Casarett and Dull's toxicology: *the basic science of poisons*. New York: McGraw-Hill; p. 811–67.

<sup>7</sup> GRANDJEAN P, MURATA K, BUDTZ- JORGENSEN E, WEIHE P. 2004. *Cardiac autonomic activity in methylmercury neurotoxicity: 14-year follow-up or FAROESE birth cohort*. J Pediatr 144:169–76.

que limitan el contenido del metal tanto en pescados frescos como en productos de conserva.

**Tabla 2. Medidas regulatorias de contenido de mercurio total en producto de pesca.**

	<b>AGENTES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR LÍMITE (ppm, mg/kg, µg/g)</b>
<b>1</b>	Canadian Guidelines for Chemical Contaminants and Toxins in Fish and Fish Products (2007)	Concentración total de mercurio en productos marinos	0.5
<b>2</b>	China (2006)	Pescado enlatado, Productos derivados de tiburón, pez vela, atún, lucio y otras especies con altas concentraciones de mercurio	0.5 1.0  (como Me-Hg)
<b>3</b>	Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare ( 2005)	Nivel total provisional de mercurio en productos marinos	0.4
<b>4</b>	Ministerio de la Protección Social Colombiano (2007, 2008)	Bonito y atún	1.0
<b>5</b>	Servicio Nacional de pesca Chilena (2005)	Bonito chileno, tiburón y albacora  Productos derivados de pescado y carne de pescado	1.0  0.5
<b>6</b>	Unión Europea y Reino Unido	Pescado fresco y productos derivados  Especie depredadora	0.5  1.0

7	FDA	Peces, Moluscos, crustáceos y otros organismos acuáticos.	1.0
8	CODEX ALIMENTARIUS	Pescado	0.5
		Pescado depredadores	1.0

FUENTE: Sánchez Londoño, Juan Manuel. Evaluación de la concentración de mercurio en diversas marcas de atún enlatado. 2011

La FAO/OMS, ha establecido límites de ingesta para mercurio. Dando así un valor límite para mercurio total y su compuesto más tóxico el metilmercurio, este valor es la Ingesta Semanal Tolerable Provisional (ISTP)

El término ISTP representa la exposición semanal tolerable para aquellos contaminantes inevitablemente asociados al consumo de alimentos. El término provisional se refiere a que la evaluación no es definitiva, debido a la escasez de datos fiables sobre las consecuencias de la exposición en el hombre.

**Tabla 3. Ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) de mercurio según el comisión FAO/OMS.**

<b>ELEMENTO</b>	<b>ISTP UG/KG PESO/SEMANA</b>
Hg total	5,0
Metilmercurio	1.5

FUENTE: FAO/OMS. 2008

En el Perú el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) permite un límite máximo de mercurio en conservas de atún de 1.0 mg/Kg; mientras que para otras especies el límite máximo de mercurio permitido es de 0.5 mg/Kg.

**Tabla 4. Límites Máximo de Mercurio Por el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera en el Perú.**

<b>REQUISITO</b>	<b>MERCURIO LIMITES MÁXIMO (MG/KG)</b>
a. Productos de la pesca y carne de pescado, excepto en el caso de las especies indicadas en letra b	0.50 para otras especies de la pesca
b. Carne de los siguientes pescados: bonito ( <i>Sarda sarda</i> ), anguila ( <i>Anguilla spp.</i> ), marlín ( <i>Makaira spp.</i> ), gallo ( <i>Lepidorhombus spp.</i> ), raya ( <i>Raja spp.</i> ), tiburón (todas las especies), pez espada ( <i>Xiphias gladius</i> ), atún ( <i>Thunnus spp.</i> , <i>Euthynnus spp.</i> ), barrilete ( <i>Katsuwonus pelamis</i> ), melba ( <i>Auxis rochei</i> ).	1.00

FUENTE: SANIPES. 2009

### 2.3 Definición de Términos Básicos

**Metales Pesados:** Son elementos con masa atómica elevada que pueden dañar a los organismos en pequeñas concentraciones y tienden a acumularse a lo largo de la cadena alimentaria.

**Tóxico:** Cualquier molécula que puede causar un efecto adverso sobre la salud en general y el comportamiento o reproducción de cualquier organismo a dosis y condiciones específicas, alterando el funcionamiento de los órganos y tejidos.

**Toxicidad:** Capacidad para generar un efecto adverso en un organismo, en relación con la cantidad o dosis de sustancia administrada o absorbida, la vía de administración y su distribución en el tiempo (dosis única o repetidas), tipo y severidad del daño, tiempo necesario para producir éste, la naturaleza del organismo afectado y condiciones ambientales

**Intoxicación:** Conjunto de manifestaciones en un organismo ocasionadas por la exposición a un agente tóxico que interfiere con las funciones celulares normales. Las intoxicaciones presentan cuadros clínicos muy diversos, dependiendo del tipo de tóxico, de la vía de ingreso en el organismo o de su metabolismo y eliminación. Puede ser aguda o crónica según la cantidad de tóxico y el tiempo de exposición.

**Ingesta Semanal Tolerable:** se puede definir como un índice capaz de medir el grado de peligrosidad de la ingesta de un aditivo alimentario u otra sustancia. La definición más formal expresa que es la cantidad aproximada (en miligramos) de una sustancia presente en un alimento, expresada en relación con el peso corporal y que se puede ingerir en una semana, durante toda la vida de una persona, sin que llegue a representar un riesgo apreciable para la salud.

**Bioacumulación:** Es la acumulación neta en un organismo de cualquier sustancia tóxica presente en el medio donde habita dicho organismo. La bioacumulación en la biota acuática se expresa típicamente mediante las proporciones de las concentraciones químicas en el tejido del organismo, en relación con la concentración de exposición de la sustancia química.

**Biodegradabilidad:** Sustancia que puede ser descompuesta con cierta rapidez por organismos vivos, los más importantes de los cuales son bacterias aerobias. Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez en

compuestos simples por alguna forma de vida como: bacterias, hongos, gusanos e insectos.

**Biomagnificación:** Tendencia de algunos productos químicos a acumularse a lo largo de la cadena trófica, exhibiendo concentraciones sucesivamente mayores al ascender el nivel trófico. La concentración del producto en el organismo consumidor es mayor que la concentración del mismo producto en el organismo consumido

**WHO:** World Health Organization. (Organización Mundial de la Salud).

**FAO:** Food and Agriculture Organization. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura)

**Cadena trófica:** Cadena alimenticia.

**Cadena alimenticia:** El traslado de energía y nutrientes de un grupo alimentador a otro que comienza con los productores primarios (plantas - algas) y termina con los consumidores (carnívoros).

**Enfermedad de Minamata:** Enfermedad neurológica identificada por primera vez en Minamata, Japón como resultado de la intoxicación por metilmercurio.

**Fitoplancton:** Plancton vegetal.

**Plancton:** Término colectivo para la amplia variedad de organismos vegetales y animales, a menudo de tamaño microscópico que flotan o derivan en el mar o en el agua dulce; el plancton representa el nivel básico de muchas relaciones alimentarias.

**Zooplancton:** Plancton animal.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la Investigación

##### 3.1.1 Tipo de Investigación

**Descriptiva:** Se basa en las situaciones, actitudes predominantes a través de la descripción de las actividades, objetos y procesos conocidos.

##### 3.1.2 Método

- **Trasversal:** Todas las variables son medidas en una sola ocasión; por ello se mide en un momento y tiempo definido.
- **Cuantitativo:** Se recogerá los datos analizados de los niveles de mercurio en las conservas de pescado y éstos serán comparados con los indicadores correspondientes.
- **Prospectivo:** Los datos necesarios para este estudio han sido recogidos a propósito de la investigación (primarios).

#### 3.2 Población y Muestreo de la Investigación

##### 3.2.1 Población

Comprende a todas las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, en sus distintas marcas comerciales y presentaciones.

En el mercado se han encontrado 10 marcas comerciales contando con sus diferentes presentaciones.

### 3.2.2 Muestra

La muestra está en relación de las marcas de conservas de pescado expendidos en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”. El tamaño de la muestra es de 5 marcas de conservas de pescado.

### 3.3 Variables e Indicadores

**Variable Independiente (X):**

<b>VARIABLE (X)</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Conservas de Pescado	Conservas de Pescado Expendidas en el “Centro comercial Fiori – San Martin de Porres”	Marcas Comerciales de conservas de pescado comercializadas.

**Variable Dependiente (Y):**

<b>VARIABLE (Y)</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Concentración de Mercurio	Niveles de Mercurio	<b>SANIPES:</b> 0,5 mg/kg (para otras especies de la pesca)  <b>JAPÓN JPHA:</b> 0.4 mg/kg

### 3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

#### 3.4.1 Recolección de las muestras:

Para la recolección de la muestra se contará con una hoja de datos en la cual se registre la fecha, registro, marca comercial, presentación y lugar de muestreo (Anexo 1).

La muestra se obtendrá mediante un sistema de compra en los puestos en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”.

### **3.4.2 Técnica:**

Todas las muestras serán procesadas bajo la norma del Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES). La determinación del mercurio se realizará por Espectrometría de Absorción atómica asociada a un Generador de Hidruros - vapor frío.

#### **Espectrofotometría de Absorción Atómica:**

Es una técnica capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos de la tabla periódica. Sus campos de aplicación son muy diversos.

La espectrofotometría atómica se usa ampliamente para analizar átomos metálicos en cantidades traza (ppm, ppb) en minerales, muestras biológicas, metalúrgicas, farmacéuticas, aguas, alimentos, suelos y sedimentos.

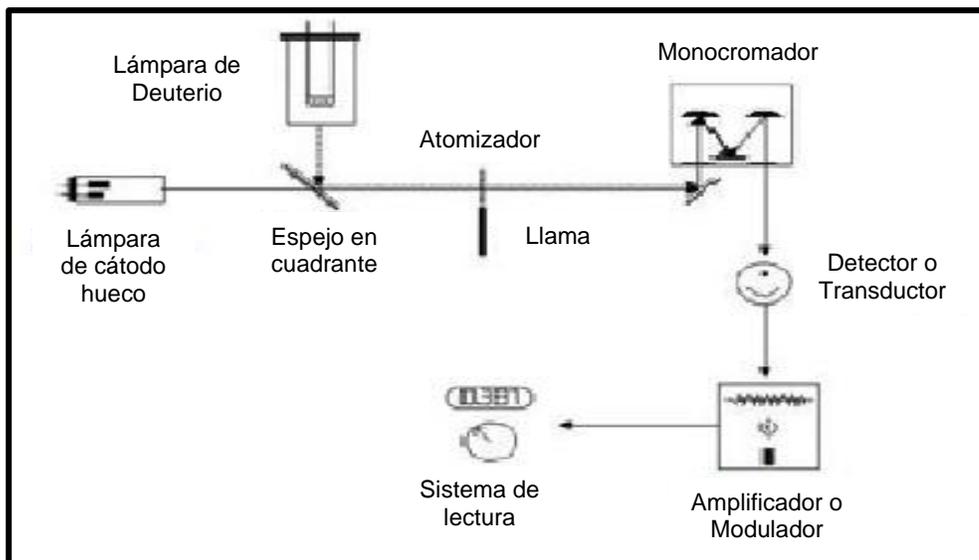
Este método consiste en la medición de las especies atómicas por su absorción a una longitud de onda particular. La especie atómica se logra por atomización de la muestra, siendo los distintos procedimientos utilizados para llegar al estado fundamental del átomo lo que diferencia las técnicas y accesorio utilizados.

En sí, este método está basado en la atomización del analito en matriz líquida y utiliza comúnmente un nebulizador pre-quemador (o cámara de nebulización) para crear una niebla de la muestra y un quemador con forma de ranura que da una llama con una longitud de trayecto más larga.

La niebla atómica es desolvatada y expuesta a una energía a una determinada longitud de onda emitida ya sea por una Lámpara de Cátodo hueco construida con el mismo analito a determinar o una Lámpara de Descarga de Electrones (EDL). (19)

En la figura N° 1, se muestra un esquema típico del equipo de absorción atómica que consiste en: una lámpara de cátodo hueco, una lámpara de deuterio para corrección de lectura por absorción no atómica, un modulador o detector, un atomizador, un monocromador y un transductor o amplificador.

**Fig. 4. Esquema de equipo de absorción atómica**



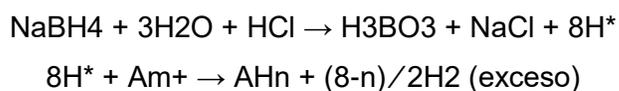
Fuente: Castro Rocha, Principios Básicos de Espectroscopia. 2000.

## **Espectrometría de Absorción atómica asociado a un Generador de Hidruros y vapor frío.**

El Hg es un metal volátil y puede cuantificarse de esta forma mediante la técnica del vapor frío. Es una técnica aplicada casi exclusivamente al mercurio.

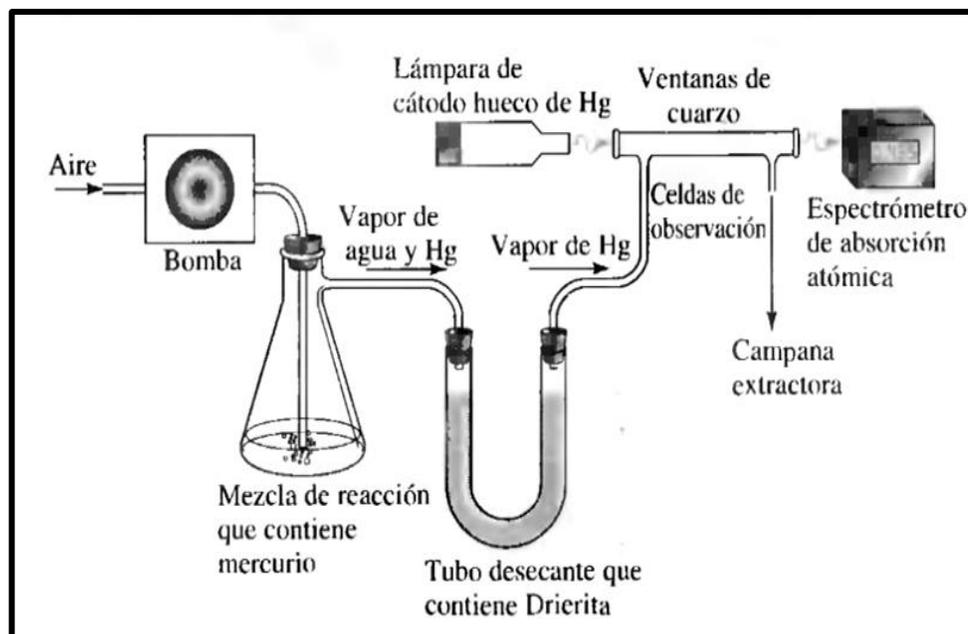
Es aplicable solo a la determinación de Hg por ser el único metal que tiene una adecuada presión de vapor a temperatura ambiente, por ello no es necesario entregarle la energía de una llama a la muestra de análisis. Se convierte todo el mercurio de la muestra en Hg (II) y posteriormente se reduce a Hg<sup>0</sup> por adición de cloruro de estaño (SnCl<sub>2</sub>) o borohidruro de sodio (NaBH<sub>4</sub>) que actúan como agente reductor. El mercurio volátil es acarreado por un gas inerte (Ar o N<sub>2</sub>) a una celda de cuarzo interpuesta sobre el paso óptico. Dependiendo de la cantidad de Hg que posea la muestra de análisis, este se abre camino, con la ayuda del gas de arrastre hasta llegar a la celda, absorbiendo la energía proveniente de la lámpara y traduciéndose en señal de absorbancia como muestra en la figura N° 2

La técnica de generación de vapor frío a través de espectrofotometría de absorción atómica consta de tres etapas fundamentales que son: la generación y volatilización del hidruro, la transferencia del mismo y su posterior atomización en el espectrómetro de absorción atómica. La reacción generada por el borohidruro de sodio (NaBH<sub>4</sub>), el ácido clorhídrico (HCl), y la muestra de análisis es conducida a través del equipo de generación hacia el espectrómetro de absorción atómica por medio del efecto del flujo del gas de arrastre (Ar o N<sub>2</sub>), del cual se obtiene:



Donde  $H^*$  es el hidrógeno naciente; "A" es el elemento formador de hidruro y "m" su estado de oxidación (que puede no coincidir con "n", el índice de coordinación). (20)

**Fig. 5. Esquema del proceso de determinación de mercurio por generación de vapor frío**



Fuente: Skoog, D. ;West y Holler Fundamentos de Química analítica. 2005.

La ventaja de esta técnica es que permite analizar pequeñas cantidades del metal en el seno de matrices complejas cuyo calentamiento a elevadas temperaturas supondría la pérdida por volatilización del mercurio. (21)

### Tratamiento de la Muestra

- Lavar las latas, Luego abrir y transferir su contenido en un beaker de 600 ml.

- Homogenizar bien utilizando un agitador de vidrio, luego colocar el contenido sobre una malla para escurrir hasta eliminar el líquido por completo.
- Posteriormente pesar 0.5 gr de la muestra, y agregaremos los siguientes reactivos: ácido clorhídrico, ácido nítrico y peróxido de hidrógeno, todos estos reactivos de grado ultra puro, en una proporción 3:1:1, para la digestión asistida por Horno microondas a una potencia de 1500 watts durante 15 minutos.
- Transferir el contenido del balón a un balón volumétrico de 50.0 mL y llevar a volumen con agua desionizada.
- Posteriormente cuantificar el contenido de mercurio utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica de generador de hidruros y vapor frío.

### **Materiales y reactivos**

- Ácido nítrico  $\text{HNO}_3$  65%. Ultra puro **FISCHER**
- Peróxido de Hidrogeno  $\text{H}_2\text{O}_2$  al 30%. Ultra puro **FISCHER**
- Ácido clorhídrico  $\text{HCl}$  35%. Ultra puro **FISCHER**
- Solución estándar de Mercurio 1mg/ml en  $\text{HNO}_3$  1% **MERCK**
- Agua ultra pura tipo 1
- Tubo de digestión
- Fiola de 25 mL y 100 mL
- Matraz de 100mL
- Baguetas
- Beaker de 1000mL y 500 mL
- Pipetas de 5 y 10 mL
- Papel Whatman 0,45u

- Pipetas automáticas de 500uL – 5000uL
- Pipetas automáticas de 100uL – 1000uL
- Espátula
- Probeta de 10 mL

### **Equipos**

- Balanza automática
- Equipo digestor
- Espectrofotómetro de absorción atómica con generador de hidruros y vapor frío.

La cuantificación de Mercurio se realizará a una longitud de onda de 253,7nm por el método de Absorción Atómica con generador de hidruros, con sistema FIAS de marca Perkin Elmer modelo Analyst 600.

#### **3.4.3 Instrumentos:**

El instrumento viene a ser el protocolo brindado por el laboratorio en donde se analizaron las muestras, este es el laboratorio CETOX. Una vez obtenidos los datos fueron procesados con el programa Excel. Los resultados serán presentados en cuadros y gráficos para analizarlos e interpretarlos en base a lo expuesto en el marco teórico.

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados:

Los resultados obtenidos por parte del laboratorio de análisis CETOX fueron proporcionados en unidades de  $\mu\text{g/g}$  siendo equivalente a ppm, para su comparación con la norma de SANIPES y la de Japón JPHA.

Los resultados se han distribuido en tablas y figuras estadísticas para su mayor comprensión. Las tablas y figuras indican los niveles de concentración hallados del metal en estudio.

**Tabla 5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE COMERCIALIZACIÓN (PRESENTACIÓN, PESO DEL PRODUCTO, PROCEDENCIA Y REGISTRO SANITARIO) Y CONCENTRACIÓN DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES EN MAYO- JULIO DE 2013**

N <sup>o</sup>	MARCAS	PRESENTACIÓN	PESO DEL PRODUCTO	PROCEDENCIA	REGISTRO SANITARIO	CONCENTRACIÓN DE MERCURIO $\mu\text{g/g}$ (ppm)
1	CALANA	Anchovetas enteras en aceite vegetal	165 gr	PERÚ	BR0019 DIGESA NI2001K	0.22
2	BELTRAN	Anchoveta en aceite vegetal	170 gr	PERÚ	RSPNSACACN 0411SANIPES	0.59
3	BELINI	Grated de sardinas en agua y sal	170 gr	PERÚ	RSPNCBCAN0 212SANIPES	0.39
4	TRADICIÓN	Grated de sardinas en agua y sal	160 gr	PERÚ	RSPNPCSACN 1809SANIPES	0.17
5	MARINA	Filete de Caballa	165 gr	PERÚ	PNPNSACN010 6SANIPES	0.63

**Tabla 6. CONCENTRACIÓN DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES.**

N°	MARCAS	CODIGO DE MUESTRA	CONCENTRACIÓN DE MERCURIO $\mu\text{g/g}$ (ppm)
1	CALANA	CA - AN	0.22
2	BELTRAN	BELT - AN	0.59
3	BELINI	BELI - SA	0.39
4	TRADICIÓN	TR - SA	0.17
5	MARINA	MA - CA	0.63

**Fig. 6. CONCENTRACIÓN DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES.**



En la tabla y figura 6. Se presenta las concentraciones obtenidas de las lecturas de Mercurio en  $\mu\text{g/g}$  (ppm) en las muestras analizadas. Se puede observar que la marca

“Marina” (código MA-CA) presenta el 0.63 ppm, siendo el valor máximo de contenido de mercurio en la conserva de pescado. La muestra de la marca “Tradición” (código TR-SA) tiene como resultado 0.17 ppm de concentración de mercurio, siendo el de valor mínimo que se obtuvo en el análisis.

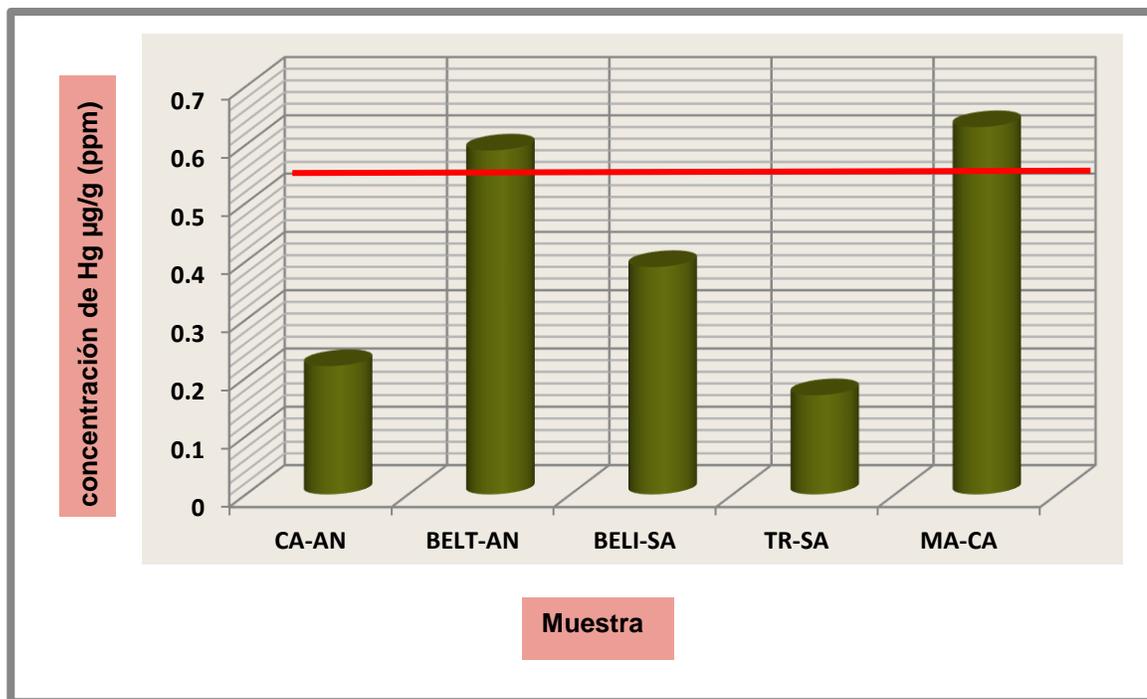
**Tabla 7. COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES VS EL VALOR NORMAL PERMITIDO POR SANIPES**

N°	MARCAS	CODIGO DE MUESTRA	CONCENTRACIÓN DE MERCURIO ppm	CONCENTRACIÓN PERMITIDA DE Hg (ppm) SANIPES
1	CALANA	CA - AN	0.22	0,5 (para otras especies de la pesca)
2	BELTRAN	BELT - AN	0.59	
3	BELINI	BELI - SA	0.39	
4	TRADICIÓN	TR - SA	0.17	
5	MARINA	MA - CA	0.63	

En la tabla 7. Las concentraciones de mercurio encontradas en las muestras CA-AN, BELI-SA y TR-SA, no superan los límites permisibles según SANIPES (para otras especies) de 0.5 ppm.

Sin embargo se ha hallado que la muestra BELT-AN Y MA-CA supera el valor límite permisible según SANIPES (para otras especies): con un valor de 0.59 y 0.63 ppm respectivamente. Se puede observar en la figura 7.

**Fig. 7. COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES VS EL VALOR NORMAL PERMITIDO POR SANIPES**



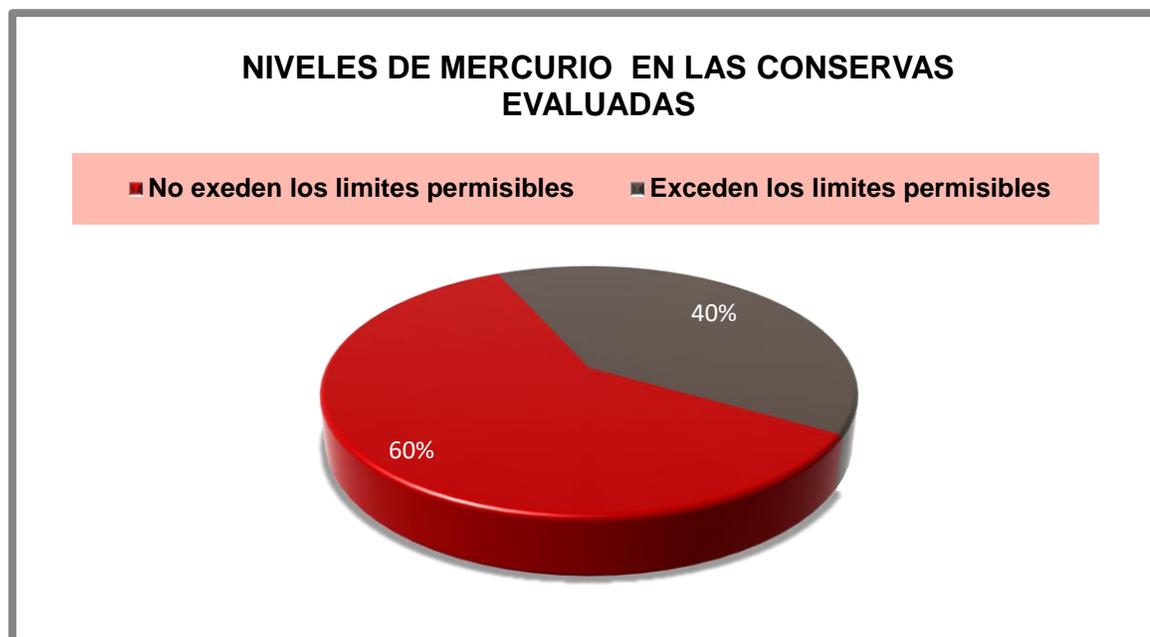
— Limite máximo permisible de mercurio en conservas de otras especies SANIPES: 0.5 µg/g (ppm)

En la tabla y figura 8. El 60 % de las muestras evaluadas, ha tenido como resultado luego del análisis de mercurio concentraciones menores de 0.5 ppm, resultados por debajo de los límites permisibles de SANIPES. Sin embargo el 40 % de las muestras evaluadas tubo como resultado concentraciones mayores de 0.5 ppm, superando los límites permisibles por SANIPES.

**Tabla 8. PORCENTAJE DE MUESTRAS DE CONSERVAS DE PESCADO QUE EXCEDEN LOS LIMITES REFERENCIALES DE MERCURIO (0.5 ppm) SEGÚN SANIPES.**

<b>CONCENTRACIÓN DE MERCURIO ppm</b>	<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Menor de 0.5 ppm</b>	3	60 %
<b>Mayor de 0.5 ppm</b>	2	40 %

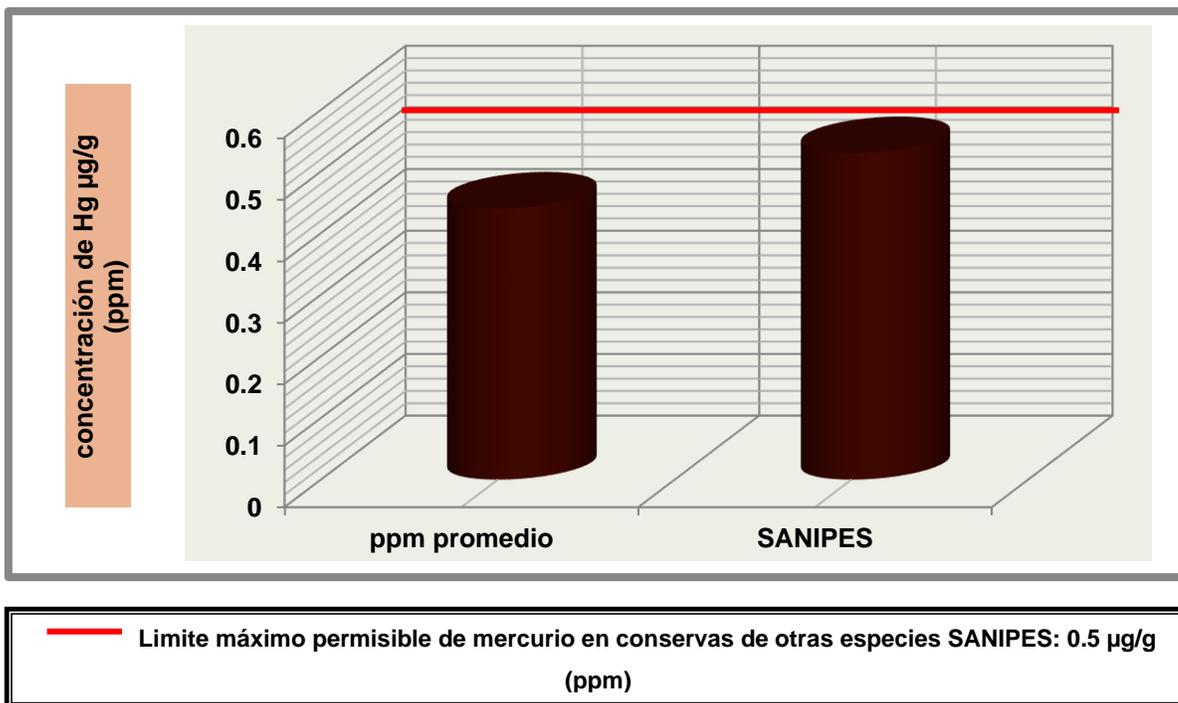
**Fig. 8. PORCENTAJE DE MUESTRAS DE CONSERVAS DE PESCADO QUE EXCEDEN LOS LIMITES REFERENCIALES DE MERCURIO (0.5 ppm) SEGÚN SANIPES.**



**Tabla 9. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES VS EL VALOR NORMAL PERMITIDO POR SANIPES**

N.º	MARCAS	CODIGO DE MUESTRA	CONCENTRACIÓN DE MERCURIO ppm	ppm PROMEDIO	CONCENTRACIÓN PERMITIDA DE Hg (ppm) SANIPES
1	CALANA	CA - AN	0.22	0.4 ppm	0,5 (para otras especies de la pesca)
2	BELTRAN	BELT- AN	0.59		
3	BELINI	BELI - SA	0.39		
4	TRADICIÓN	TR - SA	0.17		
5	MARINA	MA - CA	0.63		

**Fig. 9. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES VS EL VALOR NORMAL PERMITIDO POR SANIPES**



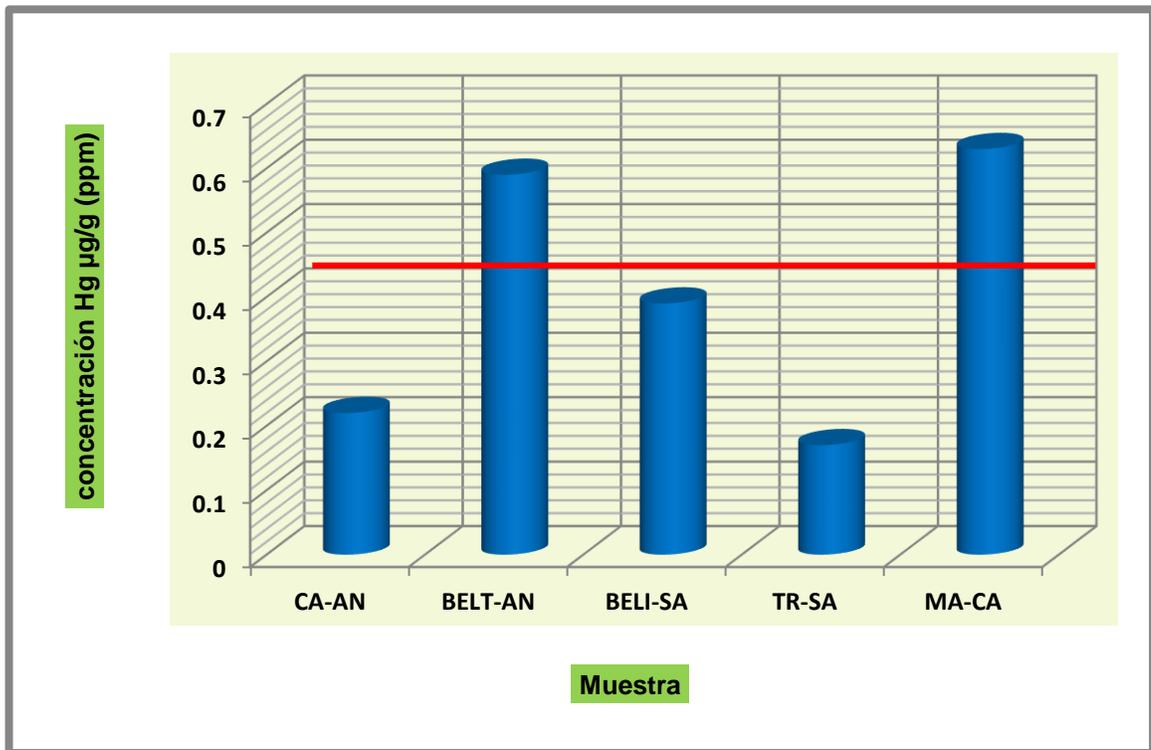
En la tabla y figura 9. Se presenta la concentración promedio de mercurio de las muestras analizadas, al compararlas con la concentración permitida de 0.5 ppm que establece la norma SANIPES, se observa que no supera el límite permitido de mercurio en otras especies, especificado por dicha norma.

**Tabla 10. COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES VS EL VALOR NORMAL PERMITIDO POR JAPÓN JPHA.**

<b>N°</b>	<b>MARCAS</b>	<b>CODIGO DE MUESTRA</b>	<b>CONCENTRACIÓN DE MERCURIO ppm</b>	<b>CONCENTRACIÓN PERMITIDA DE Hg (ppm) JAPÓN</b>
<b>1</b>	CALANA	CA - AN	0.22	0,4
<b>2</b>	BELTRAN	BELT - AN	0.59	
<b>3</b>	BELINI	BELI - SA	0.39	
<b>4</b>	TRADICIÓN	TR - SA	0.17	
<b>5</b>	MARINA	MA - CA	0.63	

En la tabla 10. Las concentraciones de mercurio encontradas en las muestras CA-AN, BELI-SA y TR-SA, no superan los límites permisibles según las normas establecidas de Japón JPHA de 0.4 ppm.

**Fig. 10. COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES VS EL VALOR NORMAL PERMITIDO POR JAPÓN JPHA.**



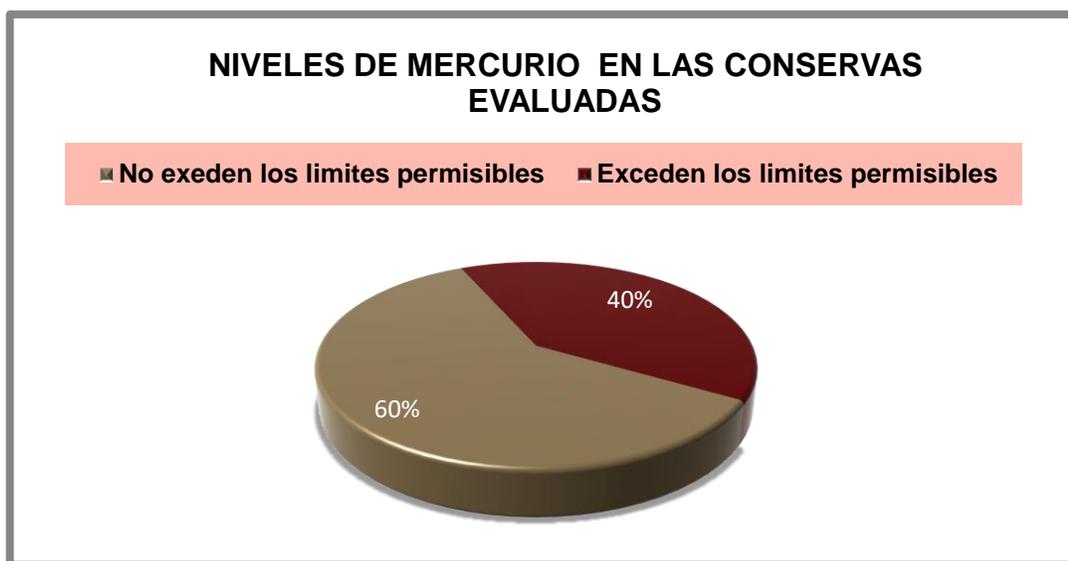
— Limite máximo permisible de mercurio según norma de Japón: 0.4 µg/g (ppm)

Sin embargo, se ha hallado que la muestra BELT-AN Y MA-CA supera el valor límite permisible según la norma establecida en Japón: con un valor de 0.59 y 0.63 ppm respectivamente. Se puede observar en la figura 10.

**Tabla 11. PORCENTAJE DE MUESTRAS CONSERVAS DE PESCADO QUE EXCEDEN LOS LÍMITES REFERENCIALES DE MERCURIO (0.4 ppm) SEGÚN LA NORMA DE JAPÓN JPHA.**

CONCENTRACIÓN DE MERCURIO ppm	Nº DE MUESTRA	PORCENTAJE
Menor de 0.4 ppm	3	60 %
Mayor de 0.4 ppm	2	40 %

**Fig. 11. PORCENTAJE DE MUESTRAS CONSERVAS DE PESCADO QUE EXCEDEN LOS LÍMITES REFERENCIALES DE MERCURIO (0.4 ppm) SEGÚN LA NORMA DE JAPÓN JPHA.**

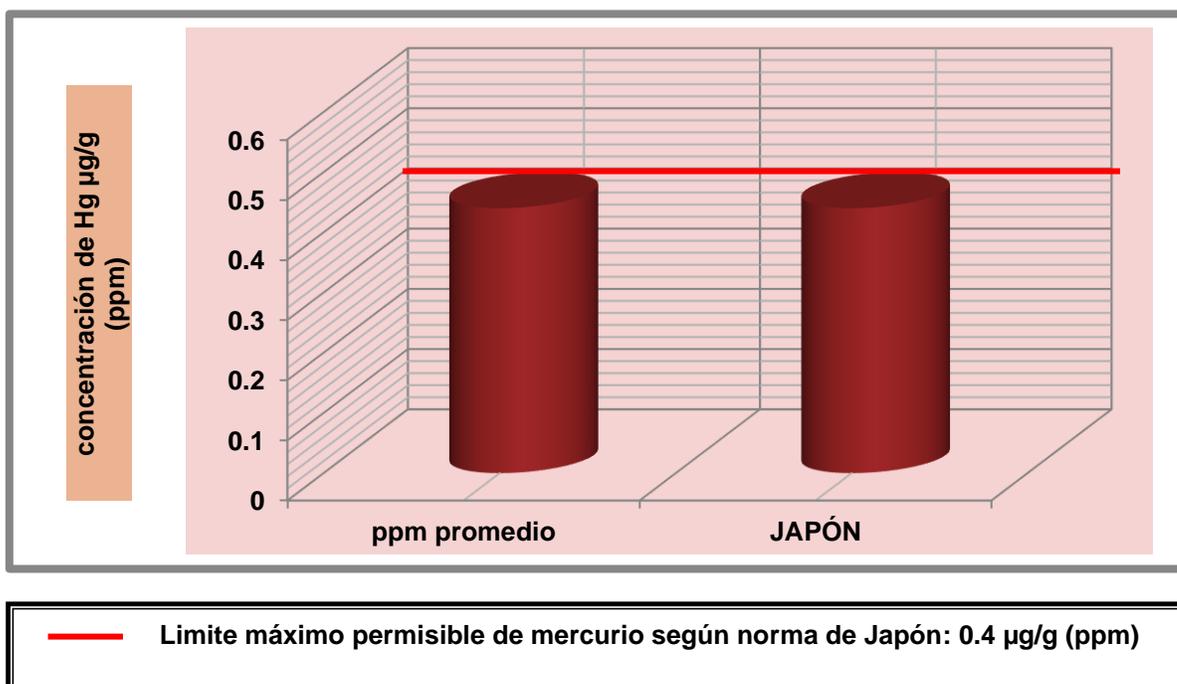


En la tabla y figura 11. El 60 % de las muestras evaluadas, ha tenido como resultado luego del análisis de mercurio concentraciones menores de 0.4 ppm, resultados por debajo de los límites establecidos por Japón. Sin embargo el 40 % de las muestras evaluadas tubo como resultado concentraciones mayores de 0.4 ppm, superando los límites establecidos por Japón.

**Tabla 12. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES VS EL VALOR NORMAL PERMITIDO POR JAPÓN JPHA**

N.º	MARCAS	CODIGO DE MUESTRA	CONCENTRACIÓN DE MERCURIO ppm	ppm PROMEDIO	CONCENTRACIÓN PERMITIDA DE Hg (ppm) JAPÓN
1	CALANA	CA – AN	0.22	0.4 ppm	0,4
2	BELTRAN	BELT- AN	0.59		
3	BELINI	BELI - SA	0.39		
4	TRADICIÓN	TR – SA	0.17		
5	MARINA	MA – CA	0.63		

**Fig. 12. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE MERCURIO EN CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” – SAN MARTÍN DE PORRES VS EL VALOR NORMAL PERMITIDO POR JAPÓN JPHA**



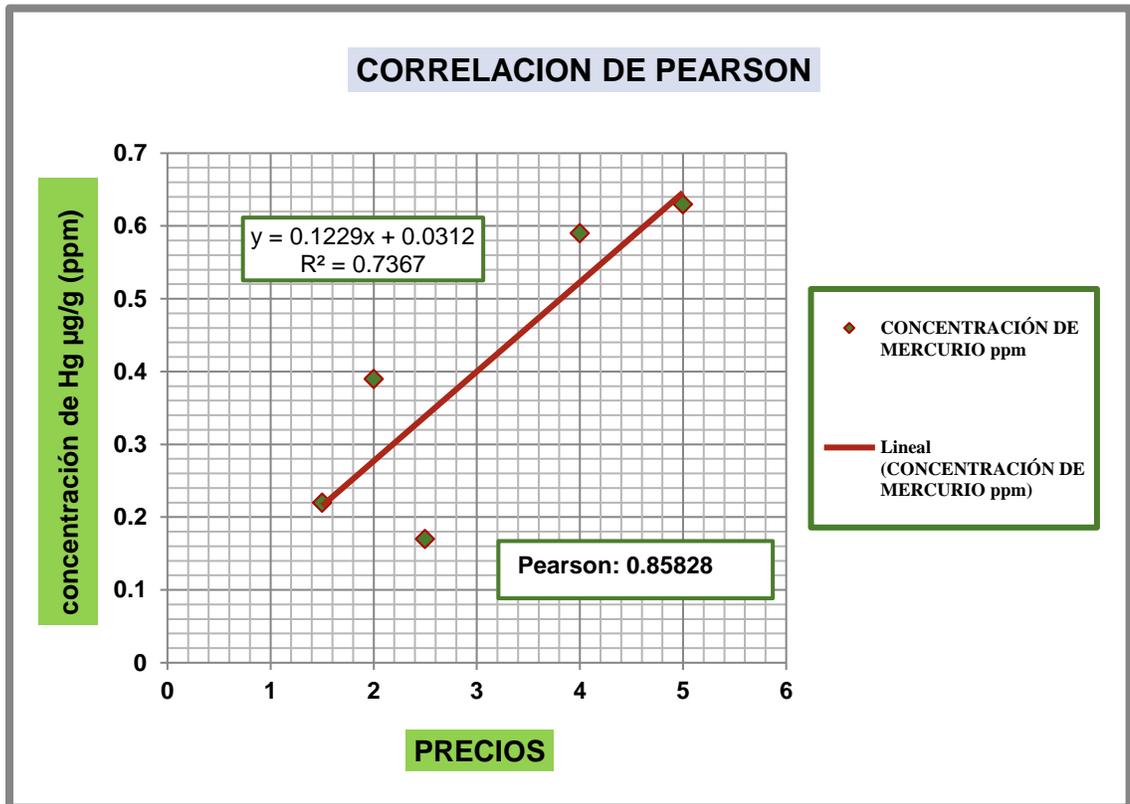
En la tabla y figura 12. Se presenta la concentración promedio de mercurio de las muestras analizadas, al compararlos con la concentración permitida, de 0.4 ppm, que establece la norma según Japón JPHA, se observa que se encuentra al límite de superar las concentraciones de mercurio, especificado por dicha norma.

**Tabla 13. RELACIÓN DE PRECIOS DE LAS MARCAS DE CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI” CON LAS CONCENTRACIONES OBTENIDAS DE MERCURIO.**

<b>N°</b>	<b>MARCAS</b>	<b>CODIGO DE MUESTRA</b>	<b>CONCENTRACIÓN DE MERCURIO ppm</b>	<b>PRECIO</b>
<b>1</b>	CALANA	CA - AN	0.22	1.50
<b>2</b>	BELTRAN	BELT - AN	0.59	4.00
<b>3</b>	BELINI	BELI - SA	0.39	2.00
<b>4</b>	TRADICIÓN	TR - SA	0.17	2.50
<b>5</b>	MARINA	MA - CA	0.63	5.00

En la tabla y figura 13. Se muestra que existe una correlación positiva significativa con respecto a las concentraciones de mercurio y los precios de las conservas de pescados expendidas en el “Centro Comercial Fiori”.

Fig. 13. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO OBTENIDA Y EL PRECIO DE LAS MARCAS DE CONSERVAS DE PESCADO EXPENDIDAS EN EL “CENTRO COMERCIAL FIORI”



## 4.2 Discusión de los resultados

Según el estudio realizado en México por Velasco Gonzales, Oscar. Echevarría Almeida, Susana. Pérez López, María. Villanueva Fierro, Ignacio; titulado “Contenido de mercurio y arsénico en atún y sardinas enlatadas mexicanas” en el 2001. Siendo los resultados obtenidos, mínimo y máximo de mercurio: 0.18 a 4.52 y 0.14 a 4.74 mg/kg, para atún y sardina, respectivamente. Cabe resaltar que estos resultados sobrepasan los límites establecidos por la FDA. Nuestros resultados demuestran que a pesar de encontrar 2 muestras que superan los límites establecidos por SANIPES y la de Japón JPHA, las concentraciones de mercurio registradas en el presente estudio son bajas en comparación a las realizadas en México.

En el estudio realizado en EE.UU. por Burger Joanna y Gochfeld; titulado: “Mercurio en el atún enlatado” en el 2003. Según sus resultados el contenido de mercurio máximo fue de 0,997 ppm y el 25% de las muestras de atún blanco superaron el 0,5 ppm según la FDA. En nuestros resultados se encontró que la concentración de mercurio máximo fue de 0.63 ppm, observando una concentración de mercurio bajo en comparación al estudio de EE.UU. y que solo el 40 % de las muestra analizadas superaron los niveles de mercurio establecidos por SANIPES y la de Japón JPHA, siendo un porcentaje superior a lo encontrado por EE.UU.

En Colombia el estudio realizado por Sánchez Londoño, Juan Manuel, titulado: “Evaluación de la concentración de mercurio en diversas marcas de atún enlatado comercializadas en la ciudad de Cartagena de Indias” en el 2010. Los resultados obtenidos en la marca D es el que presentó el valor promedio más alto ( $1.35 \pm 0.23$  ppm), seguida de las marcas A, ( $1.14 \pm 0.14$  ppm), B ( $0.57 \pm 0.12$  ppm) y C ( $0.31 \pm 0.05$  ppm) respectivamente. Cabe resaltar que en nuestros resultados el valor promedio fue de 0.4 ppm, siendo superior solo a la concentración de mercurio obtenida en la marca C. El 40% de las muestras analizadas superan a los límites establecidos por SANIPES y del Japón JPHA, mientras que el estudio realizado en Colombia el 34% de las muestras analizadas excedieron el límite máximo de mercurio establecido por la legislación colombiana (1 ppm), y el 59% de las mismas sobrepasó los niveles recomendados por la OMS (0.5 ppm).

Según el estudio realizado en Chile por el Ministerio de Salud de Chile, de la región Metropolitana y Coquimbo en el año 2010, sus resultados reflejan que un 30% de albacoras y un el 2,3% de las conservas enlatadas, estarían con porcentajes de mercurio superiores a los aceptados por mercados externos. De igual manera se observa que el 40% de las muestras analizadas en el presente estudio están con porcentajes superiores a lo establecido por SANIPES y la de Japón JPHA.

En este estudio no se cuantificó mercurio en conservas de atún, debido a que se quiso comprobar la existencia de este metal en otras especies como en anchoveta, caballa y sardina que según la noticia publicada en España por Manuel Ansede al diario Público, titulado “Más de la mitad de los españoles nace con demasiado mercurio” en el 2011. Resalta que en dos millares de recién nacidos de Valencia, Sabadell, Asturias y Guipúzcoa; el 64 % de ellos está sometido a niveles excesivos de este neurotóxico, debido al consumo en el pescado, siendo el atún la especie más preferida por la población, sin saber que presenta niveles intermedios de mercurio en su cuerpo, mientras que en la sardina y la caballa al acumular poco mercurio no son tomados a cuenta. Por ello, se ve reflejado en este estudio que si se puede encontrar concentraciones de mercurio en estas especies.

## CONCLUSIONES.

- Se encontraron concentraciones de mercurio en las 5 marcas de conservas de pescado expandidas en el “Centro Comercial Fiori – San Martín de Porres”.
- El 40% de las conservas de pescado (2 marcas) expandidas en el “Centro Comercial Fiori – San Martín de Porres”, sobrepasan los límites de concentración de mercurio, establecidos según SANIPES (0.5 ppm).
- El 40% de las conservas de pescado (2 marcas) expandidas en el “Centro Comercial Fiori – San Martín de Porres”, sobrepasan los límites de concentración de mercurio, establecidos según Japón JPHA (0.4 ppm).
- Las marcas Marina (0.63 ppm) y del Beltrán (0.59 ppm), son solo las que superan los límites permisibles de mercurio en las conservas de pescado, según SANIPES (0.5 ppm) y la de Japón JPHA (0.4 ppm), siendo no aptos para el consumo humano.
- Existe una correlación positiva entre la concentración de mercurio encontrado en las conservas de pescado y sus respectivos precios, lo que significa que tiene una fuerte relación, debido que se obtuvo una correlación de Pearson 0.85828.
- La muestra con menor concentración de mercurio en las conservas de pescado es la marca “Tradición” (TR-SA) con una concentración de 0.17 ppm.
- La muestra con mayor concentración de mercurio en las conservas de pescado es la marca “Marina” (MA-CA) con una concentración de 0.63 ppm.

## RECOMENDACIONES

- Realizar sondeos sobre las marcas de conservas de pescado de mayor consumo entre la población con el objeto de que al momento del muestreo este sea más puntual, para obtener así resultados que permitan dar a conocer sobre la inocuidad del alimento que las personas consumen con mayor frecuencia.
- Analizar conservas de pescado de la especie atún para evitar que estas se encuentren contaminadas por el mercurio.
- Exigir a las industrias fabricantes de conservas de pescado un estricto control de calidad para evitar la presencia de mercurio u otras sustancias tóxicas en las conservas, con la finalidad de preservar la salud de los consumidores.
- Realizar en futuras investigaciones mayor cantidad de repeticiones por muestra, para obtener valores más confiables y con mayor representatividad.
- Investigar a nivel nacional los niveles de mercurio que presentan los productos marinos frescos y las presentaciones enlatadas.
- Que en futuras investigaciones se analicen otros tipos de metales pesados como el plomo, cadmio, estaño, etc. que pudiera estar presente en las conservas de pescado como contaminantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Velasco Gonzales, Oscar. Echevarría Almeida, Susana. Pérez López, María. Villanueva Fierro, Ignacio. Contenido de mercurio y arsénico en atún y sardinas enlatadas mexicanas. [En Línea]. 2001 [fecha de acceso 11 de Mayo 2013]; Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rica/article/view/25534>. Pdf
- 2 Burger, Joanna. Gochfeld. Mercury in canned tuna: white versus light and temporal variation. [En Línea]. 2003 [fecha de acceso 6 de Mayo 2013]; Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15364590>. Pdf
- 3 Sánchez Londoño, Juan Manuel. Evaluación de la concentración de mercurio en diversas marcas de atún enlatado comercializadas en la ciudad de Cartagena de Indias. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina. Departamento de Toxicología. 2011.
- 4 Veo verde. Artículo Mercurio alojado en albacoras y atún enlatado excede la norma. [En Línea]. 2011 [fecha de acceso 6 de Mayo 2013]; Disponible en: <http://www.veoverde.com/2011/12/mercurio-alojado-en-albacoras-y-atun-enlatado-excede-la-norma/>
- 5 Ansele Manuel. Más de la mitad de los españoles nace con demasiado mercurio. Diario Público [En Línea]. 2011 [fecha de acceso 14 de Mayo 2013]; Disponible en: <http://www.publico.es/358724/mas-de-la-mitad-de-los-espanoles-nace-con-demasiado-mercurio>.
- 6 Rodríguez Guerrero, Miguel A. Conservas de pescado y sus derivados. Universidad del Valle. Colombia. Tecnología de los alimentos. 2007
- 7 Fernanda de Landa. Martínez Ramón, María. Instituto de Español de Comercio Español. El mercado en las conservas de pescado en EE.UU. [En Línea]. 2006

[fecha de acceso 7 de Mayo 2013]; Disponible en:  
[http://www.icex.es/staticFiles/ConservaspescadoEEUU2005\\_12183\\_.pdf](http://www.icex.es/staticFiles/ConservaspescadoEEUU2005_12183_.pdf)

- 8 Oyarzún Moncada, Liliana. Estudio de Dieta Total: Estimación de la Ingesta de Mercurio en la Población Valdiviana. Universidad Austral de Chile. Escuela de Ingeniera en Alimentos. 2008
- 9 Cuellar Mejía, E., Mena Duran, K Determinación del contenido de mercurio por espectrofotometría de absorción atómica de vapor frío en atún enlatado comercializado en la ciudad de Santa Ana. Universidad de El Salvador. 2010
- 10 Castro Sanguinetti, Gina. Efecto del mercurio en los peces y la salud pública en el Perú. UNMSM. [En Línea]. 2011. [fecha de acceso 10 de Junio 2013]. Disponible en: [http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo\\_castro\\_efecto\\_mercurio.pdf](http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo_castro_efecto_mercurio.pdf)
- 11 PROFECO. Procuraduría Federal del Consumido. Atún Enlatado .México. [En Línea].2005. [fecha de acceso 22 de Mayo 2013]. Disponible en: [http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est\\_05/atun\\_mzo05.pdf](http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_05/atun_mzo05.pdf)
- 12 Weinber, Jack. Introducción a la Contaminación por mercurio para las ONG. Red Internacional de Eliminación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (IPEN).2007
- 13 Español Cano, Santiago. Toxicología del Mercurio. Actualizaciones Preventivas en Sanidad Laboral y Ambiental. Perú. [En Línea]. 2001. [fecha de acceso 10 de Mayo 2013] Disponible en: <http://www.gama-peru.org/jornada-hg/espanol.pdf>
- 14 Metales pesados y arsénico. [En Línea]. 2009 [fecha de acceso 9 de Mayo 2013]; Disponible en: [http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-pkfarm02/es/contenidos/informacion/sanidad\\_alimentaria/es\\_1247/adjuntos/vigila9508.pdf](http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-pkfarm02/es/contenidos/informacion/sanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/vigila9508.pdf)

- 15 Escribá Sandoval, Carmen. Cuantificación de mercurio (Hg) por la técnica de espectrometría de absorción atómica con celda de vapor frío (FIAS), en muestras de carne de tiburón provenientes de las costas de Atlántico y Pacífico de la República de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007.
- 16 Hurtado Banda, G. Determinación de mercurio total en hígado y musculo de tiburones provenientes de las pesqueras de Sonora y Sinaloa, México. Universidad de Sonora. 2010.
- 17 Escobar Sánchez, Ofelia. Bioacumulación y Biomagnificación de mercurio y selenio en peces pelágicos mayores de la costa occidental de baja California Sur, México. Instituto Politécnico Nacional. 2010.
- 18 Departamento de salud y servicios humanos de los EE.UU. Resumen de salud publica Mercurio. [En Línea]. 1999 [fecha de acceso 11 de Mayo 2013]; Disponible en: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs46.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.pdf)
- 19 Satti, Patricia. técnicas de análisis, interpretación y muestreo espectrometría de absorción atómica. [En Línea]. 2012 [fecha de acceso 15 de Mayo 2013]; Disponible en: <http://unrn.edu.ar/blogs/taid/files/2012/08/09-Absorcion-atomica-imprimir.pdf>
- 20 Alarcón Quinapanta, Cristina. Validación del método analítico para la determinación de mercurio en muestras de agua natural, residual y de consumo por medio de espectroscopia de absorción atómica con técnica de vapor frio. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniera en alimentos.2001.
- 21 Rubia Comos, Juan M. Determinación de aluminio en líquidos concentrados de hemodiálisis por espectrofotometría de absorción atómica. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia. Departamento de farmacia y Tecnología Farmacéutica. 2001

## ANEXO

### Anexo N° 1

#### HOJA DE DATOS PARA RECOLECCION DE MUESTRA.

<b>N°</b>	<b>DATOS PARA RECOLECCIÓN DE CONSERVAS DE PESCADO.</b>				
	<b>Marca Comercial</b>	<b>Presentación</b>	<b>Lugar de muestreo</b>	<b>Fecha</b>	<b>Nro. Registro Sanitario</b>
1	BELINI	Grated de sardinas en agua y sal, 170 gr	Centro Comercial Fiori, San Martin de Porres	31/05/2013	RSPNCBCAN02 12SANIPES
2	TRADICION	Grated de sardinas en agua y sal, 160 gr	Centro Comercial Fiori, San Martin de Porres	31/05/2013	RSPNPCSACN1 809SANIPES
3	CALANA	Anchovetas enteras en aceite vegetal, 165 gr	Centro Comercial Fiori, San Martin de Porres	31/05/2013	BR0019 DIGESA NI2001K
4	MARINA	Filete de Caballa, 165 gr	Centro Comercial Fiori, San Martin de Porres	31/05/2013	PNPNSACN010 6SANIPES
5	BELTRAN	Filete de atun, 170 gr	Centro Comercial Fiori, San Martin de Porres	31/05/2013	RSPNSACACN0 411SANIPES

**Anexo n°2**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Título:** Determinación cuantitativa de mercurio en conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres” de Mayo- Julio 2013”

**Presentado por:** Bach. Katia Janet Quispe López.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO	
<p>¿Qué conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, exceden el contenido máximo de mercurio permitido de Mayo a Julio de 2013?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el contenido de mercurio en las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres” de Mayo a Julio de 2013.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Algunas conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, presentan concentraciones de mercurio de Mayo a Julio de 2013.</li> </ul>	<p><b>V. Independiente (Y):</b> Conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”,</p> <p><b>Indicadores:</b> Marcas Comerciales de conservas de pescado comercializadas”</p> <p><b>V. Dependiente (X):</b> Concentración de mercurio</p> <p><b>Indicadores:</b> <b>SANIPES:</b> 0,5 mg/kg (para otras especies de la pesca) <b>JAPÓN JPHA:</b> 0.4 mg/kg</p>	<p><b>Tipo de la investigación:</b> Descriptiva</p> <p><b>Método de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trasversal</li> <li>Cuantitativo</li> <li>Prospectiva</li> </ul>	<p><b>Población:</b></p> <p>Comprende a todas las conservas de pescado (10) expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, en sus distintas marcas comerciales y presentaciones.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>El tamaño de la muestra será de 5 marcas de conservas de pescado.</p>
	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar los resultados obtenidos de mercurio en las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, con los niveles máximos establecidos por el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera.</li> <li>Comparar los resultados obtenidos de mercurio en las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, con los niveles máximos establecidos por Japón JPHA.</li> <li>Determinar qué marcas de conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”,</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, superan los niveles máximos de mercurio establecidos por el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera.</li> <li>Las conservas de pescado expandidas en el “Centro comercial Fiori - San Martín de Porres”, superan los niveles máximos de mercurio establecidos por Japón JPHA</li> <li>Las conservas de pescado de las marcas Marina, Beltrán, Belini, Tradición y Calana expandidas en el “Centro comercial Fiori -</li> </ul>			

	<p>presentan concentraciones de mercurio por encima de los niveles máximos permitidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer una correlación, en cuanto a la concentración de mercurio y el precio, en las conservas de pescado que se expenden en el "Centro Comercial Fiori – San Martín de Porres"</li> </ul>	<p>San Martín de Porres" presentarían concentraciones de mercurio por encima de los niveles máximos permitidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe una correlación, en cuanto a la concentración de mercurio y el precio, en las conservas de pescado que se expenden en el "Centro Comercial Fiori – San Martín de Porres"</li> </ul>			
--	--	---	--	--	--

