

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE MERCURIO EN
PESCADOS COMERCIALES EXPENDIDOS EN EL
MERCADO DE VENTANILLA, LIMA - PERÚ**

TESIS

PRESENTADA POR:

ING. AGUEDA NIFLA ANCOCALLO

Para optar el Grado Académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON MENCIÓN
EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

TACNA - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA


Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE


**“EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE MERCURIO EN PESCADOS
COMERCIALES EXPENDIDOS EN EL MERCADO
DE VENTANILLA, LIMA- PERÚ”**

Tesis sustentada y aprobada el 10 de diciembre del 2013; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : 
Dra. Rina María Álvarez Becerra

SECRETARIO : 
M.Sc. Luis Antonio Espinoza Ramos

MIEMBRO : 
M.Sc. Avelino Godofredo Pari Pinto

ASESOR : 
Dr. Alberto Bacilio Quispe Cohaila

DEDICATORIA

*A nuestro Señor Jesucristo
por darme la vida, por ser la
luz que guía mi camino, por
darme la bendición de unos
padres y hermanos
maravillosos.*

*A mis padres, Máximo y
Aurelia, a quienes admiro;
siento orgullo por ellos, por
su gran amor, por
brindarme el ejemplo de
una familia, por
enseñarme que con esfuerzo
y perseverancia se alcanzan
las metas.*

*A mis hermanos, Edgar y
Magno, porque compartí con
ellos momentos inolvidables.*

Agueda

AGRADECIMIENTO

- *Al Msc. José Enrique Olivera García, por su asesoría y gran colaboración como patrocinador desde el inicio de este trabajo de investigación.*
- *A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann y a sus docentes que participaron en mi formación profesional.*
- *A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina de San Fernando y a sus docentes que estuvieron apoyándome en el desarrollo de este trabajo.*
- *A mis amigos quienes puedo siempre están presentes.*

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	xii
ABSTRAC	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Formulación del problema	4
1.2 Justificación e importancia	5
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivo específicos	8
1.4 Hipótesis	9
1.4.1 Hipótesis general	9
1.4.2 Hipótesis específicas	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes del estudio.....	10

2.2 Bases teóricas	13
2.2.1 Metales pesados	13
2.2.2 Mercurio (Hg)	14
2.2.3 Origen y transformación del mercurio	15
2.2.4 Fuentes de contaminación	18
2.2.5 Ciclo natural del mercurio	19
2.2.6 Ciclo antropogénico del mercurio.....	19
2.2.7 Ciclo de biotransformación.....	21
2.2.8 El Mercurio en el medio ambiente acuático	23
2.2.9 Mecanismos de toxicidad y tolerancia a los compuestos de Hg en organismos acuáticos	26
2.2.10 Bioacumulación de Hg en organismos acuáticos	28
2.2.10.1 Mayor riesgo de acumulación de los compuestos de Hg en organismos de agua salada	31
2.2.11 Mercurio en pescados	32
2.2.12 Efectos del Hg sobre la salud humana	35
2.2.13 Panorama del mercado pesquero en el Perú.....	38
2.2.14 Mercados mayoristas de pescado fresco de Lima Metropolitana	41
2.2.15 Características de las especies evaluadas	44
2.2.15.1 Bonito negro.....	44

2.2.15.2 Caballa.....	46
2.2.15.3 Jurel	50
2.2.15.4 Lisa	53
2.2.15.5 Perico.....	57
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	62
3.1. Tipo y diseño de la investigación	62
3.2. Población y muestra	62
3.3. Operacionalización de variables	63
3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	63
3.4.1 Determinación de mercurio.....	65
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	67
3.5.1 Análisis estadístico de los datos	67
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	69
4.1 Concentración de Hg en tejido muscular	69
4.1.1 Resultado de análisis de varianza	72
4.1.2 Análisis de varianza para tejido muscular de bonito	75
4.1.3 Análisis de varianza para tejido muscular de caballa.....	76
4.1.4 Análisis de varianza para tejido muscular de jurel	78
4.1.5 Análisis de varianza para tejido muscular de lisa.....	79

4.1.6 Análisis de varianza para tejido muscular de perico	80
4.2 Evaluación de resultados de Hg con límites recomendados por la OMS	82
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	84
5.1 Concentración de Hg en tejido muscular	84
5.2 Evaluación de resultados de Hg con límites recomendados por la OMS	85
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Propiedades y tasa de transporte de las formas más comunes de Hg	25
Tabla 2. Talla y peso de cada especie evaluada y adquirida en el mercado de Ventanilla.....	64
Tabla 3. Concentraciones de Hg (mg/kg peso fresco) en tejido muscular de pescado del mercado de Ventanilla.....	69
Tabla 4. Análisis de varianza para el contenido de mercurio (<i>Kruskal Wallis</i>)	73
Tabla 5. Análisis de varianza para el contenido de mercurio en Bonito.....	76
Tabla 6. Análisis de varianza para el contenido de mercurio en Caballa	77
Tabla 7. Análisis de varianza para el contenido de mercurio en Jurel	78
Tabla 8. Análisis de varianza para el contenido de mercurio en Lisa.....	80

Tabla 9. Análisis de varianza para el contenido de mercurio en Perico	81
Tabla 10. Evaluación de los niveles de Hg hallados en las muestras analizadas	82

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Metilmercurio y su transformación	17
Figura 2. Ciclo Antropogénico del mercurio	20
Figura 3. Biotransformación del mercurio	21
Figura 4. Bioacumulación del mercurio	22
Figura 5. Zonas de influencia de los principales mercados mayoristas de Lima Metropolitana	41
Figura 6. Principales especies comercializadas por los principales mayoristas pesqueros de Lima y Callao (2008)	44
Figura 7. Bonito (<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>) y su área de distribución	46
Figura 8. Caballa (<i>Scomber japonicus peruanus</i>) y su área de distribución	49
Figura 9. Jurel (<i>Trachurus picturatus murphyi</i>) y su área de distribución	52
Figura 10. Lisa (<i>Mugil cephalus</i>) y su área de distribución	56
Figura 11. Perico (<i>Coryphaena hippurus</i>) y su área de distribución	60

Figura 12. Evaluación de Hg (mg/kg peso fresco) en las especies evaluadas y su variación respecto al tiempo.....	71
Figura 13. Contenido de mercurio para cada especie evaluada	74
Figura 14. Promedio del contenido de Hg hallado en cada especie evaluada	83

RESUMEN

Se determinó la concentración de mercurio en el tejido muscular de 05 especies de pescado expendidos en el mercado de Ventanilla en la ciudad de Lima durante los meses de febrero a julio del 2013, con el objeto de conocer los niveles de concentración de mercurio y poder comparar con los límites recomendados por la OMS.

Las cinco especies evaluadas fueron: "*Sarda chiliensis chiliensis*" (bonito), "*Scomber japonicus peruanus*" (caballa), "*Trachurus picturatus murphyi*" (jurel), "*Mugil cephalus*" (lisa), "*Coryphaena hippurus*" (perico), se analizó mediante la técnica de espectrometría de absorción atómica por vapor frío. La mayor concentración de Hg fue hallada en el tejido muscular de perico encontrando 0,5356 (mg kg-1 peso fresco) el cual supera el límite máximo recomendado por la OMS (0,5 mg kg-1 de Hg) mientras que las otras especies evaluadas (bonito, caballa, jurel y lisa fueron inferiores a los límite máximos recomendados por la OMS.

Palabras clave: mercurio, pescado comercial, caballa, jurel, lisa y perico.

ABSTRACT

In order to know the concentration levels of mercury and to compare with WHO recommended limits, was determined mercury concentration in muscle tissue 05 fish species expended in the market window in the city of Lima during the months of February to July 2013.

The five species evaluated using the technique of atomic absorption spectrometry cold vapor were: "*Sarda chiliensis chiliensis*" (beautiful), "*Scomber japonicus peruanus*" (mackerel), "*Trachurus murphy*" (yellowtail), "*Mugil cephalus*" (smooth), "*Coryphaena hippurus*" (parakeet). The highest concentration of mercury was found in muscle tissue of finding parakeet 0.5356 (mg kg⁻¹ fresh weight) which exceeds the maximum limit recommended by WHO (0.5 mg kg⁻¹ of Hg) while the other assessed species (bonito, mackerel, horse mackerel and smooth were below the maximum limit recommended by WHO.

Keywords: mercury, commercial fish, mackerel, horse mackerel, smooth and parakeet.

INTRODUCCIÓN

El mercurio (Hg) es un elemento tóxico con capacidad bioacumulable. La presencia de Hg en el medio ambiente está dada por emisiones naturales, antropogénicas y por la re-emisión a la atmósfera del Hg depositado en la superficie terrestre (Moore, 2000). Los niveles de mercurio en el medio ambiente han aumentado considerablemente desde el inicio de la era industrial actividades como la minería donde el mercurio es utilizado para la extracción de algunos minerales, junto con la extensa aplicación de compuestos organomercuriales provenientes de la agricultura, han resultado en una seria contaminación del agua y de sedimentos (Lutter & Irwin, 2002). El transporte atmosférico del mercurio proveniente de la quema de combustible fósil y otras fuentes ha conducido al incremento de la concentración en sistemas acuáticos y en la biota, incluso en áreas libres de la influencia antropogénica (Ullrich, *et al*; 2001).

La dinámica del Hg dentro del medio ambiente acuático es compleja, depende principalmente de las condiciones físicas, químicas y biológicas del medio. La mayoría del mercurio liberado dentro del

ambiente marino es inorgánico, sin embargo puede ser biotransformado por bacterias a un derivado de mayor toxicidad, el metilmercurio (MeHg) (Stortelli, *et al*; 2002). Este compuesto se mueve eficientemente a través de la cadena alimenticia de un organismo pequeño a depredador tope, incluyendo al hombre. La alta tendencia para su acumulación es usualmente explicada por su alta estabilidad, solubilidad lipídica y por su alta tendencia a unirse a los grupos sulfhídricos asociados con proteínas (Ullrich, *et al*; 2001). Más del 95% del Hg presente en pescados se encuentra en forma de MeHg (Lacerda, *et al*; 2000).

El consumo de pescado y sus derivados es la principal vía de exposición humana al Hg (Khaniki, *et al*; 2005). A partir de la grave intoxicación ocurrida en Minamata, Japón en el año de 1970, el interés en el estudio de mercurio y sus compuestos en pescado ha crecido enormemente. En respuesta a las regulaciones fijadas por la *Food and Drugs Administration (FDA)*, diversos países han realizado constantes monitoreos. Depredadores tope, principalmente especies longevas como el pez espada, el atún y el tiburón, han sido reportados por acumular altas concentraciones de Hg.

En el Perú existen escasos estudios sobre la concentración de Hg en pescado. Sin embargo, resulta importante estudiar el contenido de Hg, debido a la gran diversidad de especies en nuestro país, que son capturados por la pesca comercial. La carne de estos peces es muy económica, accesible para diferentes sectores de la población y es sumamente consumido principalmente por habitantes de las zonas costeras.

El presente estudio intenta contribuir en acumular datos científicos sobre el estado actual de los peces marinos de mayor consumo que se expende en el mercado de Ventanilla (bonito, caballa, jurel, lisa y perico (Del Carpio & Vila, 2010)

La presente tesis, comprende los siguientes capítulos:

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

El mercurio (Hg) es considerado históricamente como un contaminante ambiental devastador y está situado en la lista negra de la comunidad económica europea debido a su alta toxicidad, persistencia y bioacumulación en el ecosistema por lo que es considerado como un contaminante de prioridad.

Este elemento puede aparecer en el ambiente tanto por fenómenos naturales o actividad antropogénica, causando daños irreversibles tanto en la biota terrestre como acuática. El metilmercurio (MeHg) es la forma más tóxica del mercurio, la cual es fácilmente bioacumulada y biomagnificada en las cadenas alimenticias. El MeHg en ambientes acuáticos se forma principalmente por biometilación del mercurio depositado en los sedimentos.

Dado que más del 90% del mercurio está presente como metilmercurio en la biota acuática (organismos bentónicos y peces), la principal fuente de exposición humana al metilmercurio es el consumo de pescado. Por esta razón, la evaluación de los niveles de mercurio representa un factor importante no solo desde el punto de vista toxicológico, sino también para la evaluación de los impactos potenciales sobre la salud pública y control de niveles de contaminación.

A partir de lo expuesto se plantea los siguientes problemas a investigar:

¿Existirán concentraciones de mercurio en el tejido muscular de pescados comerciales como bonito, caballa, jurel, lisa y perico expendidos en el mercado de Ventanilla?

¿Existe diferencia significativa en el contenido de mercurio entre las especies evaluadas?

¿Cuál de las cinco especies comerciales de pescado sobrepasará los límites máximos permisibles de concentración de Mercurio en el tejido muscular?

1.2. Justificación e importancia

Los peces son buenos bioindicadores de contaminación acuática debido a que se encuentran en contacto permanente con el agua, están presentes en todos los niveles tróficos de consumidores gracias a sus diversas adaptaciones alimenticias y sirven como base alimenticia para muchas poblaciones humanas. (Pérez, 2008).

El consumo de pescado contaminado es la principal fuente de exposición de las personas al mercurio metílico. El metilmercurio es la forma metilada del mercurio por acción del metabolismo bacteriano. El metilmercurio se encuentra en el ambiente en grandes cantidades (Ullrich, et al; 2001). Posee una elevada toxicidad, y se disuelve fácilmente en la grasa y atraviesa la barrera hemato-encefálica y la placenta. Por tanto, la población más sensible a ese compuesto son los fetos, los bebés y los niños pequeños. Entonces, el consumo de pescado por mujeres embarazadas, niños pequeños y mujeres en edad de tener hijos es de especial preocupación en cuanto a la probabilidad de exposición al mercurio. Es conocido que el mercurio metílico se bioacumula en los peces grandes que comen peces más pequeños, y que son los que contienen niveles mucho más altos que los no predadores. Por este

problema La Unión Europea en el año 2010 realizó recomendaciones para el consumo de peces tales como Pez Espada, Tiburón, Atún Rojo y Lucio. En países como el nuestro se necesitaría también empezar a acumular dicha información.

La Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA es el órgano regulador del Ministerio de Salud en el Perú, y solo monitorea la cantidad de mercurio en peces cuyo máximo permisibles es 0,5 ppm, recomendado por la OMS.

El presente estudio intenta contribuir en acumular datos científicos sobre el estado actual de los peces marinos de mayor consumo que se expende en el mercado de Ventanilla (bonito, caballa, jurel, lisa y perico (Del Carpio & Vila, 2010).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la concentración de mercurio acumulado en el tejido muscular de cinco especies de pescados de importancia comercial "*Sarda chiliensis chiliensis*" (bonito), "*Scomber japonicus peruanus*" (caballa), "*Trachurus picturatus murphyi*" (jurel), "*Mugil cephalus*" (lisa), "*Coryphaena hippurus*" (perico), que se expenden en el mercado de Ventanilla.

1.3.2. Objetivo específicos

- Evaluar la concentración de mercurio de cinco especies de pescados de mayor consumo (bonito, caballa, jurel, lisa y perico) que se expenden en el mercado de Ventanilla.
- Comparar la concentración de mercurio hallado en las especies estudiadas con los límites recomendados por la OMS.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Las cinco especies de pescado comercial evaluadas (bonito, caballa, jurel, lisa y perico) tendrán concentraciones de mercurio en el tejido muscular.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Existe diferencia significativa en el contenido de mercurio entre las especies evaluadas (bonito, caballa, jurel, lisa y perico).
- La concentración de mercurio en el tejido muscular de las especies evaluadas (bonito, caballa, jurel, lisa y perico) supera los límites máximos recomendados por la OMS.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

- Álvarez, *et al.* (2009), en Bolivia, evaluó el contenido de mercurio total en peces de consumo habitual en los asentamientos indígenas el plomo y el casabe – Estado Bolívar, encontrando valores: 1,785µg/g en El Casabe y 2,054µg/g en El Plomo, para un promedio también elevado para esa especie de 0,928µg/g y 1,570µg/g respectivamente. En el Plomo, además de la payara, otra especie piscívora, la aimara, dio elevado contenido de mercurio total (1,032µg/g), mientras que otros de similares hábitos alimenticios: la guitarrilla, el caribe capa perro y algunas muestras de curbinata resultaron con valores más bajos aunque sobre 0,5µg/g.
- En Colombia, se realizó el hallazgo de mercurio en peces de la Ciénaga de Ayapel, Córdoba, Para el total de las muestras, las concentraciones de mercurio en la muestra analizada de tejido muscular tuvieron un valor promedio de $0,288 \pm 0,145$ mg kg⁻¹ (n=185). Las concentraciones promedio fueron de $0,346 \pm 0,133$ mg kg⁻¹ entre

las especies carnívoras y de $0,184 \pm 0,102$ mg kg⁻¹ entre las especies no carnívoras. Al comparar los valores, se determinó una proporción de 2:1 entre los niveles de Hg-T en las especies carnívoras y no carnívoras. Para todas las especies recolectadas, la concentración mínima de Hg-T fue encontrada en *Prochilodus* sp. (“bocachico”), una especie no carnívora (promedio: $0,130 \pm 0,056$ mg kg⁻¹), y la máxima concentración fue para una especie carnívora, *Ageneiosus caucanus* (“doncella”) ($0,504 \pm 0,103$ mg kg⁻¹). (Marrugo, *et al*; 2008)

- En Venezuela, se determinó la concentración de mercurio (Hg) total (orgánico e inorgánico) en tejidos de hígado y cerebro de 12 especies de peces procedentes del lago Maracaibo, Venezuela, expendidos en la ciudad de Mérida durante los meses febrero-marzo de 1997. La mayor concentración de Hg se halló en *Selene Vómer* (Lamparosa) con un $1,38$ µgHg g⁻¹ tejido (peso seco), y en *Macrodonanylodon* (curvina), con $1,25$ µgHg g⁻¹ tejido (peso seco). Los valores menores se encontraron en *Mugil liza* (Lisa), con $0,40$ µgHg g⁻¹ tejido (peso seco). El valor promedio fue de $0,79$ µgHg g⁻¹ tejido (peso seco). Por consiguiente los valores hallados en los peces de los expendios de Mérida están muy cercanos y frecuentemente sobrepasan los valores

del músculo admitidos por la OMS ($0.50, \mu\text{gHg g}^{-1}$ tejido, peso seco), (Marcano & Rose; 2001).

- En México en el año 2010 se realizó un estudio sobre la determinación de mercurio total en hígado y músculo de tiburones provenientes de las pesquerías de Sonora y Sinaloa. Durante el periodo noviembre 2009 - mayo 2010 se recolectaron tres especies de tiburón *Sphyrna lewini*, *Rhizoprionodon longurio* y *Mustelus albiginnis*. Las mayores concentraciones de HgT en tejido muscular de juveniles se encontraron en *S. lewini* (0.82 ± 0.33 mg/kg en base húmeda) colectada en Cospita, Sinaloa. En adultos las mayores concentraciones fueron para *R. longurio* (0.92 ± 1.03 mg/kg) colectada en Bahía de Kino, Sonora. La concentración de HgT en hígado fue muy baja comparadas a la encontrada en el tejido muscular, los niveles más altos se encontraron en hígado de juveniles de *S. Lewini* (0.250 ± 0.069 mg/kg), (Hurtado, 2010).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Metales pesados

Tienen incidencia directa en numerosos procesos de producción de bienes y servicios. Los más importantes son: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Estaño (Sn) y Zinc (Zn) (Thiel, 2013).

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, también han provocado 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 (Thiel, 2013).

Los organismos acuáticos concentran las trazas de los metales pesados en sus cuerpos; tanto así que las concentraciones de sus

tejidos exceden las encontradas en el 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 de regular la concentración del tejido, podrá presentar efectos tóxicos en los organismos expuestos. (Rodríguez, 2001).

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. (Rodríguez, 2001).

2.2.2. Mercurio (Hg)

El Hg se encuentra en el grupo de los elementos conocidos como metales de transición y por sus propiedades físicas y químicas se distingue del resto de los metales. El Hg es único entre los metales, es un denso líquido plateado a temperatura ambiente, tiene un punto de

fusión de 234,14 K (39°C), un punto de ebullición de 630,15 K (357°C), una densidad relativa de 13,5 g/ml y una masa atómica de 200,6 g/mol. Este elemento existe en tres estados de oxidación, mercurio elemental o metálico (Hg^0), mercurioso (Hg^{1+}) y mercúrico (Hg^{2+}) (Yarto-Ramírez et al., 2004). Rara vez se le encuentra en su forma pura como metal líquido, generalmente se encuentra combinado con otros elementos (como cloro, azufre y oxígeno) para formar sales inorgánicas, o bien formando compuestos orgánicos (como el metilmercurio, el fenilmercurio, etilmercurio) (Goyer & Clarkson, 2005).

2.2.3. Origen y transformación del mercurio

El mercurio existe en forma natural en el medio ambiente. La principal fuente natural de mercurio es la desgasificación de la corteza terrestre, incluyendo las emisiones volcánicas y la evaporación de los océanos. La naturaleza desprende entre 30 000 y 150 000 toneladas de mercurio al año. A esto hay que añadir la extracción minera del mercurio, cuya producción mundial es de aproximadamente 10 000 toneladas al año, y los productos son derivados de sus diferentes aplicaciones en la industria cloroalcalina, en la industria de pinturas, o en la fabricación de equipos eléctricos y de precisión. También son fuente de contaminación

actividades como el uso de combustibles fósiles, la producción de acero, cemento y fosfatos, y la fundición de minerales con sulfuro. La cantidad que se desprende al medio ambiente por combustión del carbón, aceites, gases y otras actividades industriales es de aproximadamente 10 000 toneladas al año (Lourie, 2003; Marrugo-Negrete, 2008).

El mercurio en la atmósfera se deposita en la superficie terrestre a través de la lluvia o nieve, por lo que cuando el mercurio cae del aire o efluye de la tierra al agua, los microorganismos y sedimentos convierten una parte del mercurio en metil-mercurio, forma orgánica altamente tóxica. Los organismos pequeños ingieren el mercurio, y a su vez, los animales de mayor tamaño se alimentan de los pequeños, ingiriendo así el metil-mercurio. A medida que este proceso de bioacumulación continúa, los niveles de mercurio aumentan cuando se avanza en la cadena alimentaria. Los peces de la parte superior de la cadena alimentaria, como los tiburones y los peces espada, tienen mayores concentraciones de mercurio que aquellos en la parte inferior de la cadena alimentaria. Este fenómeno ocurre en los peces tanto de agua salada como de agua dulce. Las personas y los animales se exponen cuando se alimentan de los pescados y mariscos que contienen metil-mercurio (Boening, 2000).

El metilmercurio se forma cuando el mercurio elemental se libera al ambiente y se transforma a través de los procesos de metilación en complejos orgánicos. Esta transformación (figura 1) está mediada por la interacción con bacterias y otros microorganismos que viven en el suelo, las aguas y los sedimentos (1).

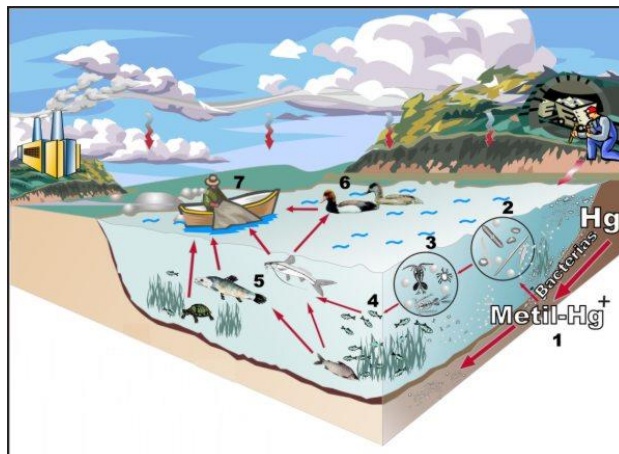


Figura 1: Metilmercurio y su transformación.

Fuente: Boeing, 2000.

Se sabe que el metilmercurio se bioacumula y bioconcentra en la cadena alimenticia. La concentración de mercurio aumenta en los organismos en posición más alta en la cadena alimentaria. De este modo, por ejemplo, las concentraciones mercuriales serán progresivamente más elevadas al ir tomando muestras de algas (2), zooplancton (3), peces fitófagos (4), peces depredadores (5) y organismos que comen pescado como patos, garzas (6) o el hombre (7).

2.2.4. Fuentes de contaminación

Las fuentes de contaminación, pueden ser naturales o antropogénicas, como es habitual en estos metales tóxicos.

La fuente natural de contaminación más importante se da debida a la sublimación del propio Hg metal, como hemos indicado anteriormente, y por tanto se crea un ciclo atmosférico como vía de entrada a las cadenas tróficas.

Las fuentes antropogénicas son varias; la utilización del mercurio como fungicida, herbicida y conservante de semillas en agricultura; las papeleras, la industria electroquímica, su uso en pinturas y pilas, la industria de los catalizadores, la combustión de carbones, los vertidos industriales y por las alcantarillas, son las más importantes. Cabe destacar, sobre todo la fuente de contaminación industrial, ya que supone aproximadamente el 83 % de la contaminación total de mercurio por este tipo de fuente.

2.2.5. Ciclo natural del mercurio

Un esquema de este ciclo lo podemos ver en la figura 2. En él se puede apreciar, que es un ciclo atmosférico, y que la principal incorporación del mercurio a la atmósfera es debida al vulcanismo y al proceso de desgasificación del mercurio metal, por sublimación. A partir de la atmósfera, o bien se inhala directamente, o se incorpora a las cadenas tróficas, mediante el ciclo del agua.

2.2.6. Ciclo antropogénico del mercurio

En la figura 2 se muestra un esquema de este ciclo, donde se puede ver que la incorporación del mercurio a las cadenas tróficas, por esta vía, es más variada que la anterior.

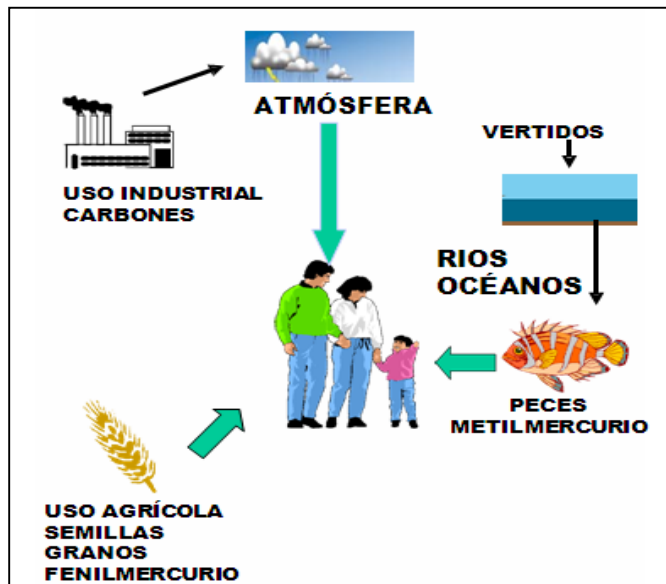


Figura 2: Ciclo antropogénico del mercurio

Fuente: Doadrio, 1999.

El mercurio puede entrar en un ciclo atmosférico por los vertidos industriales atmosféricos o por la combustión de carbones, desde donde se introduce en las cadenas tróficas por el ciclo del agua, o bien se inhala directamente. También entra directamente en el ciclo del agua, mediante el vertido de residuos a las aguas de los ríos y mares, y a través de vertidos industriales o domésticos. Por último, debido al uso agrícola del mercurio, está presente como contaminante del suelo, del cual se incorpora a las cadenas tróficas.

2.2.7. Ciclo de biotransformación

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 3, se muestra un esquema simple de los procesos de biotransformación del mercurio. En la atmósfera, la especie predominante es la de Hg^{2+} , formada a partir de otras especies de mercurio, como el dimetilmercurio, el HgO o el propio Hg metal, en diferentes procesos químicos; mientras que en el agua, como hemos dicho, se biotransforma a metilmercurio.

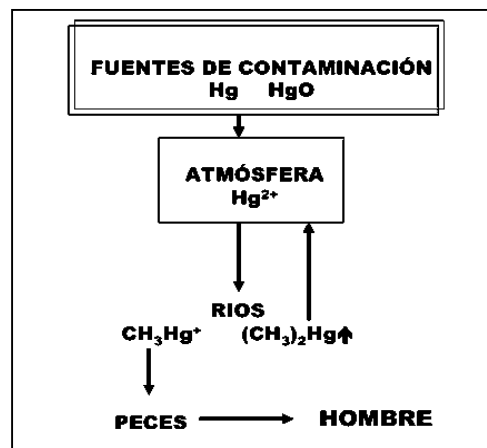


Figura 3: Biotransformación del mercurio

Fuente: Doadrio, 1999.

El ciclo acuático de biotransformación merece un tratamiento más amplio.

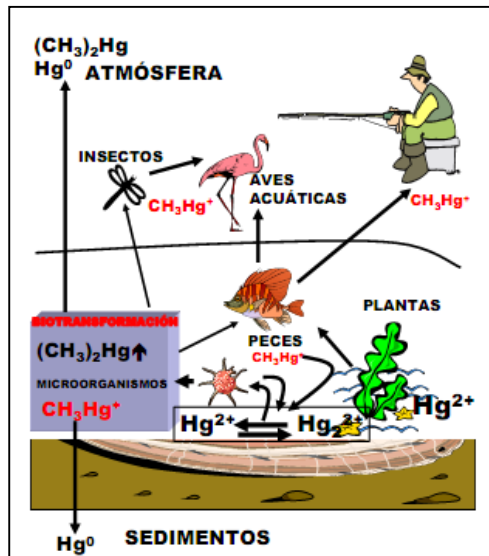


Figura 4: Bioacumulación del mercurio

Fuente: Doadrio, 1999.

En el esquema de la figura 4, podemos apreciar que la especie predominante es la de Hg^{2+} , muy soluble y que puede ser bioacumulado directamente por los peces, o seguir un proceso de biotransformación, realizado por microorganismos acuáticos, dando lugar a dos especies orgánicas, el dimetilmercurio volátil, que se recicla a la atmósfera y el metilmercurio, que se bioacumula en los peces, y por tanto es incorporado a las cadenas tróficas.

2.2.8. El Mercurio en el medio ambiente acuático

El medio ambiente acuático es un medio vulnerable a la contaminación debido a su elevado poder disolvente para una amplia gama de productos de desecho, a su vez es un vehículo excelente para la evacuación de materiales de diversa índole, tanto en estado líquido, sólido o gaseoso. Las aguas continentales tanto superficiales como subterráneas, se convierten en el medio a través del cual se realiza el drenaje de restos de la degradación del medio, ocasionados ya sea por causas naturales (como son productos de erosión o la disolución de materiales de la corteza terrestre y por la descomposición de los seres vivos), o por causas antropogénicas como producto de las actividades humanas (Olivero, *et al*; 2002).

El Hg se encuentra naturalmente presente en los sistemas acuáticos en muy bajas concentraciones. Fuentes naturales como antropogénicas aportan cantidades significativas de este contaminante en el medio ambiente acuático resultando en una seria contaminación de las aguas y sedimentos. Por otro lado, el transporte atmosférico ha incrementado las concentraciones de mercurio en sistemas acuáticos y la biota inclusive en áreas remotas que son libres de la influencia

antropogénica (Fitzgerald, *et al*; 1998). El Hg según la forma química en la que se encuentre tiene la capacidad de viajar grandes distancias (tabla N° 1). En algunos sitios la contaminación por mercurio puede ser local o global.

La dinámica del Hg en el medio ambiente acuático es compleja. Dependiendo del predominio de las condiciones físicas, químicas y condiciones biológicas, los compuestos de mercurio en los sistemas acuáticos pueden ser inter-convertidos y pueden ser liberados de los sedimentos a la columna del agua, tomados por la biota acuática o ser transportados con partículas del sedimento a otras nuevas matrices. Otro aspecto importante es que la ecología y la toxicología del Hg son fuertemente dependientes de las formas químicas presentes (Ullrich, *et al*; 2001). La mayoría del mercurio liberado es inorgánico el cual está ligado primariamente a partículas y sustancias orgánicas, pudiendo no ser disponible por la ingesta directa de los organismos acuáticos. El proceso de metilación de mercurio inorgánico a MeHg es una importante clave para la tasa de mercurio en el medio ambiente (Beckvar, *et al*; 1996).

Tabla 1:

Propiedades y tasa de transporte de las formas más comunes de Hg.

TIPO	PROPIEDADES	TRANSPORTE
Mercurio elemental (Hg⁰)	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.
Mercurio divalente (Hg²⁺)	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.
Metilmercurio (CH₃Hg)	Ión 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 & Irwin, 2002.

2.2.9. Mecanismos de toxicidad y tolerancia a los compuestos de Hg en organismos acuáticos

Las sustancias tóxicas son tomadas por los organismos acuáticos mediante tres mecanismos principales: 1) a través de superficies respiratorias como las branquias, 2) absorción del agua y 3) a través del aparato digestivo. En los moluscos bivalvos y tunicados, la adsorción de los metales pesados se da por unión a las secreciones mucosas y por mecanismos de difusión pueden llegar hasta el aparato digestivo; las ostras obtienen los metales principalmente por ingestión; en poliquetos, la absorción incluye la difusión a través de la superficie corporal; en crustáceos, el proceso de captación se efectúa por adsorción de la superficie corporal (como cutícula) seguida de difusión a través del epitelio branquial; en langostas, parece ser más importante a través de la dieta vía estomago intestino (Moreno - Sanchez, *et al*; 2010).

Los peces atrapan MeHg por absorción directa del agua a través de las branquias y la piel, así como por alimentos contaminados. Sin embargo, el MeHg es atrapado por los peces principalmente a través de su dieta, mientras que la absorción directa del agua es de menor importancia (Bodaly, *et al*; 1997). Los compuestos de Hg son

transportados dentro del organismo ligado a proteínas plasmáticas, el hígado es el órgano que participa en la redistribución, detoxificación, y transformación de los contaminantes, la desmetilación del Hg orgánico a su forma inorgánica se lleva a cabo en el hígado (Havelkova, *et al*; 2008). Algunas sustancias que no pueden ser rápidamente liberadas o solo parcialmente excretadas pueden ser permanentemente o temporalmente neutralizadas por varios mecanismos de detoxificación, los cuales le permiten a algunas especies vivir y reproducirse en ambientes contaminados donde otras especies no podrían vivir (Ravera, 2001).

Entre los posibles mecanismos de tolerancia que los organismos acuáticos han podido desarrollar para enfrentar el exceso de metales pesados en sus células, se encuentran:

1. Unión del metal a la pared celular impidiendo su entrada al interior de la célula.
2. Reducción del transporte a través de la membrana celular.
3. Incremento en la salida o flujo de metales hacia el exterior celular.
4. Comparta metalización del metal una vez que entra en la célula, almacenándolo en estructuras lisosomales o vacuolares, eliminándolo así del resto de las actividades celulares.

5. Formación de complejos con proteínas (metalotioninas), compuestos orgánicos (citrato, malato, aminoácidos) o inorgánicos (sulfuros), de manera de atrapar el metal disminuyendo su concentración en forma libre en la célula.
6. Síntesis de proteínas o metabolitos de estrés, protectoras o reparadoras de los daños celulares producidos por el metal.
7. Formación de precipitados insolubles en forma de gránulos de Ca/Mg o Ca/S. Actualmente las evidencias experimentales indican que, sin excluir los otros, la expresión de las metalotioninas podría explicar en gran parte la resistencia o tolerancia de las células animales y vegetales a altas concentraciones de metales pesados (Reyes-Gil, 1999).

2.2.10. Bioacumulación de Hg en organismos acuáticos

Los sistemas acuáticos tienen una tasa mayor de bioacumulación de Hg y biomagnificación que los sistemas terrestres. Existen diversos factores que contribuyen a estas diferencias. Los peces almacenan la mayoría del mercurio como MeHg en el músculo, mientras que aves o mamíferos terrestres lo almacenan en la piel, plumas, uñas, pelo, elementos pobremente digeridos o rara vez consumidos. En los sistemas

acuáticos existen cadenas alimenticias más complejas y más niveles tróficos. Los productores primarios en los sistemas acuáticos pueden acumular más mercurio del agua y del sedimento que los productores primarios en sistemas terrestres lo pudieran obtener del suelo. Además que en los sistemas acuáticos se encuentran disueltas las excretas de los organismos (que pudieran contener mercurio) que es otra vía disponible para la acumulación de mercurio en peces (Davis, *et al*; 2003).

La transferencia de contaminantes a través de la cadena alimenticia puede resultar en un incremento en la concentración de los productores a los consumidores. A esta progresiva acumulación se le conoce como biomagnificación. El MeHg se acumula principalmente en el fitoplancton, posteriormente es ingerido por peces no carnívoros, comenzando el viaje de MeHg en la cadena alimentaria y su proceso de bioacumulación. La alta tendencia para la acumulación de MeHg es usualmente explicada por su alta estabilidad y solubilidad lipídica, también por su alta tendencia a ligar grupos sulfhídricos asociados con proteínas. Existen órganos o tejidos que son críticos para la acumulación de contaminantes, en algunas especies de peces se ha observado mayores concentraciones en el hígado que en cualquier otro

tejido (Ruelaz & Páez, 2005).

En concentraciones ambientales constantes, las concentraciones de mercurio en peces de determinada especie, tienden a aumentar con la edad como consecuencia de una mayor ingesta, debido a los desplazamientos en los niveles tróficos que suele haber a medida que el pez va creciendo (come cada vez más peces y las presas son más grandes) (Boening, 2000). Por otro lado, el metabolismo se vuelve más lento con la edad, existe una mayor asimilación que excreción, los adultos tienen tasas metabólicas menores que los juveniles. Por ello, es común que los peces viejos tengan en sus tejidos concentraciones de HgT mayores a las concentraciones encontradas en los peces más jóvenes de una misma especie, así mismo los peces en un mismo medio poseen diferentes concentraciones de Hg (Gutiérrez, *et al*; 2009).

Especies de alto nivel trófico tienden a acumular mayores concentraciones de HgT. Depredadores que se alimentan de peces, presentan concentraciones mayores de HgT. Grandes depredadores como el pez caballa, tiburones y pez espada, pueden contener concentraciones de mercurio de 10 000 a 100 000 veces mayores que las encontradas en el medio acuático circundante (Moore, 2000). Entre

los factores biológicos que afectan la acumulación de Hg se encuentra la dieta, la edad y sexo. Numerosos estudios han mostrado que la concentración de mercurio en peces se relacionada positivamente con la edad y el peso (Storelli, *et al*; 2002). Sin embargo, las concentraciones de Hg no siempre correlacionan con la talla debido a que influye también la dieta y tiempo de residencia en el hábitat contaminado.

2.2.10.1. Mayor riesgo de acumulación de los compuestos de Hg en organismos de agua salada

Un estudio realizado por Zhang & Hsu-Kim (2010) sugiere que se debe ser más cuidadoso ante el consumo de productos acuáticos de agua salada como atún, pez cábala y tiburón que productos de agua dulce. En agua dulce el MeHg tiende a unirse a materia orgánica como plantas y animales muertos, la luz solar lo descompone proceso conocido como foto-degradación. La clave de la habilidad del sol para descomponer MeHg se debe a una clase de químicos llamados especies reactivas de oxígeno que tienen la capacidad de romper el enlace químico de MeHg, estos átomos de oxígeno reactivo se forman con la luz solar que actúan sobre las moléculas de oxígeno en el agua.

En cambio en agua salada, el MeHg se une a cloruros y no es fácilmente foto-degradable. Además, tiene un mayor tiempo de vida y puede permanecer mayormente disponible para consumo por la biota acuática.

2.2.11. Mercurio en pescados

El consumo de pescado constituye para el hombre una excelente fuente de proteínas y de oligoelementos como yodo y selenio. Además, algunas especies de pescados grasos aportan cantidades significativas de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga omega-3 [ácido eicosapentaenoico EPA y ácido docosahexaenoico DHA] que resultan beneficiosos en la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares (Fussenegger, *et al*; 2007). Sin embargo, el pescado puede constituir también una fuente de sustancias nocivas para el organismo, al contener bifenilos policlorados (PCBs), dioxinas y metilmercurio (Virtanen, *et al*; 2007).

Existe una estrecha relación entre la concentración de mercurio y la dieta, cuando se considera el hábitat se deduce que según sea el ambiente donde habita el organismo en estudio, existirán diferentes organismos presa por lo que presentarían diferentes dietas

indistintamente de su posición en la cadena alimenticia lo cual afectaría en la concentración de mercurio (Cadena, 2004)

En la actualidad, se considera que el consumo de pescado constituye la principal fuente de exposición humana al mercurio (EFSA, 2004). Son los peces depredadores marinos que ocupan altos niveles en la cadena trófica, como el pez espada, tiburón y atún, los de mayor concentración en Hg, del cual aproximadamente el 90% existe en su forma metilada (metilmercurio), siendo aportado el resto por pequeñas o indetectables cantidades de mercurio inorgánico [Hg(II)], metilmercurio y fenilmercurio (Branco, *et al*; 2007 y Chang, *et al*; 2007). La proporción MeHg es menor en peces de agua dulce.

Debido a las altas concentraciones que presentan algunas especies de pescado. Tanto la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) como la Administración de Drogas y Medicamentos de EE. UU. (FDA) y la Agencia de Protección Medioambiental (U.S. EPA), han aconsejado a los grupos de población vulnerables (mujeres embarazadas o que pueden llegar a estarlo, mujeres en fase de lactancia y niños de corta edad) deben evitar algunos tipos de pescado que podrían acumular niveles altos de MeHg.

En los últimos años se han incrementado considerablemente los estudios sobre la seguridad alimentaria del Hg presente en los productos de la pesca. Así, se han cuantificado Hg total y MeHg en distintas especies de pescados (Mira, *et al.*; 2005; Morgano, *et al.*; 2005; Burger & Gochfeld, 2006); también, se ha evaluado la influencia de las características fisiológicas del pescado sobre dichas concentraciones (Monteiro & López, 1990; Afonso, *et al.*; 2007) y se han calculado las ingestas del tóxico para poblaciones infantiles y adultas (Storelli, *et al.*, 2007; Martí, *et al.*, 2007; Rodellar *et al.*, 2010).

Cuando son los alimentos la vía de entrada del contaminante, la evaluación de la exposición debería considerar la concentración del tóxico en los productos tal y como son consumidos por la población. Sin embargo, para el Hg, al igual que para otros elementos traza tóxicos, la evaluación de la ingesta se lleva a cabo, en muchas ocasiones, en base a las concentraciones del contaminante en el producto crudo. Hasta el momento actual, la mayoría de estudios de ingesta de Hg han utilizado las concentraciones en pescados crudos (Bocio, *et al.*, 2005; Falcó, *et al.*, 2006; Yusà *et al.*, 2008; Herreros, *et al.*, 2008,). Sin embargo, se reporta estudios de dieta total llevados a cabo en el País Vasco estiman ingestas a partir de productos cocinados (Urieta, *et.al.*; 1996).

Las escasas investigaciones realizadas sobre el efecto del cocinado en la concentración de Hg en pescado no aportan conclusiones claras. Entre los estudios más recientes que evalúan el efecto de distintos procedimientos de cocinado, únicamente Chicourel, *et al.*, 2001, comparan los resultados en peso seco, poniendo de manifiesto que la fritura y la cocción no afectan a los niveles iniciales de Hg en tiburón azul. Otros estudios comparan los resultados en peso húmedo (ph), hallando que la mayoría de las combinaciones (procedimiento de cocinado-pescado) producen un incremento en las concentraciones de Hg (Morgan, *et al.*, 1997 y Perelló, *et al.*, 2008). También ha sido reportado que con otras prácticas de cocinado no hubo alteración en la concentración de Hg, o que la concentración disminuyó (Perelló, *et al.*; 2008). Estos estudios parecen indicar que la concentración en el pescado cocinado podría depender de la combinación procedimiento de cocinado-pescado.

2.2.12. Efectos del Hg sobre la salud humana

La contaminación por Hg 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

(Fitzgerald & Clarkson, 1991). Más del 95% del Hg en pescados se encuentra en forma de MeHg, una de las formas más tóxicas y bioacumulable 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 Hg son comparativamente bajos (Groth, 2009).

Una serie de factores influyen decisivamente en la toxicidad del mercurio: estado fisicoquímico (el MeHg posee una toxicidad mucho más elevada que el mercurio elemental y los compuestos inorgánicos), vías de penetración en el organismo (inhalación, oral y cutánea), metabolismo individual, tasas de excreción y efectos sinérgicos y/o antagónicos de otros agentes. La absorción de MeHg vía oral o ingesta es del orden del 95% de la dosis administrada, independientemente de si el radical metilmercurio está unido a proteínas o es administrado como sal en solución acuosa. Una vez absorbido, el transporte se realiza por los distintos constituyentes de la sangre, MeHg penetra la membrana del eritrocito y se une a la hemoglobina. En la distribución la mayor parte va al músculo, cerebro, hígado y riñón. La mayor parte del metilmercurio, hasta un 90 %, se excreta en heces desde el hígado vía bilis, presentando el llamado “Ciclo enterohepático”: durante su

eliminación, el metilmercurio sufre la recirculación enterohepática pasando al tracto gastrointestinal de donde parte, es eliminado por las heces y parte reabsorbido hacia el plasma, cerrándose este ciclo. Este proceso es el que determina su lenta eliminación dando lugar a un riesgo elevado de acumulación (Español, 2001).

Entre los principales mecanismos de toxicidad del Hg 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, microtúbulo. 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 pies (Español,

2001).

2.2.13. Panorama del mercado pesquero en el Perú

La actividad pesquera es cualitativamente importante para la economía peruana, por su inmensa capacidad de provisión de alimentos de alto contenido proteico y de materias primas para la industria procesadora de harina y aceite de pescado. Cuantitativamente su aporte también es destacable: aporta anualmente entre el 6% y 8% del total de divisas (exportaciones de aproximadamente US\$ 2 mil millones) y representa el 0,5% del producto bruto interno.

Anualmente el desembarque total de recursos hidrobiológicos supera los 6 millones de TM (en el año 2008, se alcanzó los 7,4 millones de TM), destinándose casi el 84% del total a la industria reductora de harina y aceite de pescado (principalmente la especie Anchoveta) y solo 1,2 millones de TM para el consumo humano directo.

Del total de recursos destinados al consumo humano directo, el 52% (648 mil TM) se destina para la elaboración de congelados (principalmente las especies Pota, Jurel, Caballa y Merluza), el 29%

(364 mil TM) para el consumo en estado fresco (principalmente con las especies Jurel, Bonito y Pota), el 16% (200 mil TM) se destina para la elaboración de conservas (principalmente Anchoveta, Jurel y Caballa) y apenas 44 mil TM para la elaboración de curados. Las capturas se realizan considerando las tallas mínimas captura (Anexo 1).

Según origen, el 95% del total de recursos pesqueros destinados al consumo humano directo corresponde a recursos provenientes de las capturas marinas, mientras que el 5% a productos de la extracción continental.

Con base a lo anterior, el consumo *per cápita* de productos pesqueros (para el consumo humano directo) en el Perú asciende a cerca de 18 kg. por habitante, de los cuales 3 kilos corresponde a mariscos y 15 kilos a pescado, nivel mucho mayor que los consumos *per cápita* de carne de vacuno (6 kg. anuales por habitante) y porcino (4 kg. anuales por habitante), aunque muy por debajo del consumo *per cápita* de aves (31 kg. anuales por habitante), compuesto especialmente de pollo.

En correlato con lo anterior, se tendría los siguientes volúmenes según categoría de productos:

- Un consumo *per cápita* de recursos pesqueros frescos de 13,3 kg. anuales.
- Un consumo *per cápita* de recursos pesqueros congelados de 1,5 kg. anuales.
- Un consumo *per cápita* de recursos pesqueros curados/secos de 482 gramos anuales.
- Un consumo *per cápita* de recursos pesqueros en conservas de 2,6 kg. anuales.

A nivel de especies destinadas para el consumo en estado fresco, destaca el Jurel, representando casi la tercera parte del total de pescados desembarcados, seguido del Bonito (15% del total) y Perico (13% del total). Un punto importante, es el referido a la venta de productos descongelados, que dificulta estimar con una mayor precisión el volumen real comercializado.

Cabe destacar que, si bien el Jurel sería el principal recurso, sus niveles de captura se han venido reduciendo a comparación de principios de la década, al igual que otros pelágicos como la Caballa.

2.2.14. Mercados mayoristas de pescado fresco de Lima

Metropolitana

El abastecimiento de recursos pesqueros frescos a nivel mayorista se da principalmente de los 2 terminales pesqueros: Villa María del Triunfo y Ventanilla, ubicados en los distritos con similar nombre, al sur y norte de la ciudad de Lima, respectivamente tal como se aprecia en la figura 5.



Figura 5: Zonas de influencia de los principales mercados mayoristas de Lima Metropolitana

Fuente: Del Carpio & Vila, 2010.

En menor medida, el supermercado Minka registra también una oferta mayorista, concentrada especialmente en mariscos.

Adicionalmente, se tiene ingresos de los mercados de Ancón y Chorrillos, provenientes principalmente de las capturas artesanales realizadas, aunque no existe una precisión estadística con respecto a ello; en extremo no superaría el 5% del total de la oferta existente y solo en algunos meses.

Los mercados mayoristas concentran cerca del 29% del total de desembarques a nivel nacional destinados especialmente para el consumo en estado fresco (Del Carpio & Vila, 2010).

Aunque aparentemente, Villa María del Triunfo y Ventanilla, parecerían mercados netamente mayoristas, en sus instalaciones también se da una continua pugna entre comerciantes mayoristas y minoristas, conviviendo con revendedores, y compradores (amas de casa, ambulantes, distribuidores, etc.), factores que inciden en la condiciones de insalubridad y seguridad del mismo. Dada la ubicación geográfica polarizada de ambos mercados, cuentan con un público cautivo, principalmente en los consumidores en los que la variable precio

es determinante, toda vez que implica asumir gastos de transporte.

En términos genéricos, con base a la información recopilada por el Ministerio de Producción, el Terminal de Ventanilla, Villa María y Minka, se puede afirmar:

- Ambos mercados mayoristas son de propiedad privada y son los abastecedores formales del mercado de Lima Metropolitana.
- De las 131 000 TM que los mercados mayoristas abastecen anualmente a la ciudad, alrededor del 85% del total de recursos comercializados en los terminales corresponde a productos frescos (equivalentes a 111 000 TM).
- Del total de los pescados comercializados por los mercados mayoristas, destacó la oferta de especies de relativo bajo costo: el 27% del total comercializado correspondió a Jurel, 11% a Perico, 9% a Bonito y 7% a Caballa, en correlación con lo reportado en desembarques tal como se aprecia en la figura 6. La Pota fue la principal especie dentro de la categoría de mariscos, siendo el segundo recurso en importancia.
- Es el principal mercado mayorista de recursos pesqueros en Lima Metropolitana, al comercializar cerca del 60% del volumen total (En el 2009 comercializó 79 000 TM recursos pesqueros).

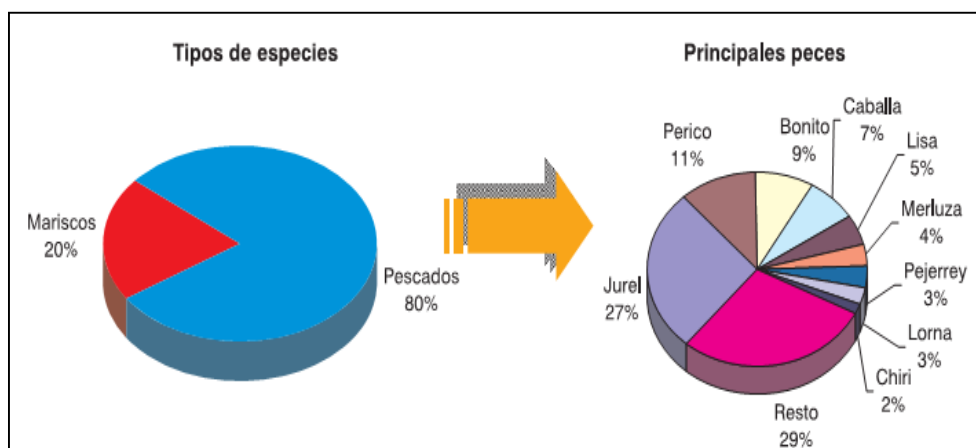


Figura 6: Principales especies comercializadas por los principales mayoristas pesqueros de Lima y Callao (2008)

Fuente: Del Carpio & Vila, 2010.

El terminal pesquero comercializó alrededor de 43 000 TM de recursos pesqueros frescos, en 2009, equivalente a más de 120 000 diarias, aportando el 39% del total de pescados frescos comercializados en Lima Metropolitana.

2.2.15. Características de las especies evaluadas

2.2.15.1. Bonito negro

Nombre científico: *Sarda chiliensis chiliensis*

Nombre en inglés: *Sarda chiliensis chiliensis*

Nombre común: Bonito

Las características principales de estos peces son:

- **Forma:** Posee un cuerpo esbelto y alargado, algo comprimido. Se caracteriza por su enorme boca, con dientes cónicos y pequeños, así como por sus ojos grandes y redondos.
- Aletas dorsales bastante cercanas, la primera con X-XV espinas, las espinas anteriores mucho más altas que las de atrás, dándole a la aleta una forma bastante cóncava.
- Segunda aleta dorsal mucho más baja que la primera, y seguida por 8-10 pequeñas aletas. Aletas pectorales cortas, llegan hasta más o menos el nivel de las espinas centrales de la primera aleta dorsal.
- Azul oscuro en el dorso, con un área de 5-6 franjas negras horizontales que se extienden hacia adelante hasta debajo de la parte anterior de la primera aleta dorsal. Parte inferior de los lados y el vientre plateados. Varias manchas oscuras generalmente presentes abajo en los costados entre las aletas pélvicas y pectorales.
- Tamaño: hasta 92,5 cm.
- Peso máximo: 11,8 kg.
- Hábitat: forma cardúmenes en aguas costeras y cerca de arrecifes oceánicos.
- Rango de profundidad: de 1 a 40 metros

- **Alimentación:** Es un animal carnívoro que se alimenta de peces pelágicos (los que nadan en aguas superficiales), como sardinas, anchoas o jureles a los que ataca en grupo
- **Distribución:** Se encuentra desde el norte del Perú hasta Talcahuano (Chile) tal como se aprecia en la figura 7.

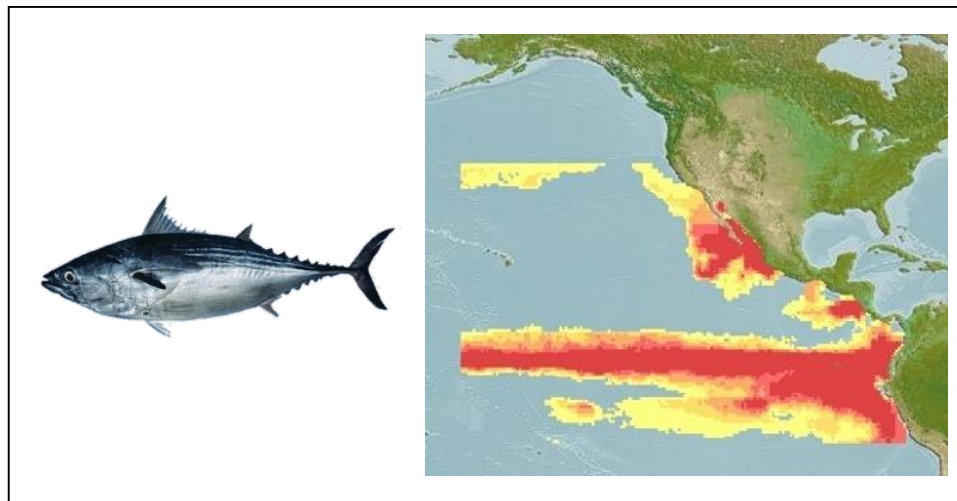


Figura 7: Bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) y su Área de distribución

Fuente: *The Leibniz Institute of Marine Sciences (Alemania).*

2.2.15.2. Caballa

Nombre Científico: *Scomber japonicus peruanus*

Nombre Común: Caballa

Nombre en Inglés: Horse mackerel

Nombre FAO: Caballa Peruana

La caballa es considerada como otro recurso pelágico de gran importancia en la pesquería peruana. Actualmente se encuentra en tercer lugar de importancia entre las especies pelágicas de importancia pesquera, habiendo sobrepasado a la sardina; cuyas capturas se han visto disminuidas por el predominio de anchoveta.

a) Características de la especie

La caballa (*Scomber japonicus peruanus*) es una especie pelágica, de cuerpo fusiforme e hidrodinámico: pedúnculo caudal fino y redondeado, Delante de la cola bifurcada existen aletillas dispuestas en una serie dorsal y otra ventral.

La distancia entre las dos aletas dorsales es igual a la longitud de la base de la primera. Su coloración en el dorso es verde-botella y está ornamentado con muchas líneas gruesas, onduladas y verticales formando dibujos caprichosos. Cada lóbulo de la cola tiene en su base una mancha circular oscura. Viven en ambientes relativamente cálidos, con rangos de temperatura del agua que oscilan entre 287,15 y 296,15 K (14 y 23 °C). La salinidad puede variar entre 34,80 y 35,25 unidades prácticas de salinidad (ups), pero prefiere temperaturas de 288,15 a

292,15 K (15 a 19 °C), salinidades de 34,90 a 35,20 ups y oxígeno de 2,0 a 6,0 mL/L. (IMARPE, 2006)

La caballa tiene hábitos gregarios formando cardúmenes.

b) Patrones de distribución y abundancia

En el Pacífico Sudoriental se distribuye desde Manta e Isla Galápagos (Ecuador) por el norte, hasta el sur de Bahía Darwin 45° S (Chile). En el Perú a lo largo de toda la costa sobrepasando las 100 millas de la costa, limitada por el frente de penetración de aguas oceánicas y/o por las isotermas que identifican y limitan estas masas de agua, tal como se aprecia en la figura 8.

Verticalmente sus mejores concentraciones se encuentran sobre los 60 m presentándose sobre los 100 m de profundidad en años normales, alcanzando los 250 m en años anormales.

La distribución y concentración de los cardúmenes de la caballa guardan cierta relación con la variación e interacción de las masas de agua frente a nuestro litoral. Se acerca a la costa durante el verano o en

años cálidos (El Niño) y se aleja en los meses de invierno o en años fríos (La Niña).

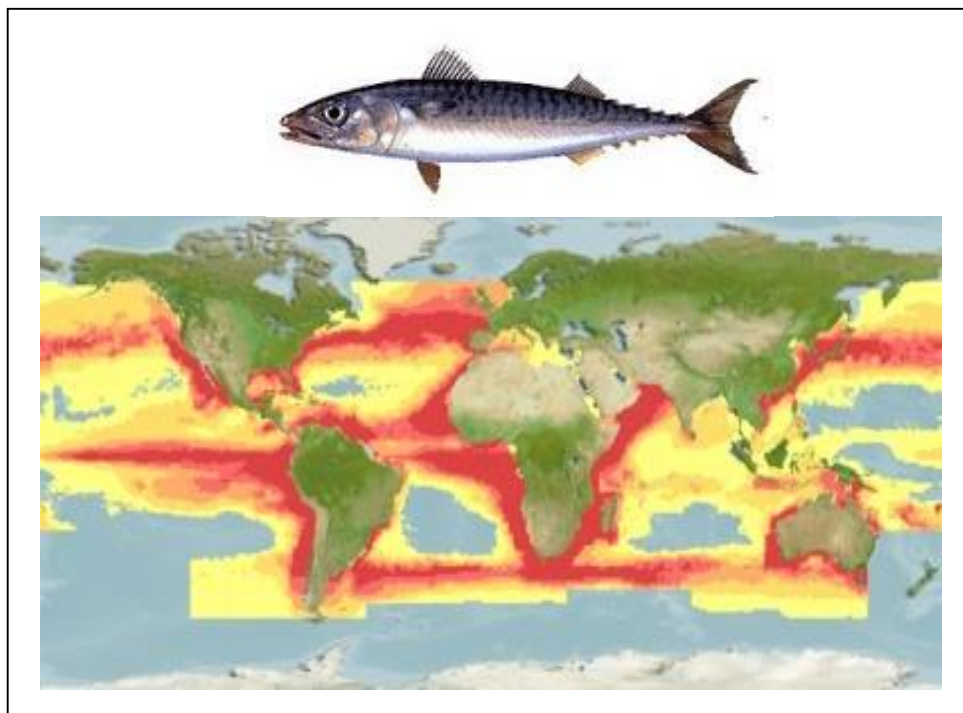


Figura 8: Caballa (*scomber japonicus peruanus*) y su área de distribución

Fuente: *The Leibniz Institute of Marine Sciences (Alemania).*

c) Aspectos biológicos

En cuanto a la edad crecimiento, la caballa es una especie de crecimiento relativamente rápido, los individuos alcanzan la edad adulta entre los 3 y 4 años. Su ingreso a la pesquería se da en tallas mayores de 29 cm de longitud a la horquilla.

En cuanto a la reproducción, la caballa es una especie heterosexual sin dimorfismo sexual visible. Su fertilización es externa y su desove parcial. La fecundidad parcial se ha calculado en 78 174 ovocitos hidratados, variando de 25 000 a 150 000. La fecundidad relativa expresada en número de ovocitos hidratados por gramo de hembra se calcula en 278, variando de 71 a 51. Se alimenta de anchoas, sardinas y pequeños peces.

2.2.15.3. Jurel

Nombre Científico: *Trachurus picturatus murphyi*

Nombre Común: Jurel

Nombre en Inglés: Jack mackerel

Nombre FAO: Jurel del Pacífico Sur

a) Características de la especie

El jurel es una especie pelágica de forma hidrodinámica: pedúnculo caudal muy fino y la cola bifurcada con una quilla lateral formada por las escamas engrosadas que constituyen el término de la línea lateral, la que está cubierta de escamas transformadas en escudos y

tiene una curva característica. Presenta una coloración azul grisácea en el dorso, los lados y el vientre son plateados. Viven en ambientes relativamente cálidos, con rangos de temperatura del agua que oscilan entre 287,15 K y 296,15 K (14 y 23 °C). La salinidad puede variar entre 34,80 y 35,25 unidades prácticas de salinidad (ups). (Chirichigno, *et al.*, 2001).

El jurel tiene hábitos gregarios formando cardúmenes.

b) *Patrones de distribución y abundancia*

En el Pacífico Sudoriental se distribuye desde el Ecuador por el norte, hasta los 52° S y desde la costa de América del Sur por el este, hasta aguas costeras de Nueva Zelanda e Isla Tasmania (Australia) por el oeste tal como se muestra en la figura 9.

El jurel se caracteriza por su alto grado de dispersión. Datos de embarcaciones científicas y pesqueras de la URSS han detectado concentraciones comerciales de jurel entre las 200 y 350 millas frente a nuestras costas al igual que la flota de la Comunidad de Estados Independientes que lo ha detectado principalmente entre las 200 y 500

millas. Verticalmente el jurel se presenta sobre los 100 m de profundidad en años normales, sobrepasando los 200 m en años anormales (Chirichigno *et al.*, 2001).

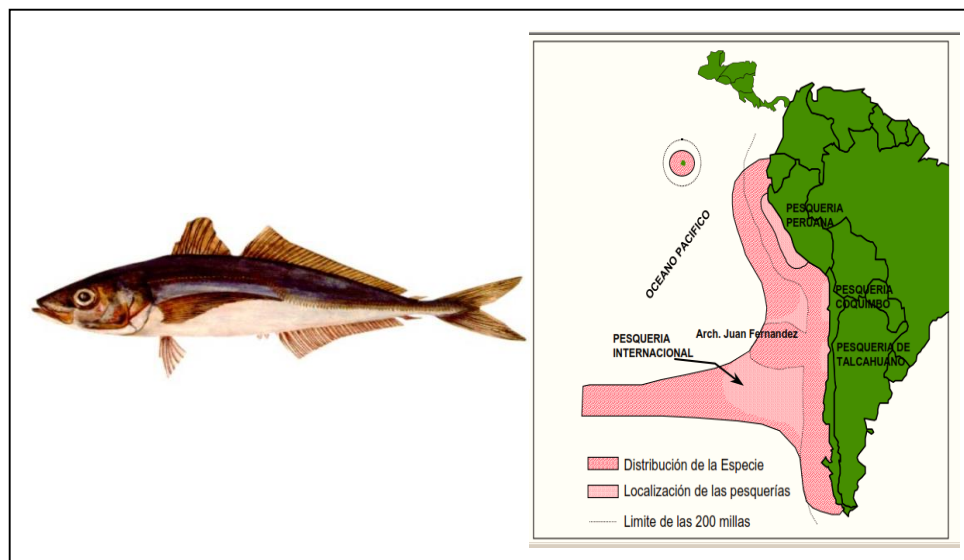


Figura 9: Jurel (*Trachurus picturatus murphyi*) y su área de distribución

Fuente: El Instituto del Mar del Perú (*IMARPE*).

La distribución y concentración de los cardúmenes de jurel guardan cierta relación con la variación e interacción de las masas de agua frente a nuestro litoral. Se acerca a la costa durante el verano o en años cálidos (El Niño) y se aleja en los meses de invierno o en años fríos (La Niña).

c) Aspectos biológicos

En cuanto a la reproducción, el jurel es una especie heterosexual sin dimorfismo sexual visible. Su fertilización es externa y su desove parcial. La fecundidad parcial se ha calculado en 78 798 ovocitos hidratados, variando de 10 000 a 160 000. La fecundidad relativa expresada en número de ovocitos hidratados por gramo de hembra se calcula en 235, variando de 83 a 461. La longitud media de madurez sexual se ha determinado en 31 cm de longitud total.

El período de desove del jurel ocurre desde fines del invierno hasta la primavera, con mayor intensidad entre los meses de octubre y noviembre. Su principal zona de desove se ubica entre los 14°00' y los 18°30' S de nuestro litoral, en el frente oceánico limitado por las ACF de intenso afloramiento y las ASS generalmente entre las 100 y 150 millas de la costa. (Majulf, 2002).

2.2.15.4. Lisa

Nombre común: Lisa

Nombre científico. *Mugil cephalus*

Nombre en Inglés: *Mugil cephalus*

a) Características de la especie

Mugil cephalus "lisa" se caracteriza por ser una especie costera que habita en fondos arenosos, areno-fangosos, ríos, lagunas y estuarios. Forman cardúmenes. Nada siempre a poca profundidad, por lo que es presa fácil de la pesca.

Las lisas poseen eficaces reguladores de la concentración salina interna, lo que les permite adentrarse y colonizar aguas con muy diverso contenido en sales; desde las hipersaladas (mayor concentración que el medio marino) hasta las dulces; aunque la lisa rara vez se adentra en estas últimas y manifiesta una marcada preferencia por las salobres (Majulf, 2002).

Los peces jóvenes, que se desplazan en pequeños grupos de una a dos docenas de ejemplares, de talla muy semejante, cerca de la costa y navegando en superficie con el buen tiempo. A finales de verano e inicios del otoño, cuando llega el momento de reproducir y en fechas anteriores a él, los adultos forman cardúmenes muy densos que han sido denominados "manadas" por algunos autores; son cardúmenes

estrechamente cerrados en los que los peces se hallan en contacto físico cuando nadan.

Alguno de ellos se establece con frecuencia frente a desagües de aguas impuras, donde se alimentan de las partículas de materia orgánica en suspensión, contribuyendo a paliar la contaminación acuática de este origen.

Alimentación: Omnívoros, se alimentan de los "musgos o verdinas" marinas que tapizan las rocas y que roen de ellas, de partículas de material orgánico dispersos en el agua y de las obtenidas en los fangos del fondo. Sus largas branquispinas, que forman una especie de aparato filtrador, explican su régimen micrófago. Los huesos faríngeos, bien dentados, sirven como presa del alimento ingerido. La región pilórica - parte anterior del estómago- presenta una pared muscular notablemente engrosada que actúa como si de una molleja de ave se tratase. Para aprovechar al máximo esta dieta de tan bajo valor nutritivo poseen un intestino de longitud desproporcionada (en una lisa de 30 centímetros, alcanza unos dos metros).

La lisa (*Mugil cephalus*) es uno de los recursos que sustentan la pesquería artesanal en el Perú; a pesar de su importancia, escasos son los estudios relacionados con su biología.

b) Patrones de distribución y abundancia

En el Pacífico Este se distribuye desde Bahía de San Francisco (EEUU) a Valdivia (Chile) e Islas Galápagos. (Chirichigno, *et al.*, 2001). También se le encuentra presente en las aguas costeras de los Océanos Atlántico e Índico (Jhingran y Gopalakrishnan, 1974). Es una especie de amplia distribución que se localiza entre las 42°N y 42°S.

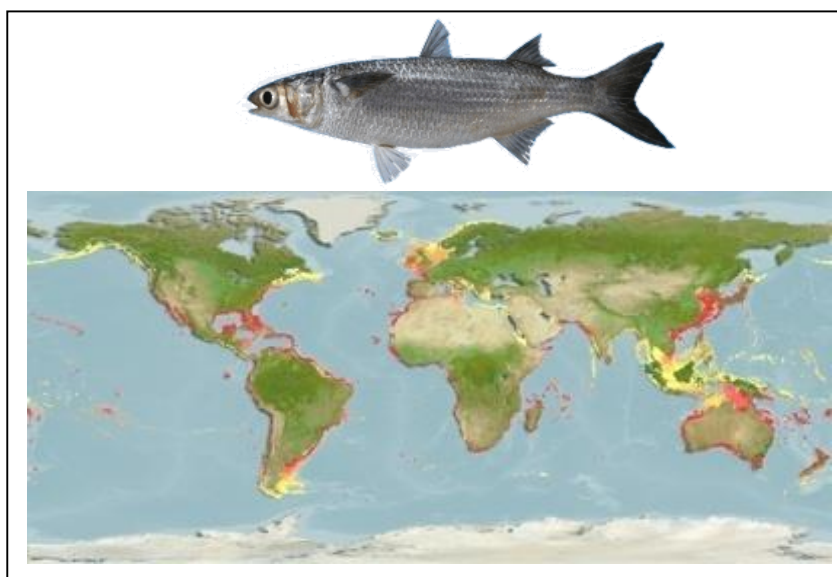


Figura 10: Lisa (*Mugil cephalus*) y su área de distribución

Fuente: *The Leibniz Institute of Marine Sciences (Alemania).*

c) Aspectos biológicos

En cuanto a la reproducción, aún aquellas especies que se internan en el curso bajo de los ríos -o en aguas salobres- regresan al medio marino para acometer la tarea reproductora. La puesta se realiza en alta mar, ya a finales de verano o iniciada la estación otoñal, según latitudes y especies concretas. En este momento forma las ya descritas "manadas", que han sido interpretadas como una estrategia para aumentar el porcentaje de huevos fecundados pues siendo comunal la reproducción los óvulos y espermatozoides expulsados tienen una mayor probabilidad de encontrarse en el seno del agua. En estos bancos predominan los machos, más pequeños u más precoces en alcanzar la primera madurez sexual. (Majulf, 2002).

2.2.15.5. Perico

Nombre científico: *Coryphaena hippurus*

Nombre inglés: *Coryphaena hippurus*

Nombre común: Perico

a) *Características de la especie*

Especie epipelágica caracterizada por sus brillantes y variados colores, al saltar del agua de mar aún con vida los múltiples tonalidades semejan al arco iris; después de capturado el perico los matices merman variando de amarillo verdoso para verde o azul en el dorso mientras que los costados se muestran amarillentos verdosos con puntos amarillos y celestes, la parte ventral es de los mismos colores pero bastante más livianos, la aleta dorsal cubre todo el lomo y es de color azul verdoso; a medida que se descomponen los colores se apagan. Sin duda es la especie más colorida de la superficie del mar (Solano, et.al; 2007).

La pesca del perico se sustenta en el Perú gracias al denodado esfuerzo de armadores y pescadores artesanales pero estos últimos viajan grandes distancias hacia el oeste en búsqueda de esta valiosa especie.

En Paita, por ejemplo, iniciaron las faenas en el año 2007 a mediados de agosto, los pescadores dada la frialdad de las aguas dentro de la 200 millas se ven obligados a recorrer más de 400 millas, buscando

la temperatura, en tiempo de 13 a 15 días para llenar sus bodegas llevando al efecto abundante hielo.

Básicamente la pesca de perico se realiza con botes artesanales entre 10 y 15 metros de eslora, con motor central, bodega insulada de capacidad normal para una a cinco toneladas de pescado y el arte de pesca típico es el palangre o espinel, (Solano, *et.al*; 2007).

El perico es un depredador innato, consumiendo variadas especies de peces, crustáceos y moluscos siendo sus favoritos el pez volador, la caballa y la pota respectivamente, sin embargo se ha reportado que del análisis de 500 estómagos de pericos se encontraron 44 especies de peces, 5 de crustáceos y 2 de moluscos, en total 51 especies distintas demostrando así su voracidad.

b) Patrones de distribución y abundancia

La distribución del perico es amplia pues está presente en todos los mares tropicales y subtropicales: Atlántico, Índico, Pacífico e incluso en el mar Mediterráneo. Es una especie altamente migratoria siguiendo a su

alimento y a sus parámetros de vida, donde la temperatura es la que más influye en esta actitud nómada, tal como se observa en la figura 11.

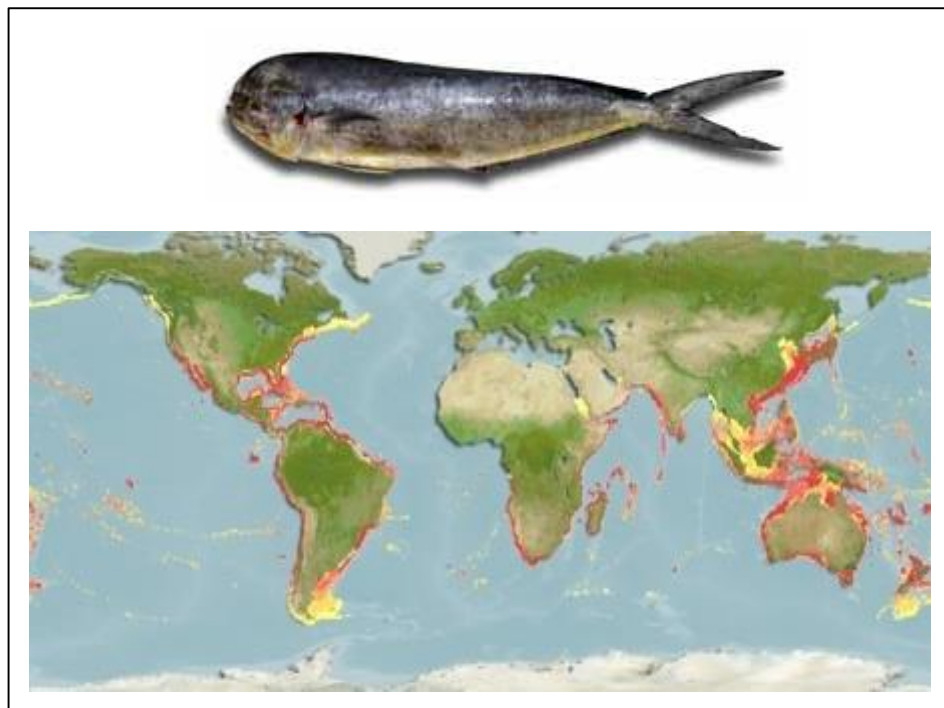


Figura 11: Perico (*Coryphaena hippurus*) y su área de distribución
Fuente: *The Leibniz Institute of Marine Sciences (Alemania).*

Vive normalmente en aguas oceánicas acercándose sólo a la costa cuando el mar calienta; los parámetros de temperatura del mar adecuados para vivir varían entre los 293,15 y 300,15 K (20 a los 27 °C). Por ello en el Perú se pesca entre los meses de octubre (en el norte) a hasta fines de abril maximizándose sus capturas en los tres meses de verano del año,

en los otros meses los pescadores artesanales realizan un gran esfuerzo pues lo pescan hasta 400 millas fuera de la costa.

El perico es excelente nadador y en los momentos de buscar presa o huir de un depredador alcanza una velocidad de hasta 70 km/h. A la hora que cae cuando se pesca a la carrera o en forma competitiva con línea y anzuelo muestra una especial forma de lucha que la hace una de las especies preferidas de los pescadores deportivos (Solano, *et.al*; 2007).

c) Aspectos biológicos

Su período de vida es de más o menos de cinco años y su capacidad reproductiva es relativamente alta.

La fertilización es externa y las hembras jóvenes tienen puestas de 240,000 huevos al año mientras que las adultas sueltan alrededor de un millón de huevos por desove. Los huevecillos los colocan cerca de concentraciones de algas para su cuidado, luego al eclosionar andan en cardúmenes sin embargo son fuertemente depredados; los pericos que llegan a juveniles acostumbran nadar en grupo de individuos de la misma edad y tienden a protegerse. (Majulf, 2002).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de la investigación

La presente investigación a desarrollar es de tipo no experimental.

3.2. Población y muestra

La muestra fue tomada de expendios comerciales de pescado ubicados en la ciudad de Lima –Callao, estos expendios se ubican en el mercado mayorista de Ventanilla. La muestra fue colectada mensualmente durante un periodo de seis meses.

El muestreo fue aleatorio tomando como población los puestos de expendio de pescado encontrados en el mercado de Ventanilla. Como referencia la tabla de muestreo de la NTP ISO 2859-1:2013, Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos, (Anexo 2) siendo el plan de muestreo: Nivel de inspección S1 nivel de calidad aceptable (NCA) 6,5.

3.3. Operacionalización de variables

Por su naturaleza las variables son:

Variable independiente

X = especie

Indicador: muestra tejido muscular de especie a evaluar: bonito, caballa, jurel, lisa o perico

Variable de estudio

Y = Concentración de Hg.

Indicador: Concentración de mercurio en mg/kg peso húmedo.

3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

El presente trabajo de investigación se realizó en Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición “Alberto Guzmán Barrón”. Facultad de Medicina de San Fernando. UNMSM. Av. Grau 755. Lima, Perú, 2013.

Para la toma de muestras se consideró los promedios de peso y talla para cada especie. Según se detalla en la tabla 2, el muestreo fue aleatorio tomando como población los puestos de expendio de pescado encontrados en el mercado de Ventanilla. Como referencia la tabla de muestreo de la NTP ISO 2859-1:2013, *Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos*, (Anexo 2) siendo el plan de muestreo: Nivel de inspección S1 nivel de calidad aceptable (NCA) 6,5.

Tabla 2:

Talla y peso de cada especie evaluada y adquirida en el mercado de Ventanilla

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	n	Talla (cm)	Peso (kg)
Bonito	<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	12	40-50	1,5-2,8
Caballa	<i>Scomber japonicus peruanus</i>	12	24-30	0,244-0,300
Jurel	<i>Trachurus picturatus murphyi</i>	12	35-40	0,800-1,00
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	12	30-40	1,50-2,00
Perico	<i>Coryphaena hippurus</i>	12	100-120	6,900-7,200

Fuente: Elaboración propia

3.4.1. Determinación de mercurio

La determinación del mercurio se realizó en un laboratorio con acreditación con la norma NTP-ISO/IEC 17025 ante el INDECOPI (Anexo 3).

A. Método de ensayo:

Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica (Anexo 4).

B. Fundamento:

El método de absorción atómica se basa en hacer pasar un haz de luz monocromática de una frecuencia tal que puede ser absorbido por el analito que se encuentra presente en forma de vapor atómico. La medida de la intensidad luminosa antes y después de su paso por el vapor atómico permite determinar el porcentaje de absorción.

La cantidad de absorción aumenta con la concentración de los átomos en el medio absorbente, es decir, la medida de la absorción aumenta con la concentración del elemento en la muestra, ya sea que esté en su condición original o sujeta a pretratamiento.

C. Espectrometría de absorción atómica por vapor frío:

Este método es otra aproximación para mejorar la sensibilidad de la absorción atómica, optimizando la eficiencia de muestreo en el quemador de pre-mezcla, en donde el mercurio se reduce químicamente al estado atómico libre haciendo reaccionar la muestra con un reductor fuerte (cloruro estañoso o borohidruro de sodio) en un recipiente de reacción cerrado. El mercurio volátil libre se arrastra del matraz de reacción burbujeando aire o nitrógeno a través de la solución. Los átomos del mercurio que se arrastran son transportados a una celda de absorción que se coloca en el paso de luz del espectrómetro de absorción atómica. A medida que los átomos de mercurio pasan por la celda de muestreo, la absorbancia medida se incrementa indicando el aumento de concentración en el paso de luz, (NOM-117-SSA1-1994).

3.4.2. Materiales e instrumentos

- Balanzas
- Cuchillo
- Cooler
- Bolsas de polietileno de alta densidad
- Espectrofotómetro
- Materiales de escritorio
- Computador.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Análisis estadístico de los datos

Los datos de las concentraciones de Hg en tejido muscular de las cinco diferentes especies se graficaron mediante diagrama de cajas, para evaluar la normalidad de los datos.

Después del análisis descriptivo de los datos, se evaluó la existencia o no de diferencias significativas del contenido de mercurio entre las cinco especies evaluadas por medio del análisis estadístico

(ANDEVA), se usó la alternativa no paramétrica del método ANDEVA el contraste Kruskal Wallis.

Para determinar las diferencias significativas de las concentraciones de Hg de cada una de las especies evaluadas respecto al periodo de evaluación (febrero - julio del 2013), se consideró el análisis estadístico ANDEVA con un nivel de significancia del 95% (valores mensuales anexo 5). El análisis se llevó a cabo empleando un paquete estadístico *INFOSTAT*.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. CONCENTRACIÓN DE Hg EN TEJIDO MUSCULAR

En la Tabla 3, se muestran las concentraciones de mercurio en músculo de los distintos grupos de especies expendidos en el mercado de Ventanilla.

Tabla 3:

Concentraciones de Hg (mg/kg peso fresco) en tejido muscular de pescado del mercado de Ventanilla.

Nombre común	Nombre científico	Promedio	n	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Bonito	<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	0,3999	12	0,0480	0,3480	0,4889
Caballa	<i>Scomber japonicus peruanus</i>	0,3365	12	0,0357	0,2944	0,4030
Jurel	<i>Trachurus picturatus murphyi</i>	0,1566	12	0,0165	0,1369	0,1885
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	0,0328	12	0,0050	0,0269	0,0425
Perico	<i>Coryphaena hippurus</i>	0,5356	12	0,0409	0,4987	0,6171

Fuente: Elaboración propia

Un amplio intervalo de concentraciones de mercurio fueron encontradas en el tejido muscular de las cinco especies evaluadas, podemos afirmar que la especie que mostró menor concentración de Hg es la lisa (0,03282 mg/kg peso fresco); así mismo, la especie que mostró mayor concentración de Hg fue el perico (0,53557 mg/kg peso fresco). En el anexo 4 mostramos el detalle de las concentraciones de Hg.

Las concentraciones de Hg en músculo analizadas en las cinco especies mostraron una amplia variación.

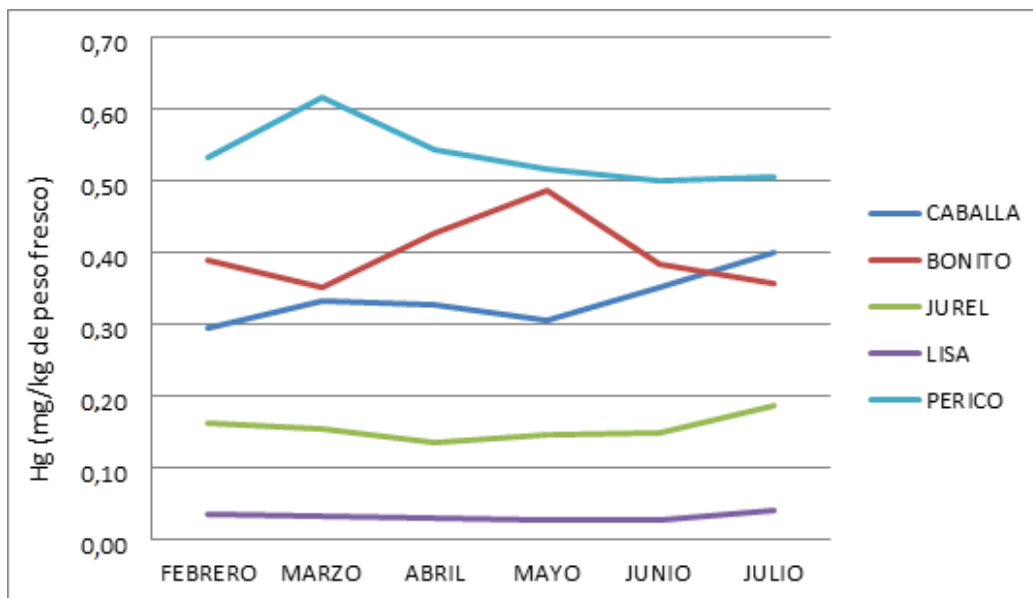


Figura 12: Evaluación de Hg (mg/kg peso fresco) en las especies evaluadas y su variación respecto al tiempo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12, podemos observar la variación de las concentraciones de Hg para cada especie durante los seis meses evaluados, se puede constatar que mientras mayor es la concentración de mercurio hallada mayor es la variación respecto a los meses.

4.1.1. Resultado de análisis de varianza

Para el establecimiento de la existencia o no de diferencias significativas del contenido de mercurio entre las cinco especies evaluadas, por medio del análisis estadístico ANDEVA, se usó la alternativa no paramétrica del método ANDEVA y el contraste Kruskal Wallis (H); en el anexo 4 mostramos las evaluaciones con el *INFOSTAT*.

El valor p en el análisis de varianza, determina si hay diferencias significativas entre las medias. El análisis de varianza (ANDEVA) se ha realizado al 95% de confianza entre las cinco especies en estudio.

En la tabla 4 se muestran los resultados derivados del ANDEVA no paramétrica Kruskal Wallis (H).

Tabla 4:

Análisis de varianza para el contenido de mercurio (Kruskal Wallis)

Variable	Especie	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Hg	Bonito	12	0,3999	0,0480	0,3859	55,3579	<0,0001
Hg	Caballa	12	0,3365	0,0357	0,3297		
Hg	Jurel	12	0,1566	0,0165	0,1513		
Hg	Lisa	12	0,0328	0,0050	0,0321		
Hg	Perico	12	0,5356	0,0409	0,5253		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se aprecia que el valor-P es <0,0001, y por ser menor o igual que 0,05, indica que existe diferencia significativa entre las mediciones de las cinco especies evaluadas tal como se evidencia en la tabla 4 y se muestra en la figura 13.

En la figura 13 se puede observar el diagrama de cajas de las concentraciones de Hg en el tejido muscular para cada una de las especies analizadas. En este diagrama se hace más evidente la diferencia entre las concentraciones encontradas.

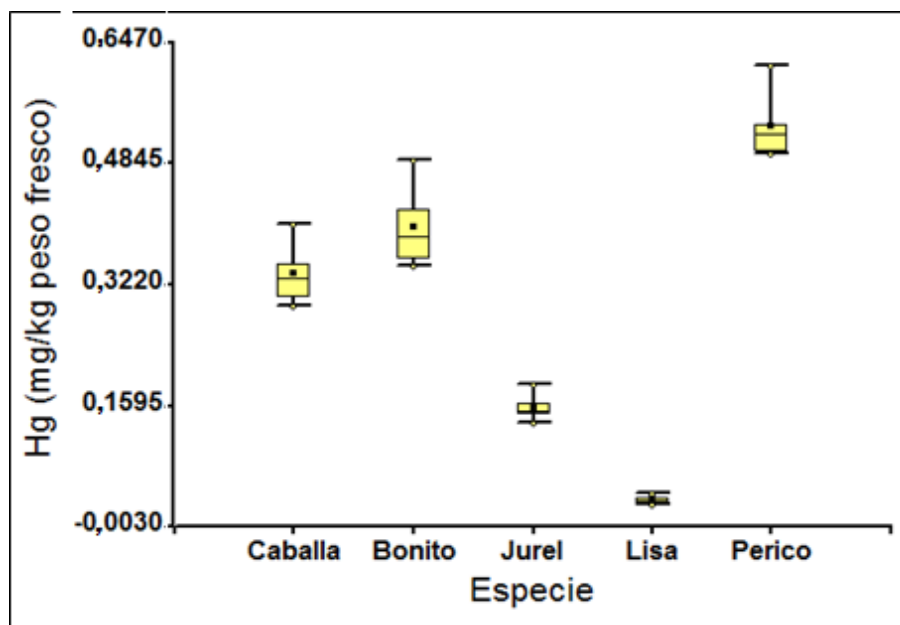


Figura 13: Contenido de mercurio para cada especie evaluada

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 13 para el caso de la caballa y el bonito se aprecia el diagrama de cajas asimétrica positiva o sesgada a la derecha: los datos tienden a concentrarse hacia la parte inferior de la distribución y se extienden más hacia la derecha. La media es mayor que la mediana en ambos casos. En el contexto, los que presentaron mayor contenido de mercurio se encuentran dispersos.

En el caso de la lisa, la mediana coincide con los cuartiles y con los límites de los bigotes. Esto sucede cuando se concentran muchos datos

en un mismo punto, en este caso, la concentraciones de mercurio hallado en esta especie se concentra en un mismo punto, pudiera ser el caso de una distribución muy homogénea.

En el caso del perico se aprecia el diagrama de cajas asimétrica positiva o sesgada a la derecha: los datos tienden a concentrarse hacia la parte inferior de la distribución y se extienden más hacia la derecha. La media es menor que la mediana.

4.1.2. Análisis de varianza para tejido muscular de bonito

El establecimiento de la existencia o no de diferencias significativas del contenido de mercurio en el tejido muscular del bonito entre los seis meses evaluados se realizó por medio del análisis estadístico ANDEVA.

El valor-p en el análisis de varianza, determina si hay diferencias significativas entre las medias. El análisis de varianza (ANDEVA) se ha realizado al 95% de confianza entre los valores que se obtuvieron en las evaluaciones mensuales, y puesto que el valor-P ($>0,9999$) es mayor que 0,05, se puede afirmar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las 12 muestras, con 02 muestreos por mes.

En la tabla 5 se muestran los resultados derivados del ANDEVA, realizados al contenido de mercurio en el bonito, utilizando el programa estadístico *INFOSTAT*.

Tabla 5:

Análisis de varianza para el contenido de mercurio en bonito

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	12	0,0000	0,0000	12,0019

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0000	0	0,0000	0,0000	>0,9999
Bonito	0,0000	0	0,0000	sd	sd
Error	0,0253	11	0,0023		
Total	0,0253	11			

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Análisis de varianza para tejido muscular de caballa

El establecimiento de la existencia o no de diferencias significativas del contenido de mercurio en el tejido muscular de la caballa entre los seis meses evaluados se obtuvo por medio del análisis estadístico ANDEVA.

El valor-p en el análisis de varianza, determina si hay diferencias significativas entre las medias. El análisis de varianza (ANDEVA) se ha realizado al 95% de confianza entre los valores que se obtuvieron en las evaluaciones mensuales, y puesto que el valor-P (>0,9999) es mayor que 0,05, se puede afirmar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las 12 muestras, con 02 muestreos por mes.

En la tabla 6 se muestran los resultados derivados del ANDEVA, realizados al contenido de mercurio en la caballa, utilizando el programa estadístico *INFOSTAT*.

Tabla 6:

Análisis de varianza para el contenido de mercurio en caballa

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	12	0,0000	0,0000	10,6143

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0000	0	0,0000	0,0000	>0,9999
Caballa	0,0000	0	0,0000	sd	sd
Error	0,0140	11	0,0013		
Total	0,0140	11			

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Análisis de varianza para tejido muscular de jurel

El establecimiento de la existencia o no de diferencias significativas del contenido de mercurio en el tejido muscular del jurel entre los seis meses evaluados se obtuvo por medio del análisis estadístico ANDEVA.

En la tabla 7 se muestran los resultados derivados del ANDEVA, realizados al contenido de mercurio en el jurel, utilizando el programa estadístico *INFOSTAT*.

Tabla 7:

Análisis de varianza para el contenido de mercurio en jurel

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	12	0,0000	0,0000	10,5411

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0000	0	0,0000	0,0000	>0,9999
Jurel	0,0000	0	0,0000	sd	sd
Error	0,0030	11	0,0003		
Total	0,0030	11			

Fuente: Elaboración propia

El valor-p en el análisis de varianza, determina si hay diferencias significativas entre las medias. El análisis de varianza (ANDEVA) se ha realizado al 95% de confianza entre los valores que se obtuvieron en las evaluaciones mensuales puesto, y que el valor-P ($>0,9999$) es mayor que 0,05, se puede afirmar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las 12 muestras, con 02 muestreos por mes.

4.1.5. Análisis de varianza para tejido muscular de lisa

El establecimiento de la existencia o no de diferencias significativas del contenido de mercurio en el tejido muscular de la lisa entre los seis meses evaluados se realizó por medio del análisis estadístico ANDEVA.

El valor-p en el análisis de varianza, determina si hay diferencias significativas entre las medias. El análisis de varianza (ANDEVA) se ha realizado al 95% de confianza entre los valores que se obtuvieron en las evaluaciones mensuales, y puesto que el valor-P ($>0,9999$) es mayor que 0,05, se puede afirmar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las 12 muestras, con 02 muestreos por mes.

En la tabla 8 se muestran los resultados derivados del ANDEVA, realizados al contenido de mercurio en la lisa, utilizando el programa estadístico INFOSTAT.

Tabla 8:

Análisis de varianza para el contenido de mercurio en lisa

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	12	0,0000	0,0000	15,3115

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0000	0	0,0000	0,0000	>0,9999
Lisa	0,0000	0	0,0000	sd	sd
Error	0,0003	11	2,5E-05		
Total	0,0003	11			

Fuente: Elaboración propia

4.1.6. Análisis de varianza para tejido muscular de perico

El establecimiento de la existencia o no de diferencias significativas del contenido de mercurio en el tejido muscular del perico entre los seis meses evaluados se obtuvo por medio del análisis estadístico ANDEVA.

En la tabla 9 se muestran los resultados derivados del ANDEVA, realizados al contenido de mercurio en el perico, utilizando el programa estadístico *INFOSTAT*.

Tabla 9:

Análisis de varianza para el contenido de mercurio en perico

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	12	0,0000	0,0000	7,6434

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0000	0	0,0000	0,0000	>0,9999
Perico	0,0000	0	0,0000	sd	sd
Error	0,0184	11	0,0017		
Total	0,0184	11			

Fuente: Elaboración propia

El valor-p en el análisis de varianza, determina si hay diferencias significativas entre las medias. El análisis de varianza (ANDEVA) se ha realizado al 95% de confianza entre los valores que se obtuvieron en las evaluaciones mensuales; puesto que el valor-P (>0,9999) es mayor que 0,05, se puede afirmar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las 12 muestras, con 02 muestreos por mes.

4.2. Evaluación de resultados de Hg con límites recomendados por la OMS

En la tabla 10 se realiza la comparación de los resultados con el requisito, tal como se realizan en los organismos de certificación de la conformidad para poder emitir una conclusión, del mismo podemos afirmar que el perico (*Coryphaena hippurus*) es la especie que supera los límites recomendados por la OMS, mientras que las otras especies están por debajo de los límites establecidos tal como en la figura 14.

Tabla 10:

Evaluación de los niveles de Hg hallados en las muestras analizadas

Nombre común	Nombre científico	RESULTADOS (mg/kg peso fresco)	n	Requisito (mg/Kg peso fresco)	EVALUACIÓN
Bonito	<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	0,3999	12	0,50	Conforme
Caballa	<i>Scomber japonicus peruanus</i>	0,3365	12	0,50	Conforme
Jurel	<i>Trachurus picturatus murphyi</i>	0,1566	12	0,50	Conforme
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	0,0328	12	0,50	Conforme
Perico	<i>Coryphaena hippurus</i>	0,5356	12	0,50	No Conforme

Fuente: Elaboración propia.

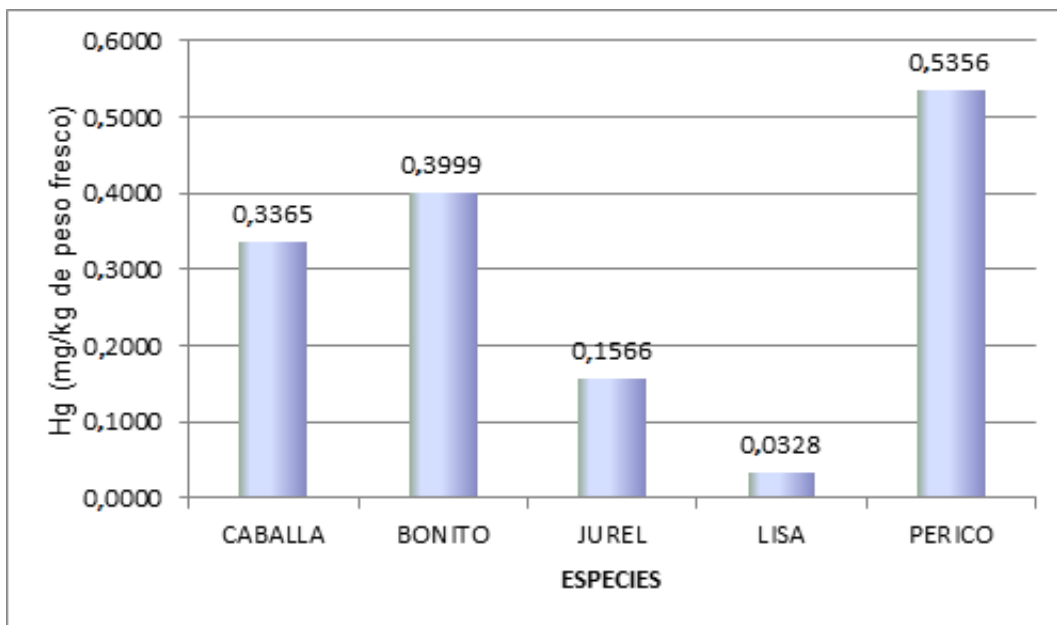


Figura 14: Promedio del contenido de Hg hallada en cada especie evaluada

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 CONCENTRACIÓN DE HG EN TEJIDO MUSCULAR

La diferencia de concentraciones de mercurio halladas está relacionada con los niveles tróficos (Boening, 2000). Esto explica que el perico tenga mayor concentración de mercurio, así mismo, Storelli *et al* (2002) señala que la concentración de mercurio en peces se relaciona positivamente con la edad y el peso. Sin embargo, las concentraciones de Hg no siempre se correlacionan con la talla debido a que influye la dieta y el tiempo de residencia en el hábitat contaminado.

La vida media biológica del mercurio depende de cada especie en la cadena alimentaria; una comparación de animales que difieren en especie, medida y hábitos alimentarios confirman que la captación del mercurio a través del alimento es más importante que la captación directa procedente del agua (Marcano & Rose A.; 2001).

Las concentraciones de Hg en músculos analizadas en las cinco especies mostraron una amplia variación. Esto concuerda con investigaciones donde se ha observado un amplio intervalo de las concentraciones de Hg en músculos de diversas especies que se encuentran en un mismo hábitat (Gutiérrez & Mejía, *et al*; 2009). Así mismo, se encuentra una estrecha relación entre la concentración de mercurio y la dieta, esto debido a que existen diferentes organismos presa por lo que presentarían diferentes dietas indistintamente de su posición en la cadena alimenticia lo cual afectaría en la concentración de mercurio (Cadena, 2004).

5.2 Evaluación de resultados de Hg con límites recomendados por la OMS

La contaminación por Hg en pescados es considerado un problema de salud pública. La exposición humana a los compuestos de mercurio está ligada exclusivamente al consumo de pescado y productos derivados (Fitzgerald & Clarckson 1991).

Sin embargo, el peligro no solamente está relacionado a las especies que contiene concentraciones altas de mercurio sino también

debido a la bioacumulación de este metal en poblaciones de alto nivel de consumo per cápita de pescado.

Los peces son el primer eslabón con los humanos en la transferencia del mercurio mediante la cadena alimentaria. El contenido de mercurio en los peces depende de cada sistema acuático (Marcano & Rose; 2001).

Aunque la carne de pescado es la principal fuente de exposición al MeHg, se considera como la única fuente de proteínas de muchas poblaciones en la región, por esta razón el pescado no puede ser prohibido en la dieta de las comunidades ribereñas (Marrugo, *et al*; 2007).

Un consumo frecuente de carne de pescado de todas las especies analizadas en el presente trabajo podría representar un riesgo para la salud humana. La evaluación del riesgo de los efectos no carcinogénicos se ha caracterizado usualmente por el índice de peligrosidad (Marcano & Rose; 2001).

El contenido de mercurio en los peces puede estar relacionado a tres parámetros biológicos: longitud, peso y edad. Dado que muchos

peces predatorios, tienen un periodo de vida más largo que el de su presa, ellos naturalmente tienen un periodo más largo de exposición al mercurio hallado en el alimento y agua. En adición al periodo vital, la tasa de crecimiento también tiene un efecto en diferentes niveles de mercurio observados en la especies. Organismo en posiciones inferiores en la cadena alimentaria tienen un crecimiento más rápido que los organismos que se ubican en posiciones superiores. (Veiga & Meech; 1994).

CONCLUSIONES

Primera:

Existe diferencia significativa de concentraciones de mercurio acumulados en el tejido muscular de las especies evaluadas (bonito, caballa, jurel, lisa, perico)

Segunda:

El tejido muscular de perico contiene Hg 0,5356 (mg/kg peso fresco) lo que supera el límite máximo recomendado por la OMS (0,5 mg/kg de Hg).

Tercera:

El tejido muscular del bonito contiene Hg 0,3999 (mg/kg peso fresco); caballa, 0,3365 (mg/kg peso fresco); jurel, 0,1566 (mg/kg peso fresco); y lisa, 0,0328 (mg/kg peso fresco) medidas que fueron inferiores al límite máximo recomendado por la OMS (0,5 mg/kg de Hg).

Cuarta:

No existe diferencia estadísticamente significativa en la concentración de Hg acumulado con respecto al tiempo considerando que se evaluó cada especie de un talla promedio durante seis meses.

RECOMENDACIONES

Primera:

Determinar el contenido de mercurio teniendo como variables peso y talla en la "*Coryphaena hippurus*" (perico) con el fin de poder cuantificar la cantidad recomendada para su consumo en un periodo de tiempo.

Segunda:

Investigar los niveles de mercurio que presentan los productos marinos en conserva a fin de poder determinar si los niveles de mercurio están por debajo de los límites recomendados ya que las conservas son elaboradas a partir de peces de gran tamaño.

Tercera:

Realizar análisis de otros metales pesados en productos marinos frescos para verificar de manera completa el contenido de estos contaminantes en este alimento de gran consumo por la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, C.; LOURENÇO, H.; DIAS, A.; NUÑES, M.; & CASTRO, M.; (2007). *Contaminant metals in black scabbard fish (Aphanopus carbo) caught off Madeira and the Azores*. Food Chemistry, 101, 120-125.
- ALVAREZ, L. & ROJAS, L.; (2009). *Contenido de mercurio total en peces de consumo habitual en los asentamientos indígenas. El Plomo y El Casabe - estado Bolívar*, Universidad Ciencia y Tecnología, uct v.13 n.51.
- BECKVAR, N.; FIELD, J.; SALAZAR, S.; & HOFF, R.; (1996). *Contaminants in Aquatic Habitats at Hazardous Waste Sites: Mercury*. NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 100. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. 74 pp.
- BOCIO, A.; NADAL, M.; DOMINGO, J.; & HUMAN, L.; (2005). *Exposure to metals through the diet in Tarragona, Spain: Temporal trend*. Biological Trace Element Research 10, 193-201
- BODALY, R.; LOUIS, M.; PATERSON, R.; FUDGE, B.; HALL, D.; ROSENBERG & RUDD, J.; (1997). *Bioaccumulation of mercury in*

- the aquatic food chain in newly flooded areas*. Experimental Lakes Area Reservoir Project ELARP 15: 259– 287.
- BOENING, D.; (2000). *Ecological, effect, transport, and fate of mercury: a general review*. Chemosphere 40, 1335-1351.
- BRANCO, V.; VALE, C.; CANÁRIO, J.; & SANTOS, M.; (2007). *Mercury and selenium in blue shark (Prionace glauca, L.; 1758) and swordfish (Xiphias gladius, L.; 1758) from two areas of the Atlantic Ocean*. Environmental Pollution, 150, 373-380.
- BURGER, J.; & GOCHFELD, M.; (2006). *Mercury in fish available in supermarkets in Illinois: Are there regional differences?*. Science of the Total Environment, 367, 1010-1016.
- CADENA & CÁRDENAS, L.; (2004). *Mercurio total en peces elasmobranquios y teleósteos del Golfo de California*. Tesis. Instituto Tecnológico del Mar. Guaymas, Sonora. México
- CHANG, L.; JIANG S.; & SAHAYAM, A.; (2007). *Speciation analysis of mercury and lead in fish samples using liquid chromatography - inductively coupled plasma mass spectrometry*. Journal of Chromatography A.; 1176, 143-148.
- CHICOUREL, E.; SAKUMA A.; ZENEBON, O. & TENUTA, A.; (2001). *Inefficacy of cooking methods on mercury reduction from shark*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 51, 288-292.

CHIRICHIGNO, N.; CORNEJO, M.; (2001). Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Publicación especial Inst. Mar Perú. Callao Perú. p: 174

DAVIS, J.; YEE, D.; COLLINS, J.; SCHWARZBACH, S. & LUOMA S.; (2003). *Potential for Increased Mercury Accumulation in the Estuary Food*. San Francisco Estuary and Watershed Science. 1: 1-36.

DEL CARPIO, L. & VILA, B.; (2010). *El mercado de productos pesqueros en la región metropolitana de Lima*. Proyecto, mejoramiento del acceso a los mercados de productos pesqueros y acuícolas de la amazonía. CFC/FAO/INFOPECA.

DOADRIO, V.; *Ecotoxicología y acción tóxica del mercurio*. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/fulltext/mercurio.pdf>

EFSA, (2004). *Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to mercury and methylmercury in food*. The EFSA Journal, 34, 1-14. <http://www.efsa.eu.int>.

ESPAÑOL, S.; (2001). *Toxicología del mercurio, Actuaciones preventivas en sanidad laboral y ambiental*. Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo.

FALCÓ, G.; LLOBET, J.; BOCIO, A. & DOMINGO, J.; (2006). *Daily intake of arsenic, cadmium, mercury, and lead by consumption of edible*

- marine species*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, 6106-6112.
- FARIAS, L.; FAVARO, D.; MAIHARA, V.; VASCONCELLOS, M.; YUYAMA, L.; AGUIAR, J. & ALENCAR, F.; (2006). *Assessment of daily dietary intake of Hg and some essential elements in diets of children from the Amazon region*. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 270, 217-223.
- FITZGERALD, W.; ENGSTROM, D.; MASON, R. & NATER, E.; (1998). *The case for atmospheric mercury contamination in remote areas*. Environmental Science and Technology. 32: 1-7.
- FITZGERALD, W. & CLARKSON. (1991). *Mercury and monomethylmercury: present and future concerns*. Environmental Health Perspectives. 96: 159-166.
- FUSSENEGGER, D.; SUPPIN, D.; RAHEEM, A. & WIDHALM, K. (2007). *What kind of fish on the table? Omega-3 fatty acids versus mercury contamination*. Journal für Ernährungsmedizin, 9, 6-13.
- GOYER, R. & CLARKSON, T.; (2005). *Efectos tóxicos de los metales*. En Klaassen, C.D. y Watkins III, J.B. (Eds.). Casarett y Doull. Fundamentos de toxicología. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- GROTH, E. (2009). *Mercurio en pescado (en línea)*. NY E.U.A. Consultado 15 Marzo. 2009. Disponible en www.zeromercury.org

- GUTIÉRREZ, E.; LARES, M. & SOSA, O. (2009). *Mercury and arsenic in muscle and liver of the golden cownose ray, *Rhinoptera steindachneri*, Evermann and Jenkins, from the upper Gulf of California, México*. Bull Environ Contam Toxicol. 83:230–234.
- HAVELKOVA, M.; DUSEK, L.; NEMETHOVA, D.; POLESZCZUK, G. & SVOBODOVA, Z. (2008). *Comparison of Mercury Distribution Between Liver and Muscle – A Biomonitoring of Fish from Lightly and Heavily Contaminated Localities*. Sensors. 8: 4095-4109.
- HERREROS, M.; IÑIGO, S.; SÁNCHEZ, E.; ENCINAS, T. & GONZÁLEZ, A. (2008). *Contribution of fish consumption to heavy metals exposure in women of childbearing age from a Mediterranean country (Spain)*. Food and Chemical Toxicology, 40, 1591-1595.
- HURTADO, B. (2010). *Determinación de mercurio total en hígado y musculo de tiburones provenientes de las pesquerías de Sonora y Sinaloa*. MÉXICO. Universidad de Sonora, tesis Maestro en Biociencias, MEXICO. 112 p.
- IMARPE; Instituto del Mar del Perú, <http://www.imarpe.pe>
- JHINGRAN, V. & GOPALAKRISHNAN, V. (1974). *A catalogue of cultivated aquatic organisms*. FAO Fish. Tech. Pap. 130:83 p. Rome: FAO.

- KHANIKI, G.; ALLI, I.; NOWROOZI, E. & NABIZADEH, R. (2005). Mercury contamination in fish and public health aspect: A review. *Pakistan Journal of Nutrition* 4(5): 276-281.
- LACERDA, L.; PARAQUETTI, H.; MARINS, R.; REZENDE, C.; ZALMON, I.; GOMES, M. & FARIAS, V. (2000). *Mercury content in shark species from the south - eastern Brazilian coast*. *Rev. Brasil. Biol.* 60 (4), 571–576.
- LOURIE, B. (2003). *Mercury in the Environment: A Primer*. Edited by William Glenn Pollution Probe. Ontario, Canada. Pp 1-92.
- LUTTER, R. & IRWIN, E. (2002). *Mercury in the Environment: A Volatile Problem*. *Environment*. 44(9): 24-41.
- MAJLUF, P. (2002). *Los Ecosistemas Marinos y Costeros*. Perú.
- MARCANO, V. & ROSE A. (2001). *Evaluación del contenido de mercurio en el pescado expendido en la ciudad de Mérida Venezuela*. *Rev. Ecol, Lat. Am.* 8:15-24
- MARRUGO, J.; BENITEZ, L. & OLIVERO, J. (2008). *Distribution of Mercury in Several Environmental Compartments in an Aquatic Ecosystem Impacted by Gold Mining in Northern Colombia*. *Arch Environ Contam Toxicol* 55:305–316.
- MARTÍ, R.; BOCIO, A.; LLOBET, J. & DOMINGO, J. (2007). *Intake of chemical contaminants through fish and seafood consumption by*

- children of Catalonia, Spain: Health risks.* Food and Chemical Toxicology, 45, 1968-1974.
- MIRA, N. & LANFER, U. (2005). *Avaliação da composição centesimal, aminoácidos e mercúrio contaminante de surimi.* Ciência e Tecnologia de Alimentos, 24, 665-671.
- MONTEIRO, L. & LOPEZ, H. (1990). *Mercury content of swordfish, Xiphias gladius, in relation to length, weight, age, and sex.* Marine Pollution Bulletin, 21, 293-296.
- MOORE, J. (2000). *A Review of Mercury In The Environment (Its Occurrence In Marine Fish).* Office of Environmental Management.
- MORENO, R.; SÁNCHEZ, P.; CÁMARA, F. & AMARO, M. (2010). *Heavy metals levels in Spanish chesses. Influence of manufacturing conditions.* Food Additives and Contaminants: Part B pg., 3, 90-100.
- MORGAN, S.; BERRY, M. & GRAVES, R. (1997). *Effects of commonly used cooking practices on total mercury concentration in fish and their impact on exposureassessments.* Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology 7, 119-134.
- MORGANO, M.; GOMES, P.; MONTOVANI, D.; PERRONE, A. & SANTOS, T. (2005). *Mercury levels in freshwater fishes from piscicultures established in São Paulo State.* Ciência e Tecnologia de Alimentos, 24, 665-671.

- NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-117-SSA1-1994 (1994)
- OLIVERO, J.; JHONSON, B. & ARGUELLO, E. (2002). *Exposure to mercury due to fish consumption in San Jorge river basin. Colombia (South America)*. Sci Total Environ; 289: 41- 47.
- PERELLÓ, G.; MARTÍ, R.; LLOBET, J. & DOMINGO, J. (2008). *Effects of various processes on the concentrations of arsenic, cadmium, mercury and lead in foods*. Journal of Agriculture and Food Chemistry 56: 11262-11269.
- PÉREZ, R. (2008). *Bioacumulacion y biomagnificacion del mercurio en peces de la Cuenca del Iténez (Bolivia)*. Tesis de Magister Of Scientiae en Ciencias Ambientales, Universidad Mayor de San Simón. Pp:1-90
- RAVERA, O. (2001). *Monitoring of the aquatic environment by species accumulator of pollutants: a review*. J. Limnol. 60(1): 63-78.
- REYES, R. (1999). *Las metalotioninas como biomarcadores moleculares de la contaminación por metales pesados en organismos acuáticos*. Interciencia. 24 (6): 366-371.
- RODELLAR, S.; FONTCUBERTA, M.; ARQUES, J.; CALDERON, L.; RIBAS, L. & SERRA, L. (2010). *Mercury and methylmercury intake estimation due to sea food products for the Catalanian population (Spain)*. Food Additives and Contaminants: Part A, 27, 39-45.

- RODRÍGUEZ, K. (2001). *Determinación de niveles de Mercurio, Arsénico, Aluminio, Cadmio, Cromo y Plomo en muestras de agua, pescado y sedimento, colectadas en algunas cuencas hidrográficas en El Salvador*. Trabajo de Graduación. Universidad Salvadoreña "Alberto Masferrer". San Salvador, El Salvador. 13 p, 34-35 p
- RUELAS, J. & PAEZ, F. (2005). *Mercury in fish and shark tissues from two coastal Lagoons in the gulf of California*. Mexico. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 74:294-300.
- SOLANO, S.; TRASIERA, A.; GARCIA, N. (2007). *Pesquería de los Principales Peces Oceánicos afectados por la Pesca Artesanal y Algunos parámetros fisicoquímicos del ambiente marino en el área central del Perú*. Informe Interno. Laboratorio Costero de IMARPE. Chimbote.
- STORELLI, M.; BARONE, G.; PISCITELLI, G. & MARCOTRIGIANO, G. (2007). *Mercury in fish: Concentration vs. fish size and estimates of mercury intake*. Food Additives and Contaminants, 24, 153-157.
- THIEL, I. (2013). Breve Enciclopedia del Ambiente (en línea). Consultado: febrero 2013. Disponible en:
<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/MetalesPes.htm>

- ULLRICH, S.; TANTON, T. & ABDRAHITOVA, S. (2001). *Mercury in the Aquatic Environment: A review of factors affecting methylation*. Critical Rev Environ Sci. Technol. 31: 241-293.
- URIETA, I.; JALÓN, M.; EGUILEOR, I. (1996). *Food surveillance in the Basque Country (Spain) II. Estimation of the dietary intake of organochloride pesticides, heavy metals, arsenic, aflatoxin M1, iron, zinc through the Total Diet Study, 1990/91*. Food Additives and Contaminants. 13 p, 29-52.
- VARGAS, M.; TERÁN, L.; ISLA, M.; GUTIÉRREZ, M. & GALDOS, M. (2000). Intoxicación por mercurio metálico en Cajamarca, Perú.
- VEIGA, M. & MEECH, J. (1994). *Hg.Ex-A system for a rapid bioaccumulation risk assessment of mercury in gold mining operations*. Department of Mining and Mineral Process Engineering, University Of British Columbia.
- VIRTANEN, J.; RISSANEN, T.; VOUTILAINEN, S. & TUOMAINEN, T. (2007). *Mercury as a risk factor for cardiovascular diseases*. Journal of Nutritional Biochemistry. 18: 75-85.
- YARTO, M.; GAVILÁN, A. & CASTRO, J. (2004). *La contaminación de mercurio en México*. Gaceta ecológica. 72:21-34.
- YUSÀ, V.; SUELVE, T.; RUIZ, L.; CERVERA, M.; BENEDITO, V. & PASTOR, A. (2008). *Monitoring programme on cadmium, lead and*

mercury in fish and seafood from Valencia, Spain: levels and estimated weekly intake. Food Additives and Contaminants: Part B, 1: 22-31.

ZHANG, T. & HSU, H. (2010). Photolytic degradation of methylmercury enhanced by binding to natural organic ligands. Nature Geoscience. DOI: 10.1038/NGEO892.

Referencia web.-

<http://mediterraneo.galeon.com/lisas.htm>

<http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Efectos-Toxicologicos-e-Impacto-Ambiental-del-Mercurio>

ANEXOS

Anexo 1

Tallas Mínimas y Porcentaje de Tolerancia Máxima de Juveniles de Recursos Hidrobiológicos

Nombre Común	Nombre Científico	Talla Mínima (cm.)	Tipo Longitud	Tol. Max(%)	Dispositivo Legal
ALMEJA, CONCHA BLANCA	Gari solida	7.5	LONGITUD VALVAR	10	R.M. 209-2001-PE
ANCHOVETA, PELADILLA	Engraulis ringens	12	TOTAL	20	R.M. 209-2001-PE
ANGUILA	Ophichthus remiger	42	TOTAL	20	R.M. N° 486-2008-PRODUCE
BARRILETE, BONITO, RAYADO	Katsuwonus pelamis	47	HORQUILLA	10	R.M. 209-2001-PE
BONITO, CHAUCHILLA, CAUCHA, CERRAJE	Sarda chilienis chilienis	52	TOTAL	10	R.M. 209-2001-PE
CABALLA, VERLE, MACARELA, CABALLERA	Scomber japonicus	32	HORQUILLA	30	R.M. 209-2001-PE
CABINZA	Isacia conceptionis	21	TOTAL	10	R.M. N° 209-2001-PE
CABRILLA	Paralabrax humeralis	32	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
CACHEMA, AYANQUE	Cynoscion analis	27	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
CAMARON DE RIO	Cryphiops caementarius	7	LONGITUD TOTAL		
CAMARON DE RIO	Macrobrachium spp.	7	LONGITUD TOTAL		
CANGREJO MANGLAR	Ucidis occidentalis	6.5	ANCHO DEL CEFALOTORAX		
CANGREJO PELUDO	Cancer setosus	11	ANCHO DEL CEFALOTORAX		
CARACOL COMUN	Stromonita chocolata	6	LONGITUD PERISTOMAL		
CHANQUE, TOLINA	Concholepas concholepas	8	LONGITUD PERISTOMAL		
CHIRI, PALOMETA, PAMPANITO O COMETRAPO	Peprilus medius	23	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
CHORO	Aulacomya ater	6.5	LONGITUD VALVAR		
COCO O SUCO	Paralichthys peruianus	37	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
CONCHA DE ABANICO	Argopecten purpuratus	6.5	ALTURA VALVAR		
CONCHA HUEQUERA	Anadara similis	4.5	LONGITUD VALVAR		
CONCHA NAVAJA	Ensis macha	12	LONGITUD VALVAR		
CONCHA NEGRA	Anadara tuberculosa	4.5	LONGITUD VALVAR		
CONCHA PERLERA	Pteria sterna	7.5	LONGITUD VALVAR		
CONGRIO NEGRO	Cherubimma emmeias	55	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
CORVINA	Cilus gilberti	55	TOTAL	10	R.M. N° 209-2001-PE
DORADO, PERICO	Coryphaena hippurus	70	HORQUILLA	10	R.M. 249-2011-PRODUCE
ERIZO VERDE	Loxechinus albus	7	DIAMETRO DE CAPARAZON		

Nombre Común	Nombre Científico	Talla Mínima (cm.)	Tipo Longitud	Tol. Max(%)	Dispositivo Legal
FALSO VOLADOR	<i>Prionotus stephanophrys</i>	20	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
JUREL, FUREL, CAIREL	<i>Trachurus murphyi</i>	31	TOTAL	30	R.M. 209-2001-PE
LAPA	<i>Fissurella latimarginata</i>	6	LONGITUD VALVAR		R.M. N° 209-2001-PE
LENGUADO	<i>Paralichthys adspersus</i>	50	TOTAL	10	R.M. N° 209-2001-PE
LENGUADO OJON	<i>Hippoglossina macrops</i>	22	TOTAL	10	R.M. N° 209-2001-PE
LISA	<i>Mugil cephalus</i>	37	TOTAL	10	R.M. N° 209-2001-PE
LORNA	<i>Sciaena delciosa</i>	24	TOTAL	10	R.M. N° 209-2001-PE
MACHA	<i>Mesodesma donacium</i>	7	LONGITUD VALVAR		R.M. N° 209-2001-PE
MACHETE	<i>Ethmidium meclatum</i>	25	TOTAL	10	R.M. 209-2001-PE
MARUCHA, PALABRITAS	<i>Donax sp.</i>	1.2	LONGITUD VALVAR		R.M. N° 298-2006-PRODUCE
MERLIN AZUL	<i>Makaira mazara</i>	130 *	TOTAL	10	R.M. N° 209-2001-PE
MERLUZA	<i>Merluccius gayi peruanus</i>	35	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
NAVAJA, CHAVETA, NAVAJU ELA	<i>Tagelus dombeiji</i>	7	LONGITUD VALVAR		R.M. N° 193-2011-PRODUCE
PAMPANO	<i>Trachinotus patiensis</i>	41	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
PEJERREY	<i>Odontesthes regia regia</i>	14	TOTAL	10	R.M. N° 232-2003-PRODUCE
PERELA, CORVINA DORADA	<i>Microponias altipinnis</i>	35	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
PEZ ESPADA, ESPADA	<i>Xiphias gladius</i>	150	TOTAL	10	R.M. 209-2001-PE
PULPO	<i>Octopus minus</i>	1	PESO TOTAL		R.M. N° 209-2001-PE
ROBALO, GRANDAZO	<i>Sciaena starksii</i>	60	TOTAL	10	R.M. N° 209-2001-PE
SAMASA, ANCHOVETA BLANCA	<i>Anchoa nasus</i>	9.5	TOTAL	20	R.M. 262-2011-PRODUCE
SARDINA	<i>Sardinops sagax sagax</i>	26	TOTAL	10	R.M. 209-2001-PE
TOLLO	<i>Mustelus whitneyi</i>	60	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
TOLLO BLANCO	<i>Mustelus mento</i>	60	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE
TOLLO PINTADO	<i>Triakis maculata</i>	60	TOTAL	20	R.M. N° 209-2001-PE

Fecha: 15/07/2013
Hora: 12:16:31

Anexo 2

**TABLA DE MUESTREO
NTP ISO 2859-1**

Tabla I - Letras código del tamaño de muestra (ver 10.1 y 10.2)

Tamaño del lote o batch	Niveles de inspección especiales				Niveles de inspección general		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
→ 151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 a 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 a 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 a 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 y más	D	E	H	K	N	Q	R

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP-15

Tabla II-A - Planes de muestreo simple para inspección normal (Tabla general) (ver 10.3 y 10.4)

Letra código del tamaño de muestra	Tamaño de muestra	Nivel de calidad aceptable (Inspección normal)																									
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
O	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
R	2 000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

- ↓ = Utilizar el primer plan de muestreo situado debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o mayor que el tamaño del lote, realizar una inspección al 100%.
- ↑ = Utilizar el primer plan de muestreo situado arriba de la flecha.
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo

Anexo 3

Pág. 1 de 9



DIRECTORIO									
LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADOS									
<p>El Servicio Nacional de Acreditación del INDECOPI, en ejercicio de sus facultades que le confieren el Decreto Legislativo 1030 y el Decreto Legislativo 1033, ha reconocido la competencia técnica de los Laboratorios de Ensayo indicados a continuación, previa evaluación del cumplimiento de los criterios establecidos en el Reglamento General de Acreditación y en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN, acreditándolos mediante Cédula de Notificación, facultándolos a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial y utilizar el Símbolo de Acreditación, en un determinado alcance el cual se encuentra a disposición del usuario en nuestra página Web: http://www.indecopi.gob.pe ingresando al enlace siguiente "Otros Servicios / Acreditación / Laboratorios de Ensayo / Consulta de Métodos de Ensayo Acreditados".</p>									
Nº	Nombre del Laboratorio	Tipo de Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail/Web	Cédula de Notificación	Vigencia	Registro Nº
1	AGQ PERU S.A.C. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Santa Rosa Nro. 511 - La Peña - Callao	710 2700	718 3094	calidad@agq.com.pe	0258.2013/SNA-INDECOPI	2013-07-11 al 2016-07-11	LE - 072
2	ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERU S.R.L. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Calle Los Negocios Nº 420-A, 420-B, 422 - Surquillo - Lima	6524650	221 1278	asagerencia@wayna.rp.net.pe asagerencia@alexstewartperu.com www.alexstewartperu.com	110.2012/SNA-INDECOPI	2012-02-20 al 2016-02-20	LE - 036
3	ARPL TECNOLOGIA INDUSTRIAL S.A. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Carlos Villarín Nº 508, Urb. Santa Catalina - La Victoria	265 7272	266 0237 470 2933	laboratorio@arpl.com	061.2012/SNA-INDECOPI	2012-02-18 al 2016-02-18	LE - 024
4	BHOS LABORATORIOS S.R.L. (Extensión de la vigencia de la acreditación) (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Quifones B-6 (2do. Piso) - Yanahuara - Arequipa	054 273320	054 273320	bhoslab@terra.com.pe	389.2010/SNA-INDECOPI	2010-11-12 al 2013-11-12	LE - 055
5	BUENAVENTURA INGENIEROS S.A. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Natalio Sánchez 220, Edificio Plaza piso 3 Of. 301 - Jesús María	626-6200 433-2842	626-6200 433-2842	consultora@bisa.com.pe	063.2013/SNA-INDECOPI	2013-01-15 al 2017-01-15	LE - 049
6	CESEL S.A. Laboratorio Geotécnico y de Concreto (Ver Alcance Otorgado)	Primera y Tercera Parte	Oficina: Av. José Gálvez Barenchea 616 - San Isidro - Lima Laboratorio: Av. Javier Prado Este Nº 2823 - San Borja - Lima	705-5000	705-5050	laboratorio@cesel.com.pe www.cesel.com.pe	255.2012/SNA-INDECOPI	2012-08-23 al 2015-08-23	LE - 071
7	CENTRO DE CERTIFICACIÓN, INSPECCIÓN Y ENSAYOS DE PRODUCTOS PETROLEROS, GAS NATURAL Y DERIVADOS - CERTIPETRO (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Tupac Amaru 210 - Rimac	381 3845 481 1070 - anexo 286	381 3845	certipetro@lp.uni.edu.pe certipetro@yahoo.es	319.2010/SNA-INDECOPI	2011-09-16 al 2015-09-16	LE - 033

Directorio actualizado al: 2014-01-15

Formato: SNA-ac-05P-25F Ver. 00



N°	Nombre del Laboratorio	Tipo de Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail/ Web	Cédula de Notificación	Vigencia	Registro N°
8	CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DEL CUERO, CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS (CITECCAL) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Caquetá N° 1300 - Rimac	3820115 4825870	3820115 4825870	labiteccal@produce.gob.pe	423.2010/SNA- INDECOPI	2011-02-11 al 2014-02-11	LE - 057
9	CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA VITIVINÍCOLA (CITEVIT) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Panamericana Sur Km. 283.3 - Distrito de Sías Guadalupe - Ica - Ica	056 406224	---	citevit@produce.gob.pe	380.2011/SNA- INDECOPI	2012-01-24 al 2015-01-24	LE - 067
10	CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C - CETOX <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Oficina: Jr. Pisco 192, oficina 102 - Urb. Residencial Higuera - Santiago de Surco Laboratorio: Mz F, Lote 16, Sector 7, Grupo 1 - Villa El Salvador	273 2318	273 2318	servicios@etox.com.pe www.etox.com.pe	214-2011/SNA- INDECOPI	2011-06-17 al 2015-06-17	LE - 044
11	CERTIFOOD S.A.C. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Tejada 536 - Barranco - Lima	242 6298	---	inf@cerfood.com	215.2011/SNA- INDECOPI	2011-06-27 al 2014-06-27	LE - 060
12	CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A - CERPER <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Sede Callao: Av. Santa Rosa N° 601 - La Perla - Callao Sede Chimbote: Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico - Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote Sede Piura: Urb. Angamos Manzana A Lote 2 - Piura	319 9000 420 4145	420 4128	inf@cerper.com www.cerper.com	187.2011/SNA- INDECOPI	2011-06-01 al 2015-06-01	LE - 003
13	CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C. - CERTICAL <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Sucre N° 1381 Pueblo Libre - Lima	461 1036	461 1036	informes@certical.com.pe nvlaverte@certical.com.pe	280.2011/SNA- INDECOPI	2011-08-21 al 2015-08-21	LE - 045
14	CERTIFICADORA Y LABORATORIOS ALAS PERUANAS S.A.C. - CERTILAB <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. La Paz 1588 - San Miguel	(511) 578 45 42 578 49 70 578 49 86 578 50 62	(511) 578 45 42 578 49 70 578 49 86 578 50 62	certilab@entilabperu.com	084.2010/SNA- INDECOPI	2010-03-08 al 2014-03-08	LE - 040

Directorio actualizado al: 2014-01-15

Formato: SNA-acr-05P-25F Ver. 00



N°	Nombre del Laboratorio	Tipo de Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail/ Web	Cédula de Notificación	Vigencia	Registro N°
15	CERTINTEX S.A.C (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Grau 476 Santa Clara - Ale	356 0140	356 2377	lab@certintex.com	293.2010/SNA-INDECOPI	2010-08-26 al 2014-08-26	LE - 041
16	CERTIMIN S.A.** (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Las Vegas 845 - San Juan de Miraflores - Lima	205 5656	205 5656	certimin@certimin.pe	0095-2011/SNA-INDECOPI	2011-05-01 al 2015-05-01	LE - 022
17	COLECBI S.A.C. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Urb. Buenos Aires Mz. A, Lote 7, Tra. Elapa - Nuevo Chimbote	31 0752 Newst: 890, 2893 RPA: 90 29 95	Telefax 310752	cdecob@speedy.com.pe medioambiente_colecbi@speedy.com.pe	0300-2011/SNA-INDECOPI	2011-09-06 al 2015-09-06	LE - 046
18	CONTROL CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE, LABORATORIOS Y CERTIFICACIONES S.A. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Mz. A Lote 1 - Huertos de Villena (Alt. del Km. 32 de la Antigua Panamericana Sur)	(511) 660-2323	---	info@cmaperu.net	0446-2013/SNA-INDECOPI	2013-10-24 al 2016-10-24	LE - 074
19	CORPORACIÓN LABORATORIOS AMBIENTALES DEL PERU S.A.C. - CORPLAB (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Sede Lima: Calle Ruseel 193, Urb. La Calera de la Merced, Surquillo (Alt. Cuadra 40 Av. Aviación) Sede Arequipa: Av. Dolores N°167 – José Luis Busamante y Rivero - Arequipa Sede Lagunas Norte: Minera Barrick Misquiblica - Quivivilca, Santiago de Chuco, La Libertad	204 2000	272 1166	bmartinez@corplab.net servicioalcliente@corplab.net www.corplab.net	011-2010/SNA-INDECOPI	2010-01-19 al 2014-01-19	LE - 029
20	DIRECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Tupac Amaru N° 150 - Rimac	481 3707	481 0677	ALSalazar@mimtc.gob.pe mgamaral@mimtc.gob.pe	354.2011/SNA-INDECOPI	2011-10-14 al 2015-10-14	LE - 032
21	ECOLAB S.R.L. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Calle Beta 135 – Urb. Parque Internacional de la Industria y Comercio - Callao	561 5454 561 5455 561 5456	561 5454	lab@ecolab.com.pe www.ecolab.com.pe	0104.2011/SNA-INDECOPI	2011-03-21 al 2015-03-21	LE - 017
22	ENWIROLAB PERU S.A.C. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. La Marina N° 3059 – San Miguel	616 5400	616 5418	enviroab@enviroabperu.com.pe sslene@enviroabperu.com.pe	294-2010/SNA-INDECOPI	2010-08-29 al 2014-08-29	LE - 011

Formato: SNA-acc-05F-25F Ver. 00 Directorio actualizado al: 2014-01-15

N°	Nombre del Laboratorio	Tipo de Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail/ Web	Cédula de Notificación	Vigencia	Registro N°
23	ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A. EQUAS S.A. (Suspensión Parcial, del 28 de noviembre de 2013 a la fecha) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Oficina: Calle Los Agrónomos Nº 110 Ub. Los Ingenieros- La Molina Laboratorio: Pasaje Belén Norte Km. 28.5 Mz. I Lte 74, Ub. Naranjillo-Pte. Piedra	548 4976 349-4050 349-4111	---	info@equas.com.pe vconductor@equas.com.pe	352.2010/SNA- INDECOPI	2010-10-16 al 2014-10-16	LE - 030
24	ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C. ENVIROTEST S.A.C. (Suspensión parcial voluntaria, del 07 marzo de 2013 a la fecha) (Extensión de la vigencia de la acreditación, hasta el 06 de marzo 2014) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Calle Francisco Masias Nº 2601 - Lince	(511) 422-3146 (511) 442-7673	---	info@envirotest.com.pe www.envirotest.com.pe	422.2010/SNA- INDECOPI	2010-12-06 al 2013-12-06	LE - 056
25	FS CERTIFICACIONES S.A.C. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Jr. Monterrey Nro. 221, Of. 201-202. Urb. Chacaniña del Estanque - Santiago de Surco - Lima	6523394	---	ezubiate@fscertificaciones.com www.fscertificaciones.com	0436.2013/SNA- INDECOPI	2013-10-18 al 2016-10-18	LE - 073
26	GENERAL CONTROL GROUP S.A.C. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Sede Lima: Av. Arenales Nº 480 oficina 201-202 - Jesús María Sede Nuevo Chimbote: Buenos Aires Urb. El Pacifico F2-6, Nuevo Chimbote-Santa	332 4705 811*9580	332 4705	info@gcpsac.com www.gcpsac.com	0322.2013/SNA- INDECOPI	2012-06-28 al 2016-06-28	LE - 037
27	INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Elmer Faucett 444 - Callao	613 8080	628 9016	raquel.guerra@inspectorate.com.pe insperu@inspectorate.com.pe www.inspectorate.com	228.2011/SNA- INDECOPI	2011-06-01 al 2015-06-01	LE - 031
28	INSTITUTO DE LA CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE S.A.C. - ICMA S.A.C. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Oficina: Pasaje Belén Nº 109, Vallecito, Arequipa Laboratorio: Urb. Magisterial B-3 III Etapa, Yanahuara, Arequipa	Oficina: (054) 235568 Laboratorio: (054) 258327 (054) 258620	(054) 258620	icma@icma.pe natalisz@icma.pe	218.2011/SNA- INDECOPI	2011-07-01 al 2014-07-01	LE - 061
29	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN - ITP <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Carretera Ventanilla Km 5200 - Callao	5773130 577 0116	5773130 anexos: 152, 130	laboratorio@itp.gob.pe	102.2012/SNA- INDECOPI	2012-01-16 al 2016-01-16	LE - 013

N°	Nombre del Laboratorio	Tipo de Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail/ Web	Cédula de Notificación	Vigencia	Registro N°
30	INTERNATIONAL ANALYTICAL SERVICES S.A.C. - INASSA <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. La Marina N° 3035 - San Miguel - Lima	616 5200	616 5216	inassas@inassagroup.com.pe www.inassagroup.com.pe	187.2012/SNA-INDECOPI	2012-06-18 al 2016-06-18	LE - 001
31	INTERNATIONAL LABORATORIES S.A.C. - INTERLABS S.A.C. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Mz. C. Lote 1 Cooperativa Vivienda Guadalupe - Los Olivos - Lima	533-1503 971237369 985239545 RPMI *300447	---	interlabs@interlabs.com.pe cesar.aquino@interlabs.com.pe www.interlabs.com.pe	136.2012/SNA-INDECOPI	2012-04-27 al 2015-04-27	LE - 069
32	INTERTEK TESTING SERVICES PERÚ S.A. (Extensión de la vigencia de la acreditación) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Universitaria N°1045 / San Miguel	562 0022	562 0015	intertekpu@intertek.com www.intertek-cb.com/www.intertek.com	248-2009/SNA-INDECOPI	2009-10-01 al 2013-10-01	LE - 016
33	J. RAMÓN DEL PERÚ S.A.C. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Oficina y Mediciones de Campo: Av. Paseo de la República N° 3780 - San Isidro Laboratorio: Av. Los Eucaliptos, Sector Santa Genevieve, Parcelas 3-4, Lurin.	513-3399	---	claudia.arancivivia@ramoncorp.com lcr.molina@ramoncorp.com	057.2010/SNA-INDECOPI	2010-02-06 al 2014-02-06	LE - 028
34	LABECO ANALISIS AMBIENTALES S.R.L. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Victor Alvarado N°348 - Surquillo - Lima	444 8987	---	labeco@labecoperu.com	124.2012/SNA-INDECOPI	2012-04-12 al 2016-04-12	LE - 034
35	LABORATORIO CERTIPEZ E.I.R.L. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Programa de Vivienda Buenos Aires, 2da Etapa Parcelación Semirústica Mz. F. Lote 10A-1 Nuevo Chimbo - Santa - Ancash	043-313923	043-313923	laboratoriocertipez@gmail.com	126.2011/SNA-INDECOPI	2011-04-12 al 2014-04-12	LE - 058
36	LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL - FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE - UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Centenario N° 200 - Independencia - Huaraz - Ancash	043-943032706 RPM: #703722	---	labfcam@hotmali.com	264.2011/SNA-INDECOPI	2011-08-09 al 2014-08-09	LE - 065
37	LABORATORIO LOUIS PASTEUR S.R.LTDA. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Tulumayo N° 766-2do Piso- Cusco	(5184) 234727	(5184)- 234727	lpastec@yaho.com laboratoriolouispasteur@yahoo.es	404.2010/SNA-INDECOPI	2010-11-23 al 2014-11-23	LE - 042
38	LABORATORIO MOTA - ENGIIL PERÚ S.A. - LABMEP <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Nicolás Ayllón N° 2634 - Ate - Lima	414 3665	414 3665	laboratoriomep@mota-engil.pe http://www.mota-engil.pe	569.2013/SNA-INDECOPI	2013-12-30 al 2016-12-30	LE - 076

Directorio actualizado al: 2014-01-15

Formato: SNA-aer-05P-25F Ver: 00

N°	Nombre del Laboratorio	Tipo de Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail/ Web	Cédula de Notificación	Vigencia	Registro N°
39	LABORATORIOS ACUICOLAS S.A. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Jr. Inti Raymi N° 177 – Urb. Buenos Aires – Nuevo Chimbote – Santa – Ancaش	043 317135	043 317135	info@aculabsa.com	318-2011/SNA- INDECOPI	2011-08-16 al 2014-09-16	LE - 066
40	LABORATORIOS ANALITICOS DEL SUR E.I.R.L. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado - Arequipa	054 443294	054 444562	labanalitico-sur@terra.com.pe www.laboratoriosanaliticosdesur.com	216-2013/SNA- INDECOPI	2013-06-06 al 2017-06-06	LE - 050
41	LABORATORIOS ANALITICOS J Y R S.A.C (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Conquistadores 850 3° Piso - San Isidro	221 9161	422 5324 Anexo 24	laboratoriosanaliticosjy@yahoo.es	169-2011/SNA- INDECOPI	2011-05-23 al 2015-05-23	LE - 043
42	LABORATORIOS MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO – LABORATORIOS MSI (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Calle Paul Harris 205 - San Isidro - Lima	513 9000 Anexo 4005	513 9000 Anexo 4003	labsmsi@municipisidro.gob.pe http://www.msilab.gob.pe	258-2011/SNA- INDECOPI	2011-08-22 al 2014-08-22	LE - 063
43	LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. La Molina (Ex. Av. Universidad) N° 595 – La Molina	349 2507 349 5640 349 1066 349 2191	349 5794	callto@infonegocio.net.pe	085-2010/SNA- INDECOPI	2010-02-02 al 2014-02-02	LE - 010
44	MARINE CONSULTANTS S.A.C. - MARCONSULT S.A.C. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Santa Rosa Nro. 797, La Perla - Callao	611-2200	611-2222	diviabi@marconsultperu.com cgonzales@marconsultperu.com	0555-2013/SNA- INDECOPI	2013-12-27 al 2016-12-27	LE - 075
45	MINERALS OF LABORATORIES S.R.LTDA. – MINLAB S.R.L (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Jirón España N° 931 – La Perla - Callao	4575173	4575815	serviciocliente@minlab.com.pe www.minlab.com.pe	107-2012/SNA- INDECOPI	2012-02-12 al 2016-02-12	LE - 035
46	MQL S.A.C. *** MANAGEMENT OF QUALITY ASSURANCE AND SERVICES LABORATORIES MQL S.A.C. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Jr. Enrique Palladelli 346, Comas	651 3656 657 6638 99358265 51-648-983 (Nextel)	---	laboratorio@mql.com.pe mjame@mql.com.pe	404-2011/SNA- INDECOPI	2011-12-12 al 2014-12-12	LE - 068

N°	Nombre del Laboratorio	Tipo de Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail/ Web	Cédula de Notificación	Vigencia	Registro N°
47	NKAP S.R.L. (Extensión de la vigencia de la acreditación) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Sede Cajamarca: Libre Para Calle F – 16 Uth. Pro Vivienda Campo Real - Cajamarca - Cajamarca Sede Trujillo: Calle Flor de la Canela N° 700, Urbanización Palmeras del Golf - Trujillo.	Sede Trujillo: 044 280426 Sede Cajamarca: 076-362873	---	info@nkap.com.pe natalisacco@nkap.com.pe www.nkap.com.pe	003-2010/SNA- INDECOPI	2009-12-07 al 2013-12-07	LE - 026
48	PETROLÉOS DEL PERÚ - PETROPERÚ S.A. (Gerencia de Operaciones Conchán) (Extensión de la vigencia de la acreditación) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Primera y Tercera Parte	Antigua Panamericana Sur Km. 26.5 - Lurin - Lima	625-000 Anexo 64340 / 64343 / 64344	625-4277	jsanchez@petroperu.com.pe ramirez@petroperu.com.pe	333.2010/SNA- INDECOPI	2010-09-28 al 2013-09-28	LE - 054
49	PETROLÉOS DEL PERÚ - PETROPERÚ S.A. (Gerencia de Operaciones Talara) (Suspensión parcial voluntaria, del 09 de septiembre de 2013 a la fecha) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Primera Parte	Calle N° 400 - Portón N° 06 - Talara - Piura	073-284200 073-284221 073-284265		gquiroz@petroperu.com.pe	321.2009/SNA- INDECOPI	2009-12-15 al 2013-12-15	LE - 039
50	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ - PUCP (Laboratorio de Estructuras Artísticas) Laboratorio de Materiales. Laboratorio de Análisis Químicos. Laboratorio de Electroquímica del Instituto de Corrosión y Protección). <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Universidad N° 1801 - San Miguel, Lima	Central 626-2000 Anexo 2274 Directo: 626- 2267	626 2886	giselle.jo@pucp.edu.pe quality@pucp.edu.pe www.pucp.edu.pe	054-2010-SNA- INDECOPI	2010-09-06 al 2014-09-06	LE - 027
51	PRODUCTOS PARAISO DEL PERÚ S.A.C. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Primera Parte	Av. Argentina Nro 5485 - Camen de la Legua Reynoso, Callao	614-4444	614-4442	mmanrique@paraiso-peru.com	261.2011/SNA- INDECOPI	2011-08-11 al 2014-08-11	LE - 064
52	QUALITY LAB S.A.C. (Extensión de la vigencia de la acreditación) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Cánada N° 1346 - La Victoria - Lima	224-7107	224-7107	laboratorio@qualitylabperu.com	272.2010/SNA- INDECOPI	2010-08-13 al 2013-08-13	LE - 053
53	REFINERÍA LA PAMPILLA S.A.A. - REPSOL <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Primera Parte	Cerretara a Ventanilla Km 25 SN - Callao	517-2022 Anexo 2466	517-2021	pramosme@repsol.com	231.2011/SNA- INDECOPI	2011-07-14 al 2014-07-14	LE - 062



N°	Nombre del Laboratorio	Tipo de Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail/ Web	Cédula de Notificación	Vigencia	Registro N°
54	SERVICIO NACIONAL DE ADIESTRAMIENTO EN TRABAJO INDUSTRIAL-SENATI (Laboratorio del Centro Tecnológico Textil-Confeciones) (Suspensión Total, del 18 de noviembre de 2013 a la fecha) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Alfredo Mendocia N° 3540 - Independencia - Lima	533-8451	533-8451	cto@senati.edu.pe lab.ctc-textil@senati.edu.pe	188.2012/SNA- INDECOPI	2012-06-16 al 2016-06-16	LE- 048
55	SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Naciones Unidas N° 1565 - Chacra Rios Norte - Lima	425-6885 425-7227 425-5564	-----	sagperu@sagperu.com calidad@sagperu.com www.sagperu.com	174.2012/SNA- INDECOPI	2012-06-16 al 2016-06-16	LE- 047
56	SGS DEL PERÚ S.A.C. (Extensión de la vigencia de la acreditación) <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Sede Arequipa: Emesto Gurtínez, Nro. 275, Parque Industrial- Arequipa - Arequipa - Arequipa Sede Cajamarca: Jr. Amalido Márquez 257 - Barrio San Antonio - Cajamarca Sede Cajamarca (Cerro Coronal): La Jirca - Paralelo Coymolache (Parcela U.C. Nro 06045) - Hualgayuco, Hualgayuco - Cajamarca Sede Callao: Av. Elmer Faucett 3348 Urb. Bocanegra - Callao 1 - Lima Sede Chimbote: Jr. Humberto N° 425 - Buenos Aires - Nuevo Chimbote - Chimbote Ancash Sede Pallas: Jr. Jorge Chávez N° 688 - Palla - Piura Sede Pisco: Calle Guillermo Quiñones 365, Mz. A Ute. 2 - Urbanización Buen Día - Pisco	575 1981 517 1900	5 75 4089	pe.servicios@sps.com natalie.nakamura@sps.com www.pe.sps.com	046.2010/SNA- INDECOPI	2009-12-27 al 2013-12-27	LE- 002
57	SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Tercera Parte	Av. Almirante Guisse N° 2580-2586 - Lince - Lima	206-9280, Anexo 14 y 34	206-9280, Anexo 19	satperu@satperu.com	200.2011/SNA- INDECOPI	2011-06-08 al 2015-06-08	LE- 009
58	SOLDEX S.A.* <i>(Ver Alcance Otorgado)</i>	Primera y Tercera Parte	Antigua Panamericana Sur Km. 39.5, Pampas de Huarangal - Lurín - Lima	619-9600 Anexo 2233 / 2231	619-9619	mail@soldexa.com.pe www.soldexa.com.pe	0403.2013/SNA- INDECOPI	2013-09-27 al 2017-09-27	LE- 052

Directorio actualizado al: 2014-01-15

Formato: SNA-acr-05P-25F Ver. 00



N°	Nombre del Laboratorio	Tipo de Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail/ Web	Cédula de Notificación	Vigencia	Registro N°
59	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Urb. San José s/n Umacollo (Campus Universitario Pabellón H-204, H-205) - Arequipa - Arequipa - Arequipa	054-251210 Anexo 1166	054-251213	laboratoriocensajouscm@gmail.com	254.2012/SNA-INDECOPI	2012-08-31 al 2015-08-31	LE - 070
* Anteriormente SOLDEXA S.A.									
** Anteriormente CIMM PERÚ S.A.									
*** Anteriormente MISKI Lab - Agro Industrial Miski S.A.C.									

ANEXO 4

08-16-95 NORMA Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-117-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE CADMIO, ARSENICO, PLOMO, ESTAÑO, COBRE, FIERRO, ZINC Y MERCURIO EN ALIMENTOS, AGUA POTABLE Y AGUA PURIFICADA POR ESPECTROMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

JOSE MELJEM MOCTEZUMA, Director General de Control Sanitario de Bienes y Servicios, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3o. fracción XXII y XXIV, 13 fracción I, 194 fracción I, de la Ley General de Salud; 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracción I, VI, VIII, XI y XIII, 41, 43, y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 13 fracción I del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud; y los aplicables del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 28 de abril de 1994, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios presentó al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, el Anteproyecto de la presente Norma Oficial Mexicana.

Que con fecha 15 de agosto de 1994, en cumplimiento del acuerdo del Comité y lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto que dentro de los siguientes noventa días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.

Que en fecha previa, fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en términos del artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-117-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE CADMIO, ARSENICO, PLOMO, ESTAÑO, COBRE, FIERRO, ZINC Y MERCURIO EN ALIMENTOS, AGUA POTABLE Y AGUA PURIFICADA POR ESPECTROMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma participaron los siguientes organismos e instituciones:

SECRETARIA DE SALUD

Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios

Laboratorio Nacional de Salud Pública

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL

Centro Nacional de Parasitología Animal

Comisión Nacional del Agua

PROCURADURIA FEDERAL DEL CONSUMIDOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

Unidad Iztapalapa
LABORATORIO FERMI, S.A.
LABORATORIO ICCABI, S.A. DE C.V.
INDUSTRIAS VINICOLAS PEDRO DOMEQ, S.A. DE C.V.
SOCIEDAD MEXICANA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION, S.C.
NORMEX

INDICE

0	INTRODUCCION
1	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION
2	FUNDAMENTO
3	DEFINICIONES
4	SIMBOLOS Y ABREVIATURAS
5	REACTIVOS Y MATERIALES
6	APARATOS E INSTRUMENTOS
7	PREPARACION DE LA MUESTRA
8	PROCEDIMIENTO
9	EXPRESION DE RESULTADOS
10	INFORME DE LA PRUEBA
11	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES
12	BIBLIOGRAFIA
13	OBSERVANCIA DE LA NORMA
14	VIGENCIA

0. Introducción

La presencia de ciertos elementos químicos en alimentos, bebidas, agua potable y agua purificada, constituye un serio problema para la salud del hombre debido a su toxicidad.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1. Esta Norma Oficial Mexicana establece los métodos de prueba de espectrometría de absorción atómica para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio presentes en alimentos, bebidas, agua purificada y agua potable.

1.2. Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que requieran efectuar este método en productos nacionales o de importación, para fines oficiales.

2. Fundamento

El método de absorción atómica se basa en hacer pasar un haz de luz monocromática de una frecuencia tal que puede ser absorbido por el analito que se encuentra presente en forma de vapor atómico. La medida de la intensidad luminosa antes y después de su paso por el vapor atómico permite determinar el porcentaje de absorción.

La cantidad de absorción aumenta con la concentración de los átomos en el medio absorbente, es decir, la medida de la absorción aumenta con la concentración del elemento en la muestra, ya sea que esté en su condición original o sujeta a pretratamiento.

3. Definiciones

Para fines de esta Norma se entiende por:

3.1 Blanco de calibración del instrumento, es la solución del ácido usado como diluyente.

3.2 Blanco de reactivos, es la solución que contiene todos los reactivos usados en los mismos volúmenes y concentraciones en el procesamiento de la muestra. Este blanco debe seguir los pasos de digestión y preparación de la muestra.

3.3 Blanco de reactivos fortificado, es la solución que se prepara a partir de una alícuota del blanco de reactivos, añadiendo una alícuota de la solución estándar concentrada "solución madre", para dar una concentración final que produzca una absorbancia aceptable (aproximadamente 0,1) para el analito. El blanco de reactivos fortificado debe seguir el mismo esquema de digestión y preparación de la muestra.

3.4 Espectrometría, es una rama de la espectroscopia relacionada con la medición de espectros.

3.5 Espectrometría de absorción atómica, es una rama del análisis instrumental en el cual un elemento es atomizado en forma tal que permite la observación, selección y medida de su espectro de absorción.

3.5.1 Espectrometría de absorción atómica por flama, es el método por el cual el elemento se determina mediante un espectrómetro de absorción atómica, usado en conjunto con un sistema de nebulización y una fuente de atomización.

La fuente de atomización es un quemador que utiliza diferentes mezclas de gases, las más frecuentes son aire-acetileno y óxido nitroso-acetileno.

3.5.2 Espectrometría de absorción atómica por horno de grafito, es el método mediante el cual el elemento se determina por un espectrómetro de absorción atómica, usado en conjunto con un horno de grafito. El principio es esencialmente el mismo que en absorción atómica de aspiración directa en flama, excepto que se usa un horno en lugar de la flama para atomizar la muestra.

3.5.3 Espectrometría de absorción atómica por generación de hidruros, es un método similar al del vapor frío. Las muestras reaccionan en un dispositivo externo con un agente reductor, generalmente borohidruro. Los productos gaseosos de reacción se llevan a una celda de muestreo que se encuentra en el paso óptico del espectrómetro de absorción atómica, en este caso, los productos de reacción son hidruros volátiles. Estos compuestos moleculares no son capaces de dar una señal de absorción atómica, por lo tanto la celda se calienta para disociar el hidruro gaseoso en átomos libres. Cuando el hidruro gaseoso se disocia en la celda calentada en átomos libres, la absorción atómica crece y cae a medida que se crean los átomos y escapan de la celda de absorción. Se mide el máximo de absorción o altura de pico, como señal analítica. Los elementos que se pueden determinar con esta técnica son: As, Bi, Ge, Pb, Sb, Se, Te y Sn.

3.5.4 Espectrometría de absorción atómica por vapor frío, este método es otra aproximación para mejorar la sensibilidad de la absorción atómica, optimizando la eficiencia de muestreo en el quemador de pre-mezcla, en donde el mercurio se reduce químicamente al estado atómico libre haciendo reaccionar la muestra con un reductor fuerte (cloruro estano o borohidruro de sodio) en un recipiente de reacción cerrado. El mercurio volátil libre se arrastra del matraz de reacción burbujeando aire o nitrógeno a través de la solución. Los átomos del mercurio que se arrastran son transportados a una celda de absorción que se coloca en el paso de luz del espectrómetro de absorción atómica. A medida que los átomos de mercurio pasan por la celda de muestreo, la absorbancia medida se incrementa indicando el aumento de concentración en el paso de luz.

3.6 Espectroscopia, es una área de la física y la química dedicada al estudio de la generación, medición e interpretación de los espectros de energía (electromagnético o partícula) que resulta ya sea de la emisión o absorción de energía radiante o partículas de una sustancia cuando se le bombardea con radiación electromagnética, electrones, neutrones, protones, iones o bien por calentamiento, excitación con un campo eléctrico magnético, usada para investigar estructura nuclear y atómica.

3.7 Método de adiciones estándar, es el que implica la preparación de estándares en la matriz de la muestra, añadiendo cantidades conocidas de un estándar a una o más alícuotas de la muestra y que compensa los efectos de exaltación o depresión de la señal del analito, pero no corrige interferencias aditivas que causan una desviación de la línea de base y en la cual los resultados obtenidos son válidos si:

La curva analítica es lineal.

La forma química del analito es la misma que en la muestra.

El efecto de interferencia es constante en el intervalo de trabajo.

La señal se corrige por interferencia aditiva.

3.8 Muestra de control de calidad, es una muestra externa al laboratorio, que contiene una alícuota de concentración conocida del analito, cuyos valores de absorbancia deben estar comprendidos en el rango lineal del método.

3.9 Muestra fortificada, es la muestra a la cual se le adiciona una alícuota de concentración conocida del analito, diluida en el ácido apropiado de tal forma que la solución resultante tenga una absorbancia de 0,1 aproximadamente.

4. Símbolos y abreviaturas

Cuando en esta Norma se haga referencia a los siguientes símbolos y abreviaturas se entiende por:

As	arsénico
Bi	bismuto
Cd	cadmio
Cu	cobre
Fe	ferro
Ge	germanio
Hg	mercurio
Pb	plomo
Sb	antimonio
Se	selenio
Sn	estaño
Te	teluro
Zn	zinc
µmho	micromho
°C	grados Celsius
%	por ciento
lb	libra
g	gramo
cm	centímetro
kg	kilogramo
mg	miligramo
l	litro
ml	mililitro
µg	microgramo
seg	segundo
rpm	revoluciones por minuto
nm	nanómetro
RA	reactivo analítico
N	normal
M	molar
p	peso

Resultados de concentración de Hg hallados en las evaluaciones durante los 6 meses.

RESULTADOS

ESPECIE	2013											
	FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO	
BONITO	0.3863	0.3940	0.3480	0.3571	0.4321	0.4234	0.4839	0.4889	0.3843	0.3854	0.3624	0.3533
CABALLA	0.2975	0.2944	0.3302	0.3368	0.3282	0.3292	0.3058	0.3089	0.3562	0.3491	0.3990	0.4030
JUREL	0.1656	0.1623	0.1521	0.1551	0.1370	0.1369	0.1468	0.1488	0.1501	0.1505	0.1855	0.1885
LISA	0.0375	0.0360	0.0344	0.0337	0.0299	0.0305	0.0269	0.0284	0.0279	0.0279	0.0385	0.0425
PERICO	0.5311	0.5339	0.6151	0.6171	0.5492	0.5382	0.5123	0.5195	0.4987	0.5002	0.5007	0.5107

Promedio mensual

ESPECIE	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
BONITO	0.3901	0.3526	0.4278	0.4864	0.3849	0.3578
CABALLA	0.2960	0.3335	0.3287	0.3073	0.3527	0.4010
JUREL	0.1640	0.1536	0.1370	0.1478	0.1503	0.1870
LISA	0.0367	0.0340	0.0302	0.0277	0.0279	0.0405
PERICO	0.5325	0.6161	0.5437	0.5159	0.4995	0.5057

ANEXO 5

InfoStat es un software estadístico desarrollado por el *Grupo InfoStat*, un equipo de trabajo conformado por profesionales de la Estadística Aplicada con sede en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba.

	Hg (mg/kg peso fresco)				
	CABALLA	BONITO	JUREL	LISA	PERICO
FEBRERO	0.2975	0.3863	0.1656	0.0375	0.5311
FEBRERO	0.2944	0.3940	0.1623	0.0360	0.5339
MARZO	0.3302	0.3480	0.1521	0.0344	0.6151
MARZO	0.3368	0.3571	0.1551	0.0337	0.6171
ABRIL	0.3282	0.4321	0.1370	0.0299	0.5492
ABRIL	0.3292	0.4234	0.1369	0.0305	0.5382
MAYO	0.3058	0.4839	0.1468	0.0269	0.5123
MAYO	0.3089	0.4889	0.1488	0.0284	0.5195
JUNIO	0.3562	0.3843	0.1501	0.0279	0.4987
JUNIO	0.3491	0.3854	0.1505	0.0279	0.5002
JULIO	0.3990	0.3624	0.1855	0.0385	0.5007
JULIO	0.4030	0.3533	0.1885	0.0425	0.5107

Análisis de varianza para cada especie

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	ESPECIE	FECHA	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Hg	BONITO	abril	2	0.4278	0.0062	0.4278	58.8951	0.0008
Hg	BONITO	febrero	2	0.3902	0.0054	0.3902		
Hg	BONITO	julio	2	0.3579	0.0064	0.3579		
Hg	BONITO	junio	2	0.3849	0.0008	0.3849		
Hg	BONITO	MARZO	2	0.3526	0.0064	0.3526		
Hg	BONITO	mayo	2	0.4864	0.0035	0.4864		
Hg	CABALLA	abril	2	0.3287	0.0007	0.3287		
Hg	CABALLA	febrero	2	0.2960	0.0022	0.2960		
Hg	CABALLA	julio	2	0.4010	0.0028	0.4010		
Hg	CABALLA	junio	2	0.3527	0.0050	0.3527		
Hg	CABALLA	MARZO	2	0.3335	0.0047	0.3335		
Hg	CABALLA	mayo	2	0.3074	0.0022	0.3074		
Hg	JUREL	abril	2	0.1370	0.0001	0.1370		
Hg	JUREL	febrero	2	0.1640	0.0023	0.1640		
Hg	JUREL	julio	2	0.1870	0.0021	0.1870		
Hg	JUREL	junio	2	0.1503	0.0003	0.1503		
Hg	JUREL	MARZO	2	0.1536	0.0021	0.1536		
Hg	JUREL	mayo	2	0.1478	0.0014	0.1478		
Hg	LISA	abril	2	0.0302	0.0004	0.0302		
Hg	LISA	febrero	2	0.0368	0.0011	0.0368		
Hg	LISA	julio	2	0.0405	0.0028	0.0405		
Hg	LISA	junio	2	0.0279	0.0000	0.0279		
Hg	LISA	MARZO	2	0.0341	0.0005	0.0341		
Hg	LISA	mayo	2	0.0277	0.0011	0.0277		
Hg	PERICO	abril	2	0.5437	0.0078	0.5437		
Hg	PERICO	febrero	2	0.5325	0.0020	0.5325		
Hg	PERICO	julio	2	0.5057	0.0071	0.5057		
Hg	PERICO	junio	2	0.4995	0.0011	0.4995		
Hg	PERICO	MARZO	2	0.6161	0.0014	0.6161		
Hg	PERICO	mayo	2	0.5159	0.0051	0.5159		

Prueba de Kruskal Wallis

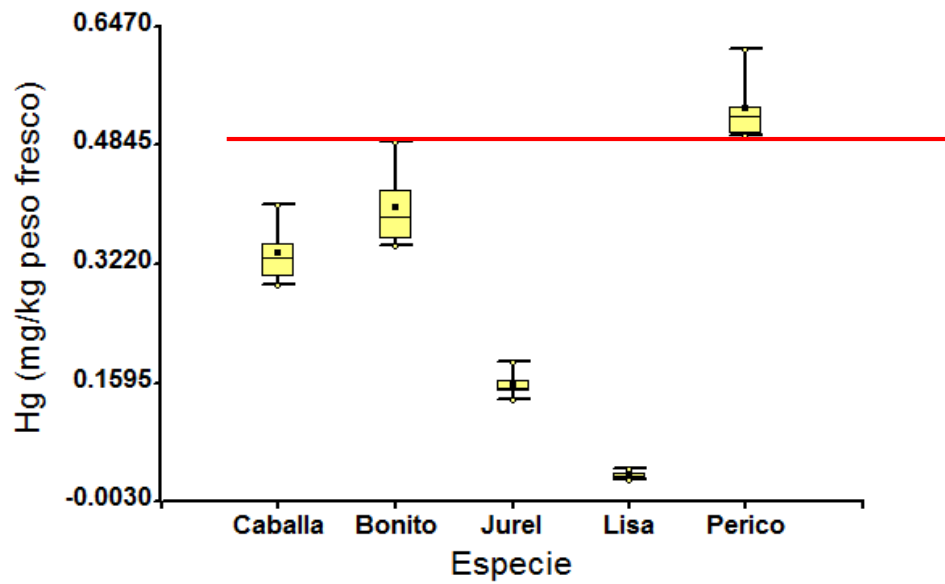
Variable	Especie	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Hg	BONITO	12	0.3999	0.0480	0.3859	55.3579	<0.0001
Hg	CABALLA	12	0.3365	0.0357	0.3297		
Hg	JUREL	12	0.1566	0.0165	0.1513		
Hg	LISA	12	0.0328	0.0050	0.0321		
Hg	PERICO	12	0.5356	0.0409	0.5253		

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	60	0.9689	0.9666	11.4018

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.9014	4	0.4753	427.9858	<0.0001
Especie	1.9014	4	0.4753	427.9858	<0.0001
Error	0.0611	55	0.0011		
Total	1.9624	59			



Análisis de varianza para cada especie

Bonito

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	12	0.0000	0.0000	12.0019

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.0000	0	0.0000	0.0000	>0.9999
Bonito	0.0000	0	0.0000	sd	sd
Error	0.0253	11	0.0023		
Total	0.0253	11			

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	ESPECIE	Evaluación	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Hg	BONITO	abril	2	0.4278	0.0062	0.4278	10.5385	0.0613
Hg	BONITO	febrero	2	0.3902	0.0054	0.3902		
Hg	BONITO	julio	2	0.3579	0.0064	0.3579		
Hg	BONITO	junio	2	0.3849	0.0008	0.3849		
Hg	BONITO	MARZO	2	0.3526	0.0064	0.3526		
Hg	BONITO	mayo	2	0.4864	0.0035	0.4864		

Caballa

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	12	0.0000	0.0000	10.6143

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.0000	0	0.0000	0.0000	>0.9999
Caballa	0.0000	0	0.0000	sd	sd
Error	0.0140	11	0.0013		
Total	0.0140	11			

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	ESPECIE	Evaluación	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Hg	CABALLA	abril	2	0.3287	0.0007	0.3287	10.7692	0.0562
Hg	CABALLA	febrero	2	0.2960	0.0022	0.2960		
Hg	CABALLA	julio	2	0.4010	0.0028	0.4010		
Hg	CABALLA	junio	2	0.3527	0.0050	0.3527		
Hg	CABALLA	MARZO	2	0.3335	0.0047	0.3335		
Hg	CABALLA	mayo	2	0.3074	0.0022	0.3074		

Jurel

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	12	0.0000	0.0000	10.5411

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.0000	0	0.0000	0.0000	>0.9999
Jurel	0.0000	0	0.0000	sd	sd
Error	0.0030	11	0.0003		
Total	0.0030	11			

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	ESPECIE	Evaluación	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Hg	JUREL	abril	2	0.1370	0.0001	0.1370	10.7692	0.0562
Hg	JUREL	febrero	2	0.1640	0.0023	0.1640		
Hg	JUREL	julio	2	0.1870	0.0021	0.1870		
Hg	JUREL	junio	2	0.1503	0.0003	0.1503		
Hg	JUREL	MARZO	2	0.1536	0.0021	0.1536		
Hg	JUREL	mayo	2	0.1478	0.0014	0.1478		

Lisa

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	12	0.0000	0.0000	15.3115

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.0000	0	0.0000	0.0000	>0.9999
Lisa	0.0000	0	0.0000	sd	sd
Error	0.0003	11	2.5E-05		
Total	0.0003	11			

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	ESPECIE	Evaluación	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Hg	LISA	abril	2	0.0302	0.0004	0.0302	10.4615	0.0623
Hg	LISA	febrero	2	0.0368	0.0011	0.0368		
Hg	LISA	julio	2	0.0405	0.0028	0.0405		
Hg	LISA	junio	2	0.0279	0.0000	0.0279		
Hg	LISA	MARZO	2	0.0341	0.0005	0.0341		
Hg	LISA	mayo	2	0.0277	0.0011	0.0277		

Perico

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hg	12	0.0000	0.0000	7.6434

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.0000	0	0.0000	0.0000	>0.9999
Perico	0.0000	0	0.0000	sd	sd
Error	0.0184	11	0.0017		
Total	0.0184	11			

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	ESPECIE	Evaluación	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Hg	PERICO	abril	2	0.5437	0.0078	0.5437	10.7692	0.0562
Hg	PERICO	febrero	2	0.5325	0.0020	0.5325		
Hg	PERICO	julio	2	0.5057	0.0071	0.5057		
Hg	PERICO	junio	2	0.4995	0.0011	0.4995		
Hg	PERICO	MARZO	2	0.6161	0.0014	0.6161		
Hg	PERICO	mayo	2	0.5159	0.0051	0.5159		