



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i1.2480>

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

***Determinación de Metales Pesados (Cadmio y Plomo) en el Calamar Gigante  
(*Dosidicus Gigas*) en la Ciudad de Manta, Ecuador***

***Determination of Heavy Metals (Cadmium and Lead) In the Giant Squid  
(*Dosidicus Gigas*) In the City Manta, Ecuador***

***Determinação de Metais Pesados (Cádmio e Chumbo) na Lula Gigante  
(*Dosidicus Gigas*) na Cidade de Manta, Equador***

Virginia Mercedes Salvatierra-Alfago <sup>I</sup>  
[virginia.salvatierra@pg.uleam.edu.ec](mailto:virginia.salvatierra@pg.uleam.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9268-5980>

**Correspondencia:** [virginia.salvatierra@pg.uleam.edu.ec](mailto:virginia.salvatierra@pg.uleam.edu.ec)

\***Recibido:** 20 de noviembre de 2021 \***Aceptado:** 18 de diciembre de 2021 \* **Publicado:** 06 de enero de 2022

I. Bioquímica en Actividades Pesqueras, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

## Resumen

El mar acumula gran cantidad de contaminantes, entre estos los metales pesados como el plomo (Pb) y el cadmio (Cd) los cuales son absorbidos por las branquias y piel de los animales marinos. La presente investigación busca determinar cuantitativamente los niveles de concentración de los metales pesados como el Pb y Cd en el calamar gigante (*Dosidicus gigas*), especie altamente comercializada en la ciudad de Manta, evaluar si exceden el límite permitido de 1,0 mg/kg normado por la legislación de la Unión Europea de contaminantes químicos en productos alimentarios y de 2,0 mg/kg por el INEN-CODEX 193:2013, además de determinar el grado de absorbancia por granulometría de los metales. La muestra se recolectó en los principales mercados de la ciudad de Manta (Los Esteros, Playita mía y Tarqui) durante cuatro semanas, con un total de veinticuatro muestras, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la Facultad de Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Se realizaron los procesos de secado en estufa, triturado y separación por granulometría, a continuación se realizó la digestión vía seca y filtración de la muestra, para posteriormente ser llevados al laboratorio de la EPAM donde se analizó mediante espectrofotometría de absorción atómica en flama la determinación de Pb y Cd, de los seis tratamientos realizados se obtuvo como resultado concentraciones de Cd de 0,02 a 0,11 en los mercados Los esteros y Playita Mia, respectivamente, para Pb valores de 0,13 a 0,45 mg/Kg en las muestras de los mercados Los Esteros y Tarqui fueron encontrados, respectivamente, se concluye que el calamar tiende acumular Cd y Pb sin exceder el límite normado por el INEN-CODEX 193:2013 y la legislación Europea, la granulometría no tiene efectos significativos en la concentración de los metales analizados.

**Palabras clave:** Contaminación metálica; cadmio (Cd); plomo (Pb); cefalópodos.

## Abstract

The sea accumulates a large amount of contaminants, including heavy metals such as lead (Pb) and cadmium (Cd), which are absorbed by the gills and skin of marine animals. This research seeks to quantitatively determine the concentration levels of heavy metals such as Pb and Cd in giant squid (*Dosidicus gigas*), a species highly commercialized in the city of Manta, to evaluate if they exceed the permitted limit of 1.0 mg/kg regulated by the European Union legislation of chemical contaminants in food products and 2.0 mg/kg by INEN-CODEX 193:2013, in addition to

determining the degree of absorbance by granulometry of metals. The sample was collected in the main markets of the city of Manta (Los Esteros, Playita mía and Tarqui) during four weeks, with a total of twenty-four samples, the samples were analyzed in the laboratory of the Faculty of Agriculture of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. The samples were dried in an oven, crushed and separated by granulometry, followed by dry digestion and filtration, and then taken to the EPAM laboratory where they were analyzed for Pb and Cd using flame atomic absorption spectrophotometry. Of the six treatments carried out, Cd concentrations of 0,02 to 0,11 were obtained in the Los Esteros and Playita Mia markets, respectively. 0,13 to 0,45 mg/kg in the samples from Los Esteros and Tarqui markets were found, respectively. It is concluded that squid tends to accumulate Cd and Pb without exceeding the limit established by INEN-CODEX 193:2013 and European legislation; particle size has no significant effect on the concentration of the metals analyzed.

**Keywords:** Metallic contamination; cadmium (Cd); lead (Pb); cephalopods.

## Resumo

O mar acumula uma grande quantidade de poluentes, incluindo metais pesados como chumbo (Pb) e cádmio (Cd), que são absorvidos pelas brânquias e pele dos animais marinhos. Esta pesquisa busca determinar quantitativamente os níveis de concentração de metais pesados como Pb e Cd na lula gigante (*Dosidicus gigas*), uma espécie altamente comercializada na cidade de Manta, para avaliar se eles ultrapassam o limite permitido de 1,0 mg/kg regulamentado pela legislação da União Europeia sobre poluentes químicos em produtos alimentícios e 2,0 mg/kg pelo INEN-CODEX 193:2013, além de determinar o grau de absorbância por granulometria do metal. A amostra foi coletada nos principais mercados da cidade de Manta (Los Esteros, Playita mía e Tarqui) durante quatro semanas, com um total de vinte e quatro amostras, as amostras foram analisadas no laboratório da Faculdade de Agricultura da Universidade Laica Eloy Alfaro de Manabí. Foram realizados os processos de secagem em estufa, moagem e separação por granulometria, em seguida foi realizada a digestão a seco e filtração da amostra, para posteriormente ser levada ao laboratório da EPAM onde a determinação foi analisada por espectrofotometria de absorção atômica em chama. de Pb e Cd, dos seis tratamentos realizados, foram obtidas concentrações de Cd de 0,02 a 0,11 nos mercados Los esterios e Playita Mia, respectivamente, para valores de Pb de 0,13 a 0,45

mg/Kg Nas amostras dos mercados Los Foram encontrados Esteros e Tarqui, respectivamente, conclui-se que a lula tende a acumular Cd e Pb sem ultrapassar o limite regulamentado pelo INEN-CODEX 193:2013 e legislação europeia, a granulometria não apresenta efeitos significativos na concentração dos metais analisados.

**Palavras-chave:** Contaminação metálica; cádmio (Cd); chumbo (Pb); cefalópodes.

## Introducción

La contaminación por metales pesados como Cadmio (Cd) y el Plomo (Pb) es un problema en los ecosistemas acuáticos, estos metales se encuentran en los desechos sólidos urbanos y en las industrias procesadoras de pescado, la pesca en Manta constituye uno de los motores de la actividad productiva y económica (Lara 2017). La ciudad cuenta con una flota importante de embarcaciones, obteniendo empresas activas en el fragmento industrial pesquero (Ruperti, Zambrano, Fernández, López y Machuca, 2020). Manta se divide en parroquias urbanas y rurales y es en los mercados principales, Playita Mia, Tarqui y Los Esteros en donde se llevó a cabo el muestreo para la presente investigación, la contaminación de la playa de la parroquia Los Esteros, afecta el sector pesquero desde hace algunas décadas atrás (C. González, 2016) (H. González, 2016). Según el informe del Instituto Nacional de Pesca INP (INP, 2020) indica que en Ecuador, las áreas de pesca con mayor concentración de calamar gigante se encuentran dispersas, siendo los principales puertos de desembarque de calamar gigante las provincias de Esmeraldas, Manabí, y Santa Elena. De acuerdo con Urías et al. (2019) el *Dosidicus gigas* es una de las especies de calamar más abundantes y grandes que se encuentran en la zona pelágica del Pacífico oriental, Según investigaciones realizadas por Yu, Chen, y Zhang (2019) el calamar por su alto valor económico sostiene importantes pesquerías frente a Perú, Chile, Ecuador y el Golfo de California con capturas anuales por parte de China mínimas de 17.770 toneladas en 2001 y capturas máximas de 325.000 toneladas en 2014. La presente investigación se enfocó en determinar la presencia de Cd y Pb en el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) ya que estos son absorbidos a través de las branquias o la piel de los organismos marinos (Lozano, Gutiérrez, Hardisson, y G. Lozano, 2016). La absorción de Pb es un riesgo de salud pública; provoca retraso del desarrollo mental e intelectual en los niños y causa enfermedades cardiovasculares en adultos (Marín y García ,2017). El Pb no es necesario para el organismo humano, para ninguna función fisiológica (Rodríguez, Cuellar, Maldonado y Suardiaz,

2016). Al ser ingerido en alimentos y bebidas contaminados ingresa por el sistema digestivo y una parte pasa a la sangre y otras partes del cuerpo (Piedad, et al., 2010). El Cd es relativamente raro en la naturaleza, la exposición al Cd para la mayoría de los seres vivos se da a través de los alimentos y el agua (Marín y García, 2017). Las principales vías de entrada al organismo es la ingestión de alimentos contaminados como pescados, cereales y mariscos (Rodríguez 2017). Acorde a la ley de soberanía alimentaria en Ecuador, es un objetivo estratégico y una obligación garantizar alimentos sanos (Dávalos, 2016). El alimento que contenga algún tóxico para el consumo humano será retirado inmediatamente según La ley No. 544 Ley Orgánica de Defensa del Consumidor, por lo tanto, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-CODEX 193:2013 fijo límite máximo permisible de 2,0 mg/kg para el Cd y no especifica valores para Pb en cefalópodos. La Unión Europea en el REGLAMENTO (CE) No 466/2001 DE LA COMISIÓN de 8 de marzo de 2001 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios fijo las concentraciones máximas permisible de para Cd y Pb en 1,0 mg/kg sin viseras en el producto (Comisión Europea, 2005).

## **Materiales y Métodos**

### **Metodología**

Se usó el diseño trifactorial con 6 tratamientos de acuerdo con mercados, granulometría y semanas de recolección (Tabla 1). Todas las muestras se realizaron por triplicado, para la comparación de medias de los tratamientos se usó la prueba Tukey al 0,05%. La muestras del manto del calamar gigante (*Dosidicus gigas*), fueron recolectas en la provincia de Manabí cantón Manta, en tres mercados principales de la ciudad: Los Esteros, Tarqui y Playita Mía por 4 semanas con un total de 12 muestras, en el mes de febrero del 2021, en el proceso se separó por dos granulometrías, obteniendo 24 muestras las cuales se triplico para obtener una interacción de mercados, granulometrías, semanas con un total de 72 muestras para determinar la concentración de Cd y 72 muestras para determinar la concentración de Pb de la biota del manto del calamar (Tabla 2).

**Tabla 1.** Esquema de factores de estudio  
 Elaborado por: Virginia Salvatierra

<b>Mercados (factor A)</b>	<b>Granulometría (Factor B)</b>	<b>Semanas (Factor C)</b>
<b>Mercado de Tarqui</b>	250 $\mu\text{m}$	4
<b>Mercado de Tarqui</b>	1180 $\mu\text{m}$	4
<b>Mercado Los Esteros</b>	250 $\mu\text{m}$	4
<b>Mercado Los Esteros</b>	1180 $\mu\text{m}$	4
<b>Playita Mia</b>	250 $\mu\text{m}$	4
<b>Playita Mia</b>	1180 $\mu\text{m}$	4
<b>Total</b>		

**Tabla 2.** Esquema de Análisis de la Varianza  
 Elaborado por: Virginia Salvatierra

<b>Fuente de Variación</b>			<b>Grado de libertad</b>
<b>Tratamientos</b>	(t-1)	(6-1)	5
<b>Repeticiones</b>	(r-1)	(12-1)	11
<b>Factor A</b>	FA-1	(3-1)	2
<b>Factor B</b>	FB-1	(2-1)	1
<b>Factor C</b>	FC-1	(4-1)	3
<b>Error experimental</b>	(t-1) (r-1)	(6-1) (12-1)	55
<b>total</b>	(t*r)-1	6 x12-1	71

Para determinar la presencia de metales pesados la investigación se basó en métodos oficiales, la digestión vía seca de la muestra se realizó mediante el método 3030 E. Digestión de ácido nítrico (Baird, Eaton y Rice, 2017), para determinar Cd y Pb se utilizó espectroscopia de absorción atómica con llama (Agilent Technologies 240FS AA, Serie 200 AA, con PSD 120 y GTA 120) se realizó mediante el método de la AOAC Official Method 999.11. Los materiales de vidrios se lavaron con jabón neutro y enjuagados con agua destilada, se dejaron por 12 horas en una solución de HNO<sub>3</sub> al 10% para quitar todo tipo de impurezas y evitar contaminación se colocaron en el esterilizador por 90 minutos.

### **Tratamiento de la muestra**

Las muestras del manto del calamar fueron pesados a 100 gramos en la balanza carga superior, digital, capacidad 4000gr d=0.1, estas fueron colocadas en fundas de polietileno, se procedió a rotular con la fecha y se mantuvo en congelación a -18 °C: hasta la realización del análisis para su

posterior proceso se llevó a la estufa de laboratorio marca ECOCELL/ LSIS-B2V/EC 22 donde se colocaron por 24 horas a 80°C con la finalidad que las 24 muestras puedan ser trituradas con el mortero y separadas las dos granulometrías por medio del tamiz # 60 equivalente a 250 micras (grano fino) y tamiz #16 equivalente a 1180 micras (grano grueso), el proceso de digestión vía seca se realizó mediante el método de 3030 E. (Baird et al., 2017), digestión de HNO<sub>3</sub> el cual consistió en calentar la muestra colocada en un crisol a 200 °C por 30 minutos en la plancha de calentamiento, para posteriormente llevar a mufla a temperatura de 525 °C por 4 horas hasta la aparición de cenizas blancas, se adicionó al crisol 30 ml de HNO<sub>3</sub> para digestion por 2 horas después de lo cual se procede a filtrar en el papel filtro premium EISCO WHATMAN grade 1 de 11cm código CH0390B, la muestra se almaceno en el tubo de ensayo hasta su análisis (Baird et al., 2017).

### Determinación de metales

Mediante el método obtenido de norma técnica ecuatoriana INEN 2682:2013 se realizó la preparación de la curva de calibración para la espectrometría de absorción atómica (INEN 2682, 2013, p.9). Se procedió con la configuración y calibración del equipo para minimizar errores en la lectura a través de los estándares para Cd y Pb de acuerdo con los materiales de referencia de solución acuosa certificados (certificate of analysis CPA-chem) Tabla 3.

**Tabla 3.** Referencia certificados certificate of analysis CPA-chem Plomo y Cadmio  
**Elaborado por:** Virginia Salvatierra

Estándar	Marca	Material de Referencia	Concentración	Matriz	Solución patrón
Cadmio	CPA-chem	Solución acuosa de Cd	1000 mg/l	2% HNO <sub>3</sub>	0,1 ml de nitrato de cadmio en 100 ml de agua bidestilada, posteriormente se toman 5 ml de solución y se afora a 100 ml de agua bidestilada.
Plomo	CPA-chem	Solución Acuosa de Pb	1000 mg/l	2% HNO <sub>3</sub>	0,1 ml de Nitrato de plomo en 100 ml de agua bidestilada, posteriormente se toman 5 ml de solución y se afora a 100 ml de agua bidestilada.

Los parámetros de lectura del espectrofotómetro de absorción atómica en flama Agilent Technologies 240FS AA (Serie 200 AA) con PSD 120 y GTA 120 el cual se encuentra en el Laboratorio de la EPAM se indican en la tabla 4.

**Tabla 4.** Parámetros de lectura del Equipo Agilent Technologies 240FS AA  
**Elaborado por:** Virginia Salvatierra

<b>Estándares de lectura</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Plomo</b>
<b>Corriente de la lámpara</b>	3 mA	12 mA
<b>Longitud de onda</b>	228,8nm	217,0 nm
<b>Ganancia %</b>	24%	25%
<b>Tiempo de lectura</b>	4 s	4 s
<b>Sensibilidad</b>	Alta	Alta
<b>Tipo de gas o llama</b>	Acetileno/aire	Acetileno

## Resultados y Discusión

Niveles de concentración de Cd entre 0,03 mg/kg a 0,11 mg/kg (Tabla 5), y de Pb entre 0,22 mg/kg a 0,42 mg/kg se han encontrado en las muestras analizadas (Tabla 6), el resultado de este estudio muestra que existe presencia de estos tóxicos aun en pequeñas cantidades, las mismas que no exceden el límite máximo permisible por la norma general para los contaminantes y toxinas presentes en los alimentos y piensos INEN 193:2013 de 2,0 mg/kg así como la legislación europea en el REGLAMENTO (CE) No 466/2001 DE LA COMISIÓN de 8 de marzo de 2001 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios de 1,0 mg/kg.

**Tabla 5.** Concentración Cadmio por Mercado.

**Elaborado por:** Virginia Salvatierra

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

<b>MERCADOS</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>Playita Mia</b>	0,11	8	0,01	A
<b>Tarqui</b>	0,04	8	0,01	B
<b>Los Esteros</b>	0,03	8	0,01	B

**Tabla 6.** Concentración Plomo por Mercado.

**Elaborado por:** Virginia Salvatierra

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

MERCADOS	Medias	n	E.E.	
Tarqui	0,42	8	0,02	A
Playita Mia	0,30	8	0,02	B
Los Esteros	0,22	8	0,02	C

Con respecto a la granulometría para analizar la cinética de absorción de los metales se determinó la presencia de Cd en la muestra de grano fino 250  $\mu\text{m}$  obteniendo como resultado 0,05 mg/kg, lo que muestra correlación con el estudio realizado por Sánchez et al. (2014) Al usar un menor tamaño de partícula se obtiene una disminución de la concentración de Cd con respecto al Pb existe una tendencia en el grano grueso de 1180  $\mu\text{m}$  a tener menor concentración del metal de 0,29 mg/kg, de acuerdo a la investigación realizada por Ale, García, Yipmantin, Guzmán, y Maldonado (2015), en su estudio de la cinética de biosorción de Pb si se aumenta el tamaño de partícula se producirá una disminución en la capacidad de adsorción del metal. En las tablas 7 y 8 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 7.** Concentración de cadmio por granulometría.

**Elaborado por:** Virginia Salvatierra

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

GRANULOMETRIA	Medias	n	E.E.	
1180 micras (grano grueso)	0,06	12	0,01	A
250 micras (grano fino)	0,05	12	0,01	A

**Tabla 8.** Concentración de cadmio por granulometría.

**Elaborado por:** Virginia Salvatierra

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

GRANULOMETRIA	Medias	n	E.E.	
250 micras (grano fino)	0,33	12	0,01	A
1180 micras (grano grueso)	0,29	12	0,01	A

Los resultados de la muestra por semana indican la presencia de Cd entre 0,04 mg/kg a 0,09 mg/kg (Tabla 9), y de Pb entre 0,28 mg/kg a 0,33 mg/kg (Tabla 10).

**Tabla 9.** Concentración de Cd por semana.

**Elaborado por:** Virginia Salvatierra

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

SEMANA	Medias	n	E.E.		
4	0,09	6	0,01	A	
3	0,07	6	0,01	A	B
1	0,04	6	0,01		B
2	0,04	6	0,01		B

**Tabla 10.** Concentración de Pb por semana.

**Elaborado por:** Virginia Salvatierra

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

SEMANA	Medias	n	E.E.		
1	0,33	6	0,02	A	
2	0,32	6	0,02	A	
4	0,32	6	0,02	A	
3	0,28	6	0,02	A	

En el estudio realizado por Barriga y Aranda (2013) en las costas de Perú se determinó la concentración de Cd entre 0,01 a 0,23 mg/kg y la presencia de Pb entre 0,07 a 0,23 mg/kg en la parte comestible fresca del calamar obteniendo niveles por debajo del contenido máximo permitido, existiendo correlación con respecto a la investigación realizada en la que se obtuvo niveles de concentración para Cd entre 0,02 a 0,11 mg/kg (Tabla 11) y para Pb 0,13 a 0,45 mg/kg (Tabla 12).

**Tabla 11.** Concentración de Cd en el calamar por tratamiento y repeticiones

**Elaborado por:** Virginia Salvatierra

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

MERCADOS	GRANULOMETRI	Medias	n	E.E	
	A				
	( $\mu\text{m}$ )				
Playita Mia	250 (grano fino)	0,11	4	0,06	A
Playita Mia	1180 (grano grueso)	0,11	4	0,06	A

Determinación de Metales Pesados (Cadmio y Plomo) en el Calamar Gigante (*Dosidicus Gigas*) en la Ciudad de Manta, Ecuador

<b>Tarqui</b>	1180 (grano grueso)	0,05	4	0,06	A	B
<b>Los Esteros</b>	1180 (grano grueso)	0,04	4	0,01		B
<b>Tarqui</b>	250 (grano fino)	0,03	4	0,06		B
<b>Los Esteros</b>	250 (grano fino)	0,02	4	0,01		B

**Tabla 12.** Concentración de Pb en el calamar por tratamiento y repeticiones

**Elaborado por:** Virginia Salvatierra

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

MERCADOS	GRANULOMETRIA ( $\mu\text{m}$ )	Medias	n	E.E		
<b>Tarqui</b>	1180 (grano grueso)	0,45	4	0,11	A	
<b>Tarqui</b>	250 (grano fino)	0,39	4	0,11	A	B
<b>Los Esteros</b>	250 (grano fino)	0,32	4	0,03		B
<b>Playita Mia</b>	1180 (grano grueso)	0,3	4	0,11		B
<b>Playita Mia</b>	250 (grano fino)	0,29	4	0,11		B
<b>Los Esteros</b>	1180 (grano grueso)	0,13	4	0,03		C

## Conclusiones

- El estudio demuestra que existe concentraciones de Pb y Cd en el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) comercializado en los principales mercados de la ciudad de Manta, sin embargo, toxicológicamente no representa un peligro para la salud de los consumidores ya que no excede los niveles permitidos por norma general para los contaminantes y toxinas presentes en los alimentos y piensos INEN 193:2013 y la legislación Europea en el REGLAMENTO (CE) No 466/2001 DE LA COMISIÓN de 8 de marzo de 2001 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
- El mercado en el que se encontró mayor concentración de Cd cadmio en el calamar es Playita Mia y menor concentración en el mercado de los Esteros, en el Pb la muestra con mayor concentración fue el comercializado en el mercado de Tarqui y el de menor concentración en el mercado los Esteros.
- La granulometría no es un factor que afecte directamente en las concentraciones de Pb y Cd ya que se usó los mismos gramos para cada granulometría y no se tuvieron datos que se correlacionen entre sí, pero si con otras investigaciones sobre la cinética de absorción de estos metales de acuerdo con la granulometría.

## Referencias

1. AOAC International. (2019). *Official methods of analysis of AOAC International 21 th Edition*. Gaithersburg, Estados Unidos: AOAC INTERNATIONAL.
2. Ale Borja, N., García Villegas, V., Yipmantin-Ojeda, A., Guzmán Lezama, E., y Maldonado García, H. (2015). *Estudio de la cinética de biosorción de plomo (II) en alga *Ascophyllum nodosum**. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(3), 212-223.
3. Aranda, D., y Barriga, M. (2013). *Elementos esenciales, y metales pesados en seis especies de moluscos y una macroalga*. *Boletín Instituto Tecnológico de la Producción*, 11, 66-72. Recuperado de <https://repositorio.itp.gob.pe/bitstream/ITP/47/1/publicacion%2011.11.pdf>
4. Baird, R., Eaton, D., y Rice, W. (Ed). (2017). *Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales*. Estados Unidos. Washington, D.C: Editorial American Public Health Association.
5. Comisión Europea. (2005, noviembre 29). CELEX1, Reglamento (CE) n° 466/2001 de la Comisión de 8 de marzo de 2001 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios (Texto pertinente a efectos del EEE). Retrieved June 21, 2021. Recuperado de <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/52b2484d-39e0-4aa9-ba19-4b13a887bb1c>.
6. Dávalos Quiroz, M. S. (2016). Acceso a líneas de crédito para el sector pesquero artesanal e industria del Cantón Manta, Ecuador en el año 2016. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(2), 116–120. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2218-36202019000200116](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202019000200116).
7. Enrique Lozano Bilbao, Ángel José Gutiérrez, Hardisson, A., & Gonzalo Lozano Soldevilla. (2016, July). Contenido de metales pesados y elementos traza en especies de camarones de la isla de Tenerife. Retrieved June 21, 2021, Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/312045861\\_CONTENTIDO\\_DE\\_METALES\\_PESADOS\\_Y\\_ELEMENTOS\\_TRAZA\\_EN\\_ESPECIES\\_DE\\_CAMARONES\\_DE\\_LA\\_ISLA\\_DE\\_TENERIFE](https://www.researchgate.net/publication/312045861_CONTENTIDO_DE_METALES_PESADOS_Y_ELEMENTOS_TRAZA_EN_ESPECIES_DE_CAMARONES_DE_LA_ISLA_DE_TENERIFE).
8. González Arteaga, C. E., & González Arteaga, H. Y. (2016). Evaluación química y microbiológica de la playa de “los esteros” en la ciudad de Manta. *La Granja*, 23(1). Recuperado de <https://doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.05>.

9. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 193:2013 Norma general para los contaminantes y toxinas presentes en los alimentos y piensos*. Recuperado de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_codex\\_193.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_codex_193.pdf).
10. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2682:2013 Carne y productos cárnicos. Método para la determinación de zinc, cobre, plomo, estaño y arsénico por espectrometría de absorción atómica*. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2682.pdf>.
11. Instituto Nacional de Pesca. (2020). *Informe de Aspectos Biológicos Pesquero Calamar Gigante*. Recuperado de: [Institutopesca.gob.ec](http://www.institutopesca.gob.ec) website: <http://www.institutopesca.gob.ec/calamar/>.
12. Jenni Sonia Ruperti-Cañarte, Gema Elizabeth Zambrano-Ruperti, Fernández-Álava, V., Ronald Mauricio López-Delgado, & Patricio Rafael Machuca-Mera. (2020). El emprendimiento y promoción de la actividad pesquera en el cantón Manta. Mikarimin. *Revista Científica Multidisciplinaria*. E-ISSN 2528-7842, 6(0), 23–30. Recuperado de <http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/1932>.
13. Lara Ocaña, J. C. (2017). Impacto de la gestión administrativa sobre la eficiencia de la actividad pesquera artesanal - cantón Manta. *ECA Sinergia*, 8(2), 144. Recuperado de [https://doi.org/10.33936/eca\\_sinergia.v8i2.780](https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v8i2.780).
14. Ley Orgánica de Defensa del Consumidor No. 544. Gobierno de Ecuador. Quito, Ecuador, octubre del 2011. Recuperado de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/quito/07403.pdf>.
15. Marín, G. M., & García, M. M. (2017). Contaminación por cadmio en alimentos marinos, LIMA – 2015. *Ciencia E Investigación*, 19(1), 24–28. Recuperado de <https://doi.org/10.15381/ci.v19i1.13624>.
16. Mendoza, B., Almao, L., Marcó Parra, L. M., & Rodríguez, V. (2015). Evaluación de dos métodos de digestión ácida en el análisis de tejido foliar de caña (*Saccharum officinarum* L.). *Ciencia Y Tecnología*, 7(2), 9–20. <https://doi.org/10.18779/cyt.v7i2.140>.
17. Piedad, N., Montoya, M., Casas, P., Wandurraga, C., Casas P Y Cordovez, A., & Plomo, W. (2010). Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular Plomo, cromo III y cromo VI y sus efectos sobre la salud humana. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*, (1), 77–88.

- Recuperado de  
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1058&context=svo>.
18. Rodríguez Heredia, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Medisan*, 21(12), 3372–3385. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1029-30192017001200012&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1029-30192017001200012&lng=es&nrm=iso).
19. Rodríguez Rey, A; Cuéllar Luna, L; Maldonado Cantillo, G; Suardiaz Espinosa, ME. (2016). Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre Harmful effects of lead on human health. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 35(3). Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubinvbio/cib-2016/cib163f.pdf>.
20. Sánchez Sánchez, D., García Villegas, V., Yipmantin Ojeda, A., Guzmán Lezama, E., Ale Borja, N., y Maldonado García, H. (2014). *Estudio de la cinética de biosorción de iones cadmio (II) en pectina reticulada proveniente de cáscaras de naranja*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 80(4), 298-307.
21. Urías-Sotomayor, R., Rodríguez-Domínguez, G., Castañeda-Lomas, N., Pérez-González, R., Rivera-Parra, G. I., & Martínez-Cordero, F. J. (2019). Análisis bioeconómico de la pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* en el noroeste de México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea Y Desarrollo Regional*, 29(53). Recuperado de <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.645>.
22. Yu, W., Chen, X., & Zhang, Y. (2019). Seasonal habitat patterns of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* off Peruvian waters. *Journal of Marine Systems*, 194, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2019.02.011>.