

# Determinación de Metales Pesados en Mariscos Comercializados en el Puerto de Huacho, 2015

## *Determination of heavy metals in seafood marked in the port of Huacho, 2015*

Franklin Alexis Tejada Pacus<sup>1</sup>, Analí Melissa Fernández Jaimes<sup>2</sup>,  
Cecilia Maura Mejía Domínguez<sup>3</sup>

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar metales pesados en mariscos comercializados en el Puerto de Huacho y así mismo estimar el riesgo de exposición por consumo. **Métodos:** Se estableció el consumo semanal de *Stramonita chocolata*, *Aulacomya ater*, *Fissurella limbata* y *Platyxanthus orbigny*, a través de la aplicación de una encuesta a 100 individuos residentes en el distrito, con lo cual se calculó el riesgo de exposición al plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd) y mercurio (Hg); se registró la procedencia de las muestras, se inspeccionaron, codificaron y transportaron en bolsas dentro de coolers con hielo, se acondicionaron y se extrajo la pulpa que luego fue congelada durante 12 horas. Se analizó en los laboratorios de Certificadora del Perú (CERPER) según la NOM-117-SSA1-1994. **Resultado:** Las concentraciones de Hg halladas en *A. ater*, *S. chocolata*, *F. limbata* y *P. orbigny* fueron menores de 0,5 mg/Kg; el As en todas las especies, fue menor al límite máximo permisible de 5,0 mg/Kg; en todas las muestras el Pb se mantuvo por debajo de 1,5 mg/Kg (para *A. ater*, *S. chocolata*, *F. limbata*) y 0,5 mg/Kg (*P. orbigny*). El Cd superó el límite máximo permisible de 1.0 mg/Kg en *A. ater*, *S. chocolata*, *F. limbata*, mientras que en el *P. orbigny* se mantuvo debajo del límite (0,5 mg/Kg). **Conclusión:** Tras el análisis con estadístico se determinó que el Cd es el metal pesado más abundante, de mayor porcentaje de consumo y que representa un riesgo de toxicidad por la ingesta de *S. chocolata* de 0.030 a 0.060 Kg /Semana.

**Palabras Claves:** Ingesta semanal tolerable provisional (ISTP), metales pesados, mariscos, límite máximo permisible (LMP).

### ABSTRACT

**Objective:** Determine the heavy metals in seafood commercialized in the Port of Huacho and also to estimate the risk of exposure by consumption. **Method:** Weekly consumption of *Stramonite chocolata*, *Aulacomya ater*, *Fissurella limbata* and *Platyxanthus orbigny* was established by the application of a survey of 100 residents in the district, which calculated the risk of exposure to lead (Pb), arsenic (As) cadmium (Cd) and Mercury (Hg); Samples were processed, inspected, coded and transported in bags inside ice chillers, conditioned and the pulp removed and then frozen for 12 hours. It was analyzed in the Peru certification laboratories (CERPER) according to NOM-117-SSA1-1994. **Results.** The concentrations of Hg found in *A. ater*, *S. chocolata*, *F. limbata* and *P. orbigny* were less than 0.5 mg / kg; As in all species, the maximum allowed minimum of 5.0 mg / kg; All Pb samples were kept below 1.5 mg / kg (for *A. ater*, *S. chocolata*, *F. limbata*) and 0.5 mg / kg (*P. orbigny*). The Cd exceeded the maximum permissible limit of 1.0 mg / kg in *A. ater*, *S. chocolata*, *F. limbata*, while in *P. orbigny* it remained below the limit (0.5 mg / kg). **Conclusions:** After the statistical analysis, it was determined that Cd is the most abundant heavy metal, the highest percentage of consumption and represents a risk of toxicity by ingestion of *S. chocolata* from 0.030 to 0.060 kg / week.

**Keywords:** Provisional tolerable weekly intake (ISTP), heavy metals, shellfish, maximum permissible limit (LMP).

<sup>1</sup> Sodexo Perú S.A.C. Supe Puerto. Email. atp2402@gmail.com

<sup>2</sup> Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social

<sup>3</sup> Laboratorio de Toxicología. Facultad de Bromatología y Nutrición. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Recibido:06/12/16 Aprobado:12/12/16

## INTRODUCCIÓN

En 1995 una evaluación de la contaminación marina en áreas seleccionadas de la costa peruana catalogó zonas marino-costeras de grave o moderado impacto ambiental por el deterioro de la calidad de las aguas y presencia de sedimentos contaminados con metales pesados en trazas, entre ellas se mantienen las bahías del Callao, El Ferrol, Carquín, Huacho y Chancay. La contaminación proviene de las aguas residuales domésticas, efluentes industriales (alimentaria, textil, curtiembre, minero metalúrgica, etc.), actividad petrolífera, aguas de escorrentía, canales agrícolas y cargas contaminantes que transportan los ríos al mar. (Sánchez, Blas, & Chau, 2010)

Las aguas del río Huaura reciben afluentes de la provincia de Oyón, en donde se realiza extracción minera polimetálica que las contaminan. (Alvites, Segundo, & Legua, 2008)

La calidad del ambiente marino y la contaminación de origen terrestre en las Bahías de Ferrol y Coishco, considerando como parámetro las concentraciones (traza) de metales (Cd, Pb, Cu y Zn) en varias especies, incluyendo el caracol *Stramonita chocolata* y cangrejo (*Platyxanthus orbignyi*), hallándose en *S. chocolata* 2.06 ug/g de Cd, y en *P. orbignyi* 1.91 ug/g de Cd y 0.33 ug/g de Pb. (Sánchez, G.; Enríquez, E.; García, V., 2002)

La evaluación ambiental de la Bahía del Callao, determinó trazas de metal en los músculos de *S. chocolata*: 1.74 ug/g de Cd y 0.14 ug/g de Pb. (Sánchez, G.; Orozco, R.; Guzmán, M., 2008)

Un estudio sobre la Calidad ambiental en el área marino costera de Huarmey, considerando el contenido metálico en moluscos bentónicos marinos (parte muscular) mostró en el *Semimytilus algosus* (*Chorito*) 2,12 ug/g de Cd que supera el límite de consumo establecido. (Jacinto, Cabello, & Orozco, 2008)

Gil, Torres, Harvey, & Esteves, 2006 **estudiaron los metales** pesados en organismos marinos de la zona costera de la Patagonia Argentina Continental, encontrando en mejillones: 1.12 a 3,89 ug/g de Cd (peso seco); 2.18 a 8.07 de Pb; en cholgas: 2.36 a 6.74 ug/g de Cd (peso seco), 1.64 a 6.85 de Pb y en cangrejos: 10.0 a 13.2 ug/g de Pb (peso seco), no encontraron cadmio en esta última especie, tampoco se halló Hg en ninguna de las analizadas. Las concentraciones de plomo (Pb) fueron relacionadas con una antigua actividad minera. Las observaciones realizadas sobre el Cd, sugieren sin embargo una posible exposición crónica a concentraciones naturales del mismo.

Un estudio de identificación de las variables que intervienen en la acumulación de cadmio en los moluscos filtradores determinó 0,3 µg/g de Cd en *Mytilus chilensis* (*chorito*) durante un ciclo anual en Chile. (Vidal & Reyes, 2009)

Conocida la relación entre metales pesado y el desarrollo de neuropatologías, nefropatías y

carcinogénesis y considerando que los ambientes marinos cercanos están cada vez más contaminados, se considera necesario realizar un estudio enfocado en la ingesta de productos marinos diferentes a los pescados, tales como los mariscos que acumulan metales como el arsénico, cadmio, mercurio y plomo; para el caso de los comercializados en el Puerto de Huacho, las zonas de su captura son cercanas a la desembocadura del Río Huaura que moviliza desechos procedentes de la actividad minera.

Los objetivos de la investigación fueron determinar la presencia, concentración y riesgo de exposición por metales pesados (Pb, Hg, Cd y As), en choro, lapa, caracoles y cangrejos que se comercializan en el Puerto de Huacho teniendo en cuenta si superan los límites máximos permisibles.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Población y muestra:** Se efectuó un muestreo al azar simple buscando reunir 800g de pulpa comestible 4 especies de mayor consumo, siendo 5 muestras de caracol (18 unidades cada uno), 5 muestras de lapa (18 unidades cada uno), 5 muestras de choro (18 unidades cada uno) y 5 muestras de cangrejo violáceo (12 unidades cada uno).

**Técnicas e instrumentos de recolección:** Para la estimación del gramaje y frecuencia semanal de consumo, se aplicó una encuesta en 100 individuos residentes en el distrito de Huacho, considerando las tallas reglamentarias de cada especie (equivalente en gramos) y el tamaño de porción. Para la colección de muestras, se visitó el terminal marítimo de Huacho y se identificó la presencia de las 4 especies de interés y sus procedencias. Las muestras se trasladaron en bolsas dentro de coolers para su posterior habilitación:

*Platyxanthus orbignyi* (Cangrejo violáceo): Se lavó con agua destilada, se eliminó los caparazones y otras partes del exoesqueleto y tracto digestivo. Se extrajo la pulpa carnosa de cada pata, tenaza y otras secciones, colocándose dentro de bolsas plásticas (ziploc). La muestra se sometió a congelamiento por 12 horas.

*Stramonita chocolata* (Caracol marrón), *Fissurella limbata* (Lapa), *Aulacomya ater* (Choro): Se limpió externa e internamente, se lavó con agua destilada para eliminar los restos de arena, se escurrió durante 3 minutos y se retiró la pulpa carnosa, la misma que se colocó dentro de bolsas plásticas (ziploc) y se congelaron durante 12 horas.

Las muestras preparadas se analizaron en los laboratorio de CERPER S.A. conforme al 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, descrito en la Norma Oficial Mexicana, bienes y servicios. NOM-117-ssa1-1994 de la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios de la Secretaría de Salud de México.

### **Técnicas e instrumentos de procesamiento de**

**datos:** Los datos descritos en los informes de ensayo 01 y 02 emitidos por CERPER fueron ingresados al programa IBM SPSS Statistics 22.0 para Windows y procesados mediante la estadística descriptiva, con una incertidumbre del 5% y una confiabilidad del 95%. Para calcular riesgo de toxicidad por metales pesados debido a la ingesta de mariscos se consideraron los datos de la frecuencia de consumo de cada espécimen, el número de unidades promedio que consume, el peso promedio de las unidades según la talla, el peso en Kg del individuo brindados por la encuesta.

### **RESULTADOS**

Las concentraciones de mercurio, arsénico, plomo en mg/Kg de peso fresco obtenidos para las muestras de las especies *A. ater*, *S. chocolata*, *F. limbata* y *P. orbigny* en comparación con el límite máximo permisible (LM), no superan el valor máximo establecido según SANIPES (Hg: 0,5 mg/Kg; As: 0,5 mg/Kg; Pb en moluscos: 1.5 mg/Kg; Pb en crustáceos: 0.5 mg/Kg). Las concentraciones de cadmio en mg/Kg de peso fresco obtenidos para las especies *A. ater*, *S. chocolata*, *F. limbata* superan los límites máximos permisibles establecidos por SANIPES de 1.0 mg/Kg de Peso Fresco; en el caso del *P. orbigny* la concentración de cadmio fue menor al límite de 0,5 mg/Kg de peso fresco durante las 2 fechas de análisis. La concentración de Cd en *F. limbata* en la segunda fecha de análisis también fue menor a su límite de 1.0 mg/Kg.

El Hg, Pb, As y Cd (en mg/Kg de peso corporal/Semana) proveniente del consumo de mariscos comercializados en el Puerto de Huacho, comparados con la Ingesta Semanal tolerable Provisional (ISTP) indican que no superan los valores máximos permisibles establecidos por el CODEX STAN 193-1995, sin embargo cabe indicar que en el caracol la ISTP es de 0.007 y la ingesta semanal determinada por la encuesta es de 0.002 mg/Kg de peso corporal/Semana.

El Porcentaje y consumo de metales pesados (Hg, Cd, As, Pb) calculado a partir de las concentraciones en los reportes de análisis (mg/Kg) y el consumo estimado del producto (Kg/Semana); se indica que el 68.1% de los metales ingeridos a través del consumo de cangrejo corresponde al Cadmio considerando un consumo de cangrejo estimado de 0.037 a 0.074Kg/Semana; 78.02% de los metales ingeridos a través del consumo de la lapa corresponde al Cadmio considerando un consumo de lapa estimado de 0.055 a 0.110 Kg/Semana; el 65.04 % de los metales ingeridos a través del consumo de choro corresponde al cadmio considerando un consumo de choro estimado de 0.095 a 0.190 Kg/Semana, así mismo los niveles de Hg, As y Pb no representan riesgo ya que son inferiores a los límites máximos permisibles. El Cd

que representa el 98.97% de los metales ingeridos a través del consumo de caracol, considerando un consumo de caracol estimado de 0.030 a 0.060 Kg /Semana, si representa un riesgo ya que es superior a los límites máximos permisibles.

### **DISCUSIONES**

Las áreas geográficas en las cuales se han realizados los diversos estudios acerca de las concentraciones de metales pesados en organismos marinos, en la mayoría de los casos, presentan gran similitud, ya que están conformadas por bahías y desembocaduras de ríos, islas, mar, línea costera; las muestras analizadas para nuestra investigación provienen de áreas correspondientes al mar circundante a islas y línea costera específica entre las playas Herradura y Punta Salinas incluyendo a la Isla Mazorca. Pese a la similitud de las áreas geográficas, las concentraciones de los metales pesados de interés (mercurio, cadmio, arsénico y plomo) difieren entre los reportes de dichos estudios debido a la presencia o ausencia de desembocaduras de ríos en cuyo cause convergen desagües de zonas urbanas e industriales, aportes de relaves provenientes de actividad minera y así mismo del caudal. Por otra parte las corrientes marinas y las zonas en las que habitan los organismos de interés del estudio influyen en la concentración de metales pesados que pueden acumular, ya sea por filtración directa de partículas contenidas en el agua circundante o del consumo de alimentos fijos a sustratos u otras fuentes como también la fisiología mismo de los organismos. Los resultados obtenidos en el estudio, indican que los niveles de metales pesados en las especies evaluadas (*S. chocolata*, *F. limbata*, *A. ater*, *P. orbigny*), se encuentran debajo de los niveles máximos permisibles, salvo el cadmio, el cual supera ampliamente lo establecido por SANIPES para la mayoría de especies, excepto en el *P. orbigny*. Sánchez et al. (2002) determinaron en estaciones entre mar, playa, río Santa y río Lacramarca, 2.06 mg/Kg de cadmio en *S. chocolata*, 1.91 mg/Kg de cadmio y 0.33 mg/Kg de plomo en *P. orbigny*, no se tuvo reporte de otros metales de nuestro interés. De manera similar que en nuestro trabajo los niveles de cadmio son superiores a lo permisible para *S. chocolata*, 11,64 mg /Kg y 10,05 mg/kg en la primera y segunda fecha de análisis respectivamente pero la concentración de plomo continua encontrándose por debajo del límite máximo establecido para *P. orbigny* y *S. chocolata*, menos de 0,0034 en la primera y segunda fecha de análisis, cabe señalar que la toma de muestras para los autores fue realizada por colección propia en áreas que conservan relación geográfica, en nuestro caso, la colección de muestra fue realizada en el centro de comercialización, tomando en cuenta la procedencia de las muestras indicado por el personal que efectuó la extracción y el proveedor.

El río Lacramarca desemboca en la bahía de Chimbote – Ferrol, sus aguas trasladan solo desechos domésticos, por su parte, el río Santa cuyas transporta metales como plomo y cadmio en mayor cantidad, según se ha indicado en reportes de la DIRESA Ancash (2004) los mismos que provienen de la actividad de las 20 mineras ubicadas a lo largo de su cauce, el río santa también recibe escorrentías agrícola y en su desembocaduras, el contenido que transporta representa influencia en el contenido de metales pesados en las aguas de la cercana Bahía de Cosihco; de esta forma se evidencia el elevado contenido de cadmio en las muestras evaluadas en su estudio. Sánchez et al., (2008) a través del muestreo de estaciones entre mar y línea costera de la bahía del Callao (Isla San Lorenzo, Terminal Portuario del Callao, Desembocadura del Río Rímac) determinaron 1.74 mg/Kg de cadmio y 0.14 mg/Kg de plomo en *S. chocolata*. En contraste con nuestra investigación los valores para el cadmio son mucho más bajos que los reportados en nuestros análisis, en ambos casos superan los límites máximos permisibles; el plomo no supera los parámetros al igual que en nuestro estudio en el cual el plomo se encontró por debajo del límite establecido para la especie (1.5 mg/Kg).

Se estima que esta gran diferencia entre los resultados reportados por Sánchez y colaboradores y los obtenidos en nuestra investigación, pese al número de afluentes y cargas industriales, relaves mineros de las 27 mineras (20 activas) que se ubican en su cauce entre las cuales tenemos a Casapalca, Tamboraque, Mollintingo, Pacococha, Colqui, Venturosa, Cocachacra, entre otras que convergen en el Río Rímac que y son superiores numéricamente a los del Río Huaura, están limitados por el volumen de sus aguas según las estaciones. Jacinto M. y colaboradores en 2008 analizaron moluscos bentónicos en la bahía de Huarmey en Ancash, encontrando en el *Semimytilus algosus* una especie muy similar al *Aulacomya ater*, 2.12 mg/Kg de cadmio, como en nuestro caso, superiores a los niveles permisibles para todas las especies, salvo para el *P. orbigny*. En esta área geográfica se estima el aporte de cargas de metales pesados a través del Río Huarmey del cual se sabe que en su cauce se ubican algunos centros mineros y de otras actividades en el Puerto de Huarmey.

En comparación a los resultados obtenidos por Gil y colaboradores en 2006 en la zona costera de la Patagonia argentina (Bahía de San Antonio), donde determinaron 1.12 a 3.89 mg/Kg de cadmio y 2.18 a 8.07 mg/Kg de plomo en *Mytilus edulis* (choro), de 2.36 a 6.74 mg/Kg de cadmio y 1.64 a 6.85 mg/Kg de plomo en *Aulacomya ater* (Cholga), 3.33 mg/Kg de Cadmio y 6.17 mg/Kg de plomo en *Patinigera* sp. (lapa), nuestros valores reportados son similares entre ambos estudios para el cadmio, caso contrario del plomo de lo cual las cuatro especies evaluadas en nuestra investigación poseían niveles muy bajos de plomo, en el caso del estudio de Gil, los valores elevados de plomo se relacionan con contaminación

por actividad minera más intensiva que la realizada en el área geográfica de nuestra investigación. Vidal et. al., en 2009 en Chile, identificaron 0.3 mg/Kg de cadmio en chorito (*Mytilus chilensis*), el valor límite del cadmio en Chile es 1.0 mg/Kg al igual que en nuestro país, las aguas circundantes deben poseer menor carga de cadmio que las aguas cercanas al puerto de Huacho puesto que en nuestro estudio encontramos que su equivalente el *Aulacomya ater* posee mayores niveles de cadmio (1.13 mg/Kg). En relación a las otras investigaciones, encontramos que las concentraciones de metales pesados pueden variar en relación a la especie, hábitad, corrientes marinas y desembocaduras cercanas de ríos que transportes metales pesados de diversas procedencias, estos mismos están condicionados también por el volumen de agua que se moviliza durante todos los meses del año.

Los estudios coinciden en que a mayor contenido de metales pesados en el agua circundante, mayor será la concentración de metales pesados en los organismos marinos bentónicos y de principal consumo. Se estima que si bien el contenido de cadmio, arsénico, plomo y mercurio en las especies puede ser bastante elevado por sobre los límites máximos permisibles para cada metal según especie, el riesgo de toxicidad está condicionado por la cantidad ingerida por el individuo, sin importar la edad, solo la relación con su peso corporal magro.

## CONCLUSIONES

Los mariscos comercializados en el puerto de Huacho presentan metales pesados.

La concentración de mercurio (<0,04 mg/Kg), arsénico (≤0.06 mg/Kg) y plomo (<0.034 mg/Kg) no superan los límites máximos establecidos según SANIPES de Hg: 0.5 mg/Kg y As: 5 mg/Kg para todas las especies; Pb: 1.5 mg/Kg para mejillón, lapa, caracoles y Pb: 0.5 mg/Kg para cangrejo.

En alusión al cadmio, este supera los límites máximos establecidos por SANIPES en mejillones, lapa y caracoles (1.0 mg/Kg), a excepción del cangrejo (0.5 mg/Kg) donde la concentración se encuentra dentro de los límites máximos permisibles con 0.34 y 0.32 mg/Kg durante la primera y segunda fecha de evaluación respectivamente.

Los niveles de cadmio en caracol supera el límite máximo permisible establecido por SANIPES en un 1064% y 965% durante la evaluación 1 y 2 respectivamente, por lo que no es apto para el consumo por considerarse como un riesgo para el consumidor según los criterios de calidad.

Los niveles de cadmio en las muestras de mejillón y lapa durante el análisis 1 y 2 superan el límite máximo permisible según SANIPES de 1 mg/Kg en un 16% y 13% para el mejillón y 2% para la lapa (en análisis 2 no supero el limite), considerándose como riesgo el consumo de mejillón según criterio de calidad y el consumo de lapa según frecuencia y gramaje.

Para que la concentración de cadmio ingerida sea mayor a la ISTP se requiere consumir aproximadamente 0.8 Kg/semana de *Aulacomya ater*, 0.1 Kg/Semana *Stramonita chocolata*, 0.9 Kg/Semana de *Fissurella limbata* y 2.3 Kg/Semana *Platyxanthus orbigny*.

#### AGRADECIMIENTO

A nuestra asesora, M(o). Cecilia Maura Mejia Dominguez por su guía, comprensión, entrega, sus valiosos consejos y aportes académicos, por haber compartido así sus conocimientos gracias a los cuales se inició esta investigación.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvites, V., Segundo, R., & Legua, J. (2008). Evaluación de la contaminación debido a la presencia de metales pesados: arsénico, cadmio, cromo, mercurio y plomo en las aguas del río Huaura y plan de manejo ambiental. Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Gil, M., Torres, A., Harvey, M., & Esteves, L. (2006). Metales pesados en organismos marinos de la zona costera de la Patagonia argentina continental. Revista de biología marina y oceanografía, 41(2), 167-176.
- Jacinto, M., Cabello, R., & Orozco, R. (2008). Calidad ambiental en el área marino costera de Huarney, Perú. Marzo 2002. Revista del Instituto del Mar del Perú, 35(1), 50-51,55.
- Sánchez, G., Blas, N., & Chau, G. (2010). Informe nacional sobre el estado del ambiente marino del Perú. Lima: IMARPE.
- Sánchez, G.; Enríquez, E.; García, V. (2002). Bahías el Ferrol y Coishco, Chimbote, Perú: Evaluación ambiental en abril y julio 2002. Chimbote: Informe del instituto del Mar Peruano.
- Sánchez, G.; Orozco, R.; Guzmán, M. (2008). Bahía del Callao, Perú. Evaluación ambiental en marzo 2002. Lima: Informe del Instituto del Mar del Perú.
- Vidal, G., & Reyes, A. (2009). Identificación de las variables que intervienen en la acumulación de cadmio en los moluscos filtradores. Chile: Universidad Austral de Chile.