

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA, MENCIÓN GESTIÓN DE  
CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**TESIS MODALIDAD ARTICULO PROFESIONAL DE ALTO NIVEL**

**“EVALUACIÓN DE METALES PESADOS PLOMO Y CADMIO EN**

**CAMARÓN (*Litopenaeus Vannamei*) EXPENDIDO EN LA CIUDAD**

**DE MANTA, ECUADOR”**

**AUTOR:**

**ING. AVILA FRANCO GENESIS TERESA**

**TUTOR:**

**ING. LAVAYEN DELGADO EDISON GREGO MG.G.A.**

**AÑO:**

**2021**

**EVALUACIÓN DE METALES PESADOS PLOMO Y CADMIO EN CAMARÓN  
(*Litopenaeus Vannamei*) EXPENDIDO EN LA CIUDAD DE MANTA,  
ECUADOR.**

**EVALUATION OF HEAVY METALS LEAD AND CADMIUM IN SHRIMP  
(*Litopenaeus Vannamei*) SOLD OUT IN THE CITY OF MANTA, ECUADOR.**

Genesis Ávila\*, Edison Lavayen

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Av. Circunvalación, Manta. Tel. (05) 262-0288. Código Postal: 130802. Manta, Ecuador

\*E-mail address: [genesis.avila@pg.ulead.edu.ec](mailto:genesis.avila@pg.ulead.edu.ec), [edison.lavayen@uleam.edu.ec](mailto:edison.lavayen@uleam.edu.ec)

### **Resumen**

La presente investigación evaluó la presencia de metales pesados en camarón (*Litopenaeus Vannamei*). Para determinar si el alimento consumido por los habitantes de la ciudad de Manta supera los límites máximos permisibles según el Codex Alimentarius y al Unión Europea para cadmio (Cd) y plomo (Pb), de (1mg/kg) las muestras fueron recolectados en tres mercados de la ciudad Los Esteros, Tarqui y Playita Mia. Se realizó una digestión por vía seca, posteriormente un análisis por espectrofotometría de absorción atómica por llama, para cadmio se obtuvieron valores entre 0,00221 mg/kg a 0,0231 mg/kg. Para el plomo valores entre 0,1119 mg/kg a 0,2142 mg/kg. Para el tamaño de la partícula mediante el diseño experimental no se encontró diferencias significativas los valores de cadmio se presentó en mayor cantidad en el grano grueso con 0,01256 mg/Kg y los valores para el plomo se presentó en mayor cantidad en el grano fino con 0,1669 mg/Kg. Los resultados de la muestra por semana indicaron que no hay diferencias significativas entre los tratamientos y que los valores de cadmio oscilan entre 0,00600 mg/kg obtenido en la semana 2, hasta 0,01539 mg/kg obtenido en la semana 1. Para el plomo los valores oscilan entre 0,0706 mg/kg en la semana 1, hasta 0,2252 mg/kg obtenido en la semana 3. La presencia de metales pesados en las muestras no supera el límite máximo permisible de 1,0 mg/kg. Por tanto, el camarón cumple con las normativas de seguridad alimentaria.

**Palabras Claves:** Metales pesados, Cadmio, Plomo, Camarón, Digestión, Seguridad Alimentaria

## **Abstract**

The present investigation evaluated the presence of heavy metals in shrimp (*Litopenaeus Vannamei*). To determine if the food consumed by the inhabitants of the city of Manta exceeds the maximum permissible limits according to the Codex Alimentarius and the European Union for cadmium (Cd) and lead (Pb), from (1mg / kg) the samples were collected in three markets of the city Los Esteros, Tarqui and Playita Mia. A dry digestion was carried out, subsequently an analysis by flame atomic absorption spectrophotometry, for cadmium values between 0.00221 mg / kg to 0.0231 mg / kg were obtained. For lead values between 0.1119 mg / kg to 0.2142 mg / kg. For the size of the particle by means of the experimental design, no significant differences were found, the cadmium values were presented in a greater quantity in the coarse grain with 0.01256 mg / Kg and the values for lead were presented in a greater quantity in the fine grain. with 0.1669 mg / Kg. The results of the sample per week indicated that there are no significant differences between the treatments and that the cadmium values range from 0.00600 mg / kg obtained in week 2 to 0.01539 mg / kg obtained in week 1. For Lead values range from 0.0706 mg / kg in week 1 to 0.2252 mg / kg obtained in week 3. The presence of heavy metals in the samples does not exceed the maximum permissible limit of 1.0 mg / kg. Therefore, shrimp comply with food safety regulations.

**Keywords:** Heavy metals, Cadmium, Lead, Shrimp, Digestion, food safety.

## **1. INTRODUCCION**

La contaminación por metales pesados y metaloides en recursos hídricos, suelos y aire plantea una de las más severas problemáticas que comprometen la seguridad alimentaria y salud pública a nivel global y local (Reyes et al., 2016). Los metales pesados son tóxicos ambientales muy peligrosos. Sus características más comunes son: persistencia, bioacumulación, biotransformación y elevada toxicidad, todo lo cual hace que se encuentren en los ecosistemas por largos periodos, ya que su degradación natural es difícil (Rodríguez Heredia, 2017). En la actualidad existe un creciente interés por evaluar la contaminación de metales pesados en productos de origen animal o vegetal para consumo humano (Salas-Marcial et al., 2019).

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse. La bioacumulación significa un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo

biológico en un cierto plazo, comparada a la concentración del producto químico en el ambiente (Portal del Gobierno de La Rioja, 2021). Los metales pesados se pueden clasificar de acuerdo con su actividad biológica y toxicológica en cuatro grupos: pero el que nos interesa es el grupo uno cuyos metales con toxicidad aparente y con amplia distribución en el ambiente son: arsénico, cadmio, plomo, mercurio y uranio. (Díaz Cano & López Barrera, 2020).

Cuando consumimos alimentos expuestos a cadmio y también por otras vías como pueden por las vías aéreas, estos son perjudiciales para nuestro organismo como pueden ser daños al riñón a los huesos e incluso pueden producir cáncer. Por eso es importante que se tomen en consideración las normativas tanto nacionales como internacionales de emisiones y niveles en los alimentos que son un riesgo eminente para la salud de los habitantes.

(Barrón & Martínez, 2016)

El plomo es uno de los metales pesados más tóxicos y la exposición humana, por razones laborales, a este metal, puede causar plumbemia (Rivera & Pernía, 2021).

El plomo puede causar efectos tóxicos gastrointestinales. El plomo y sus derivados se encuentran en todas partes del medio ambiente, como, por ejemplo, en el aire, en las plantas y animales de uso alimentario, en el agua de la bebida, en los ríos, océanos y lagos, en el polvo, en el suelo. (Rubio et al., 2004)

El cultivo del camarón comenzó en Ecuador hace casi 50 años de manera casual. Las primeras granjas de camarón se establecieron en el sur del país y, desde entonces, se han desarrollado casi 220.000 hectáreas de estanques de producción, que hoy forman parte de una industria que es la primera fuente de ingresos extranjeros no relacionados con el petróleo en el país (Global Aquaculture Advocate, 2018). El camarón es un animal de cultivo difícil de monitorear y su alimentación es el principal costo de producción; hacerlo mal, incrementa del costo y provoca el deterioro del suelo. Muchos factores inciden en el

consumo diario de alimento, como la temperatura del agua, pH, oxígeno y fase lunar (Espinoza, 2018).

Los potenciales de expansión de las capturas de camarón marino son muy limitados, por tanto, las mayores posibilidades radican en la acuicultura (Espinoza Martínez et al., 2021). El cultivo de camarones es una de las disciplinas más prósperas de la acuicultura, con un crecimiento sostenido durante las últimas décadas, incluyendo nuestro país (Abril et al., 2021).

Actualmente en la ciudad de Manta es importante investigar la contaminación de algunos metales pesados como el mercurio (Hg), cadmio (Cd) y plomo (Pb). entre los más peligrosos para la salud humana que se presume se encuentran presentes en alimentos de origen animal como vegetal por la contaminación de residuos sólidos peligrosos y efluentes de la industrialización, Así también el impacto de las fumigaciones con químicos y otras fuentes de contaminación.

Se debe considerar analizar este problema que nos atañe a todos en nuestra forma de alimentación, y que a futuro podrían presentar enfermedades por el consumo de alimentos contaminados con niveles que sobrepasan los límites máximos permisibles estipulados por el Codex Alimentarius.

Se justifica que la contaminación industrial, tecnológica, agropecuaria, minera y el uso indiscriminado de diversos fertilizantes químicos en el suelo con metales pesados, que se incorporan finalmente a ríos, a los vegetales, animales y alimentos alteran la sostenibilidad de la cadena trófica, provocando riesgos potenciales en la naturaleza y en la sociedad, debido a que originan serios problemas en la salud humana y animal (Londoño Franco et al., 2016a).

Por su elevada toxicidad, el impacto causado en salud por exposición prolongada o por bio-acumulación de metales pesados resulta alarmante. Dependiendo del tipo de metal o

metaloide, se producen afecciones que van desde daños en órganos vitales hasta desarrollos cancerígenos. A nivel global, se han reportado casos que dan cuenta de las afecciones en la salud por causa del consumo de alimentos contaminados por metales pesados (Reyes et al., 2016).

La presente investigación tiene como objetivo investigar cual es la cantidad presente de metales pesados como son el Cd y Pb en el camarón (*Litopenaeus vannamei*) consumidos por la población de Manta mediante análisis de laboratorio y que cuyos resultados serán comparados con los límites señalados por el Codex Alimentarius como referencia a nivel mundial.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Metodología

Las muestras de camarón (*Litopenaeus vannamei*), se obtuvieron en los mercados de Playita Mia, Los Esteros y Tarqui en Manta en el mes de febrero del 2021. Para cada mercado se trabajó con dos granulometrías dando como resultado 6 tratamientos por 4 semanas de muestreo, se obtuvieron 24 muestras cada una de ellas, se trabajó por triplicado obteniéndose un total de 72 muestras para determinar la concentración de Cd y también para determinar la concentración de Pb en el camarón (Tabla 1)

**Tabla 1.** Factores de estudio de los tres mercados con su respectiva granulometría según norma ASTM. Identificando los tres factores evaluados.

Mercados (factor A)	Granulometría (Factor B)	Semanas (Factor C)
Mercado de Tarqui	Grano Grueso (250 µm)	4
Mercado de Tarqui	Grano Fino (1180 µm)	4
Mercado Los Esteros	Grano Grueso (250 µm)	4
Mercado Los Esteros	Grano Fino (1180 µm)	4
Playita Mia	Grano Grueso (250 µm)	4
Playita Mia	Grano Fino (1180 µm)	4
<b>Total</b>		

**Tabla 2.** Análisis de Varianza donde se puede apreciar que existen diferencias significativas entre los mercados para el cadmio y no hay diferencias para las otras interacciones.

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (Cadmio)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01397	23	0,00061	2,63548	0,0023
Mercado	0,00633	2	0,00316	13,73047	<0,0001
Partícula	0,00046	1	0,00046	1,99687	0,1641
Mercado*Partícula	0,00127	2	0,00063	2,75338	0,0738
Semana	0,00087	3	0,00029	1,26172	0,2981
Mercado*Semana	0,00184	6	0,00031	1,33436	0,2605
Partícula*Semana	0,00099	3	0,00033	1,43533	0,2441
Mercado*Partícula*Semana	0,00220	6	0,00037	1,59238	0,1699
Error	0,01106	48	0,00023		
Total	0,02502	71			

**Tabla 3.** Análisis de Varianza donde se puede apreciar que existen diferencias significativas entre los mercados para el plomo y no hay diferencias para las otras interacciones.

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (Plomo)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,7366	23	0,0320	3,4250	0,0002
Mercado	0,1640	2	0,0820	8,7695	0,0006
Partícula	0,0295	1	0,0295	3,1530	0,0821
Mercado*Partícula	0,0322	2	0,0161	1,7191	0,1901
Semana	0,2639	3	0,0880	9,4057	0,0001
Mercado*Semana	0,1360	6	0,0227	2,4231	0,0398
Partícula*Semana	0,0403	3	0,0134	1,4364	0,2438
Mercado*Partícula*Semana	0,0709	6	0,0118	1,2634	0,2919
Error	0,4488	48	0,0094		
Total	1,1855	71			

Los materiales de vidrios y crisoles se lavaron con jabón neutro y se enjuagaron con agua destilada, se sumergieron por 12 horas en una solución de ácido nítrico al 10% para quitar todo tipo de impurezas y evitar la contaminación. La digestión vía seca se realizó acorde al método oficial, AOAC Official Method 999.11. La determinación de Cd y Pb, se llevó a cabo mediante espectrometría de absorción atómica en flama 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 (*Official Methods of Analysis, 21st Edition, 2019*)

## **2.2 Manejo de las muestras**

Las muestras de camarón (*Litopenaeus vannamei*). Recolectada en los mercados se pesaron 100g en una balanza analítica “Carga Superior, Digital, Capacidad 4000g d = 0.1”, luego de ser pesadas se las empaquetó en fundas Ziploc ubicándole a cada muestra la fecha de recolección, el mercado y la semana, se almacenaron en un congelador marca “Home, Modelo-BD295” a -18 °C. Hasta la realización del análisis. Previo al análisis, se realizó el secado de la muestra por estufa marca “ECOCELL/ LSIS-B2V/EC 22”. Por 24 horas a 80°C, Una vez secas las muestras se trituraron en un mortero y se separó por granulometría, mediante un tamiz # 60 (250 µm) para el grano fino y un tamiz #16 (1180µm) para grano grueso, acorde las normas ASTM.(*Safety, Quality, & Competitiveness - ASTM Home, 2021*)

La digestión por incineración se realizó mediante una mufla se agregó 2 g de la muestra triturada del camarón la cual se ubicó por 30 minutos en una plancha de calentamiento a 200 °C posteriormente se procedió a calcinar la muestra en la mufla a 525 °C por 4 horas hasta obtener las cenizas de color blanco, después de lo cual se agregó a temperatura ambiente 30ml de HNO<sub>3</sub> 1N y se pasa por papel filtro 0.45 um Marca Chmlab . Se realizaron las muestras por triplicado con los respectivos blancos de reactivos. (*Official Methods of Analysis, 21st Edition, 2019*) Espectrofotometría de absorción atómica por flama.

## **2.3 Determinación de metales**

Se utilizó el método INEN 2682:2013. Se procedió con la calibración y la configuración operacional del instrumento y para minimizar errores en la lectura del equipo se realizó la preparación de los estándares para plomo y cadmio de acuerdo con los materiales de referencia certificados certificate of analysis CPA-chem.

Los parámetros de lectura del espectrofotómetro de absorción atómica en flama Agilent Technologies 240FS AA (Serie 200 AA) con PSD 120 y GTA 120 Fueron en el Laboratorio de la EPAM se leyeron mediante los estándares del equipo que se utilizó corriente de la lámpara para cadmio 3 mA y para plomo 12 mA, longitud de onda para cadmio 228,8nm y para plomo 217,0 nm, ganancia % para cadmio 24% y para plomo 25% tiempo de lectura para cadmio 4 s y para plomo 4 s, sensibilidad para cadmio alta y para plomo alta y tipo de gas o llama para cadmio acetileno/aire y para plomo acetileno.

### **2.3 Análisis estadísticos de los resultados**

Se utilizo un diseño trifactorial con tres mercados por dos granulometrías y con 4 semanas de muestreo por triplicado, para comparar las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de TUKEY al 0,05%. Los resultados fueron analizados estadísticamente con el Software Infostat Versión estudiantil 2020-1 a partir del análisis de varianza y los gráficos de efectos principales y de interacciones.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Con los resultados obtenido de las muestras se puede determinar que la presencia de los metales pesados analizados como el cadmio (Cd) y el plomo (Pb) en excesiva concentración de éstos pueden alterar procesos bioquímicos y/o fisiológicos en el organismo al ser consumidos.(Londoño Franco et al., 2016b) se pudo determinar la concentración letal de cadmio (0.35 mg L<sup>-1</sup>) (Nogueira & Bringas, 2018). Concentración de metales reportadas para algunas especies de importancia comercial. Todos los organismos evaluados presentan concentraciones de cadmio de baja a moderada. Las concentraciones de cadmio y plomo reportadas por Boada y col., (2007), en camarones, presentan desviaciones muy grandes lo que sugiere que los valores reportados son muy heterogéneos. Para el cadmio 0,08- 3,67 ppm y 0,065 µg/g para el plomo fueron de 0,003- 2,03 ppm y 0,26 µg/g.(Salazar-Lugo, 2009) En estudio (Metales pesados: Ca, Pb y Hg)

del camarón silvestre de la Laguna Madre ubicado en 3 sitios de estudio de Taulipa, el cadmio (Cd) en camarón, presentó una concentración máxima en el mes de diciembre de 0.68 mg/kg mientras que la menor concentración se observó en el mes de julio con 0.13 mg/kg. Para el caso de plomo (Pb) en camarón, aun cuando la mayor concentración se presentó en el mes de octubre con 0.95 mg/Kg y en el mes de agosto la menor concentración con 0.38 mg/kg.(Barrientos-Lozano & Almaguer-Sierra, 2017). La concentración de cadmio en las muestras de tejido de camarón en las piscinas camaroneras de Santa Rosa es de 0.001 ppm, no sobrepasa los límites permisibles en la normativa de Ecuador del Instituto Nacional de Pesca, ni del Codex Alimentarius. Los valores de la media de concentración de plomo son de 0.008 ppm que están debajo de los límites permisibles.(Dávila & Eulalia, 2021). En la investigación realizada en este estudio el Camarón que son comercializados en los mercados de la ciudad de Manta y en la cual se obtuvieron concentraciones de cadmio entre 0,00221 mg/kg a 0,0231 mg/kg (Tabla 4) y de plomo entre 0,1119 mg/kg a 0,2142 mg/kg (Tabla 5).

**Tabla 4.** Mercados de Manta en la que resultado que en el mercado de los esteros hubo diferencias significativas con 24 muestras comparados con los mercados de Tarqui y Playita Mia para la determinación de cadmio.

Cadmio				
Mercado	Medias	n	E.E.	
Los esteros	0,02321	24	0,00310	A
Tarqui	0,00467	24	0,00310	B
Playita Mia	0,00221	24	0,00310	B

**Tabla 5.** Mercados de Manta en la que resultado que en el mercado de los esteros hubo diferencias significativas con 24 muestras comparados con los mercados de Tarqui y Playita Mia para la determinación de plomo.

Plomo				
Mercado	Medias	n	E.E.	
Los esteros	0,2142	24	0,0197	A
Playita Mia	0,1140	24	0,0197	B
Tarqui	0,1119	24	0,0197	B

Con estos resultados en la investigación se determina que hay presencia de estos metales en los camarones en bajas concentraciones y que estas no exceden el rango máximo permisible que determina la legislación de la Unión Europea que estipula 1,0 mg/Kg para ambos metales pesados.

En el caso del tamaño de partícula se determinó presencia de Cd en mayor cantidad en el grano grueso con 0,01256 mg/Kg (Tabla 6) y para el Pb se determinó que en el grano fino existe mayor presencia con 0,1669 mg/Kg (Tabla 7).

**Tabla 6.** En el factor de la partícula en la cual se tomó 36 muestras para grano fino y 36 muestras para grano grueso se determina que no hay diferencias significativas entre los tratamientos para cadmio.

<b>Partícula Cadmio</b>				
<u>Partícula</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
Grano Grueso	0,01256	36	0,00253	A
Grano Fino	0,00750	36	0,00253	A

**Tabla 7.** En el factor de la partícula en la cual se tomó 36 muestras para grano fino y 36 muestras para grano grueso se determina que no hay diferencias significativas entre los tratamientos para plomo.

<b>Partícula Plomo</b>				
<u>Partícula</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
Grano Fino	0,1669	36	0,0161	A
Grano Grueso	0,1264	36	0,0161	A

En el caso de los mercados por el tamaño de partícula se evidencia que la presencia de cadmio esta entre 0,00200 mg/kg en Playita Mia con grano grueso a 0,03167 mg/kg en Los esteros con grano grueso (Tabla 8) y de plomo esta entre 0,1044 mg/kg en Playita Mia con grano grueso a 0,2639 mg/kg en Los esteros con grano fino (Tabla 9).

**Tabla 8.** La interacción de los Mercados por la Partícula tuvo diferencias significativas en el mercado de Los Esteros para cadmio.

<b>Mercado*Partícula de Cadmio</b>					
<u>Mercado</u>	<u>Partícula</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
Los esteros	Grano Grueso	0,03167	12	0,00438	A
Los esteros	Grano Fino	0,01475	12	0,00438	A B
Tarqui	Grano Fino	0,00533	12	0,00438	B

Tarqui	Grano Grueso	0,00400	12	0,00438	B
Playita Mia	Grano Fino	0,00242	12	0,00438	B
Playita Mia	Grano Grueso	0,00200	12	0,00438	B

**Tabla 9. Tabla 8.** La interacción de los Mercados por la Partícula tuvo diferencias significativas en el mercado de Los Esteros para plomo.

Mercado*Partícula de Plomo					
Mercado	Partícula	Medias	n	E.E.	
Los esterios	Grano Fino	0,2639	12	0,0279	A
Los esterios	Grano Grueso	0,1644	12	0,0279	A B
Playita Mia	Grano Fino	0,1235	12	0,0279	B
Tarqui	Grano Fino	0,1133	12	0,0279	B
Tarqui	Grano Grueso	0,1105	12	0,0279	B
Playita Mia	Grano Grueso	0,1044	12	0,0279	B

Los resultados analizados no existieron diferencias significativas de la muestra por semana indican que hay presencia de Cd entre 0,00600 mg/kg en la semana 2 hasta 0,01539 mg/kg en la semana 1 (Tabla 10) y para Pb entre 0,0706 mg/kg en la semana 1 hasta 0,2252 mg/kg en la semana 3 (Tabla 11).

**Tabla 10.** En la toma de muestras semanales se puede ver que no existe diferencias significativas para cadmio.

Semanas Cadmio				
Semana	Medias	n	E.E.	
Semana 1	0,01539	18	0,00358	A
Semana 4	0,01050	18	0,00358	A
Semana 3	0,00822	18	0,00358	A
Semana 2	0,00600	18	0,00358	A

**Tabla 11.** En la toma de muestras semanales se puede ver que si existe diferencias significativas para plomo.

Semanas Plomo				
Semana	Medias	n	E.E.	
Semana 3	0,2252	18	0,0228	A
Semana 4	0,1823	18	0,0228	A B
Semana 2	0,1087	18	0,0228	B C
Semana 1	0,0706	18	0,0228	C

En el caso de los mercados por la semana de muestra se evidencia que la presencia de cadmio esta entre 0,00150 mg/kg en Tarqui semana 2 a 0,04017 mg/kg en Los esteros semana 1 (Tabla 12) y de plomo esta entre 0,0497 mg/kg en Tarqui semana 1 a 0,3933 mg/kg en Los esteros semana 3 (Tabla 13).

**Tabla 12.** En la interacción de los mercados con la toma de muestras semanales se evidencia que existen diferencias significativas al 95% para cadmio.

Mercados por semanas Cadmio					
Mercado	Semana	Medias	n	E.E.	
Los esteros	Semana 1	0,04017	6	0,00620	A
Los esteros	Semana 4	0,02250	6	0,00620	A B
Los esteros	Semana 3	0,01750	6	0,00620	A B
Los esteros	Semana 2	0,01267	6	0,00620	A B
Tarqui	Semana 4	0,00717	6	0,00620	B
Tarqui	Semana 3	0,00567	6	0,00620	B
Tarqui	Semana 1	0,00433	6	0,00620	B
Playita Mia	Semana 2	0,00383	6	0,00620	B
Playita Mia	Semana 4	0,00183	6	0,00620	B
Playita Mia	Semana 1	0,00167	6	0,00620	B
Playita Mia	Semana 3	0,00150	6	0,00620	B
Tarqui	Semana 2	0,00150	6	0,00620	B

**Tabla 13.** En la interacción de los mercados con la toma de muestras semanales se evidencia que existen diferencias significativas al 95% para plomo.

Mercados por semanas Plomo					
Mercado	Semana	Medias	n	E.E.	
Los esteros	Semana 3	0,3933	6	0,0395	A
Los esteros	Semana 4	0,2207	6	0,0395	A B
Tarqui	Semana 4	0,1770	6	0,0395	B
Los esteros	Semana 2	0,1593	6	0,0395	B
Playita Mia	Semana 3	0,1533	6	0,0395	B
Playita Mia	Semana 4	0,1492	6	0,0395	B
Tarqui	Semana 3	0,1288	6	0,0395	B
Tarqui	Semana 2	0,0922	6	0,0395	B
Los esteros	Semana 1	0,0833	6	0,0395	B
Playita Mia	Semana 1	0,0788	6	0,0395	B
Playita Mia	Semana 2	0,0745	6	0,0395	B
Tarqui	Semana 1	0,0497	6	0,0395	B

Se puede también analizar el tamaño de la partícula por la toma de muestra semanal la presencia de cadmio esta entre 0,00589 mg/kg en grano grueso semana 2 a 0,02389 mg/kg

en grano grueso semana 1 (Tabla 14) y de plomo esta entre 0,0652 mg/kg en grano grueso semana 1 a 0,2857 mg/kg en grano fino semana 3 (Tabla 15).

**Tabla 14.** La granulometría de las muestras tomadas semanalmente no genera ninguna diferencia significativa para cadmio al 95%.

Partícula por Semana Cadmio					
Partícula	Semana	Medias	n	E.E.	
Grano Grueso	Semana 1	0,02389	9	0,00506	A
Grano Grueso	Semana 4	0,01322	9	0,00506	A
Grano Fino	Semana 3	0,00922	9	0,00506	A
Grano Fino	Semana 4	0,00778	9	0,00506	A
Grano Grueso	Semana 3	0,00722	9	0,00506	A
Grano Fino	Semana 1	0,00689	9	0,00506	A
Grano Fino	Semana 2	0,00611	9	0,00506	A
Grano Grueso	Semana 2	0,00589	9	0,00506	A

**Tabla 15.** La granulometría de las muestras tomadas semanalmente no genera ninguna diferencia significativa para plomo al 95%.

Partícula por Semana Plomo					
Partícula	Semana	Medias	n	E.E.	
Grano Fino	Semana 3	0,2857	9	0,0322	A
Grano Fino	Semana 4	0,1959	9	0,0322	A B
Grano Grueso	Semana 4	0,1687	9	0,0322	A B
Grano Grueso	Semana 3	0,1647	9	0,0322	A B
Grano Fino	Semana 2	0,1101	9	0,0322	B
Grano Grueso	Semana 2	0,1072	9	0,0322	B
Grano Fino	Semana 1	0,0760	9	0,0322	B
Grano Grueso	Semana 1	0,0652	9	0,0322	B

Finalmente se analizaron muestras de los mercados con el tamaño de la partícula por la toma de muestra semanal la presencia de cadmio esta entre 0,00133 mg/kg en Tarqui grano grueso semana 2 a 0,06733 mg/kg en Los esteros grano grueso semana 1 (Tabla 16) y de plomo esta entre 0,0380 mg/kg en Tarqui grano fino semana 1 a 0,5353 mg/kg en Los esteros grano fino semana 3 (Tabla 17).

**Tabla 16.** En la interacción de los tres factores en estudio se evidencia que existen diferencias significativas entre los tratamientos para cadmio.

Mercados y partículas por semanas de Cadmio
---

Mercado	Partícula	Semana	Medias	n	E.E.	
Los esteros	Grano Grueso	Semana 1	0,06733	3	0,00876	A
Los esteros	Grano Grueso	Semana 4	0,03100	3	0,00876	A B
Los esteros	Grano Fino	Semana 3	0,02000	3	0,00876	A B
Los esteros	Grano Grueso	Semana 3	0,01500	3	0,00876	B
Los esteros	Grano Fino	Semana 4	0,01400	3	0,00876	B
Los esteros	Grano Grueso	Semana 2	0,01333	3	0,00876	B
Los esteros	Grano Fino	Semana 1	0,01300	3	0,00876	B
Los esteros	Grano Fino	Semana 2	0,01200	3	0,00876	B
Tarqui	Grano Fino	Semana 4	0,00767	3	0,00876	B
Tarqui	Grano Grueso	Semana 4	0,00667	3	0,00876	B
Tarqui	Grano Fino	Semana 3	0,00633	3	0,00876	B
Tarqui	Grano Fino	Semana 1	0,00567	3	0,00876	B
Tarqui	Grano Grueso	Semana 3	0,00500	3	0,00876	B
Playita Mia	Grano Fino	Semana 2	0,00467	3	0,00876	B
Tarqui	Grano Grueso	Semana 1	0,00300	3	0,00876	B
Playita Mia	Grano Grueso	Semana 2	0,00300	3	0,00876	B
Playita Mia	Grano Fino	Semana 1	0,00200	3	0,00876	B
Playita Mia	Grano Grueso	Semana 4	0,00200	3	0,00876	B
Tarqui	Grano Fino	Semana 2	0,00167	3	0,00876	B
Playita Mia	Grano Fino	Semana 4	0,00167	3	0,00876	B
Playita Mia	Grano Grueso	Semana 3	0,00167	3	0,00876	B
Playita Mia	Grano Fino	Semana 3	0,00133	3	0,00876	B
Playita Mia	Grano Grueso	Semana 1	0,00133	3	0,00876	B
Tarqui	Grano Grueso	Semana 2	0,00133	3	0,00876	B

**Tabla 17.** En la interacción de los tres factores en estudio se evidencia que existen diferencias significativas entre los tratamientos para plomo.

Mercados y partículas por semanas de Plomo						
Mercado	Partícula	Semana	Medias	n	E.E.	
Los esteros	Grano Fino	Semana 3	0,5353	3	0,0558	A
Los esteros	Grano Fino	Semana 4	0,2807	3	0,0558	A B
Los esteros	Grano Grueso	Semana 3	0,2513	3	0,0558	A B
Los esteros	Grano Grueso	Semana 2	0,1960	3	0,0558	B
Playita Mia	Grano Fino	Semana 3	0,1900	3	0,0558	B
Tarqui	Grano Grueso	Semana 4	0,1843	3	0,0558	B
Tarqui	Grano Fino	Semana 4	0,1697	3	0,0558	B
Playita Mia	Grano Grueso	Semana 4	0,1610	3	0,0558	B
Los esteros	Grano Grueso	Semana 4	0,1607	3	0,0558	B
Playita Mia	Grano Fino	Semana 4	0,1373	3	0,0558	B
Tarqui	Grano Fino	Semana 3	0,1317	3	0,0558	B
Tarqui	Grano Grueso	Semana 3	0,1260	3	0,0558	B
Los esteros	Grano Fino	Semana 2	0,1227	3	0,0558	B
Los esteros	Grano Fino	Semana 1	0,1170	3	0,0558	B

Playita Mia	Grano Grueso	Semana 3	0,1167	3	0,0558	B
Tarqui	Grano Fino	Semana 2	0,1140	3	0,0558	B
Playita Mia	Grano Fino	Semana 2	0,0937	3	0,0558	B
Playita Mia	Grano Grueso	Semana 1	0,0847	3	0,0558	B
Playita Mia	Grano Fino	Semana 1	0,0730	3	0,0558	B
Tarqui	Grano Grueso	Semana 2	0,0703	3	0,0558	B
Tarqui	Grano Grueso	Semana 1	0,0613	3	0,0558	B
Playita Mia	Grano Grueso	Semana 2	0,0553	3	0,0558	B
Los esteros	Grano Grueso	Semana 1	0,0497	3	0,0558	B
Tarqui	Grano Fino	Semana 1	0,0380	3	0,0558	B

#### 4. CONCLUSIONES

Mediante esta investigación se concluye los niveles de Cd y Pb presentes en el Camarón (*Litopenaeus vannamei*) consumido de los mercados de Manta, no sobrepasan los límites máximos permisibles por la Unión Europea. En el mercado de los esteros fue donde se obtuvo mayor contenido de Cd y Pb. Y en el mercado que se obtuvo menor contenido de Cd fue el de Playita Mia. Para Pb el mercado que obtuvo mayor contenido fue el de Tarqui. En cuanto al tamaño de partícula se concluye que no se encuentran diferencias significativas. Cabe señalar que los mercados y partículas con cada semana de muestra si se notó diferencias significativas entre los tratamientos y se atribuye la variabilidad de las condiciones que no se pueden controlar por factores externos del manejo de los mismos.

#### AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a la Empresa pública de Aguas potable y Alcantarillado de Manta (EPAM).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abril, A., Patti, J., Pichardo, O., Marcano, N., & Figueredo, A. (2021). Manejo de una granja comercial para el engorde de camarón *Penaeus vannamei* bajo sistema semi-intensivo en la isla de Coche, Nueva Esparta, Venezuela. 1, 25-30.

- Barrientos-Lozano, L., & Almaguer-Sierra, P. (2017). metales pesados (pb, cd y hg) en el camarón farfantepenaeus aztecus de laguna madre, tamaulipas y el riesgo a la salud pública. 57.
- Barrón, G. S., & Martínez, M. Á. C. (2016). ecotoxicología del cadmio. 23.
- Dávila, E., & Eulalia, A. (2021). Determinación de metales Cu, Cd, Pb y Zn, en músculo de camarón (*Penaeus vannamei*), agua y sedimento de piscinas camaroneras de la zona sur del país. 120.
- Díaz Cano, M., & López Barrera, E. A. (2020). Metales pesados en nuestra mesa contaminación de peces de consumo humano en Colombia. Instituto de Estudios y Servicios Ambientales - IDEASA.  
<https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/1617/METALES%20PESADOS%20EN%20NUESTRA%20MESA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinosa Martínez, E. G., Díaz Forte, E., Espinosa Martínez, E. G., & Díaz Forte, E. (2021). Consideraciones sobre la cadena de valor del camarón en Cuba. Apuntes para un diagnóstico. Cofin Habana, 15(1).  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2073-60612021000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2073-60612021000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Espinoza, M. (2018, septiembre 12). nuevas soluciones para el control alimenticio del camarón.
- Global Aquaculture Advocate. (2018). La industria de cultivo de camarón en Ecuador, parte 1. Global Aquaculture Alliance.  
<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-1/>
- Londoño Franco, L. F., Londoño Muñoz, P. T., & Muñoz Garcia, F. G. (2016a). los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 14(2), 145.  
[https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)145-153](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)145-153)
- Londoño Franco, L. F., Londoño Muñoz, P. T., & Muñoz Garcia, F. G. (2016b). los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 14(2), 145.  
[https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)145-153](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)145-153)
- Nogueira, G. N., & Bringas, L. M. F. (2018). efecto de lixiviado de manglar en la toxicidad de níquel y cadmio en el camarón estuarino (*hippolyte zostericola*) de la laguna de términos, campeche. Kuxulkab', 24(48), 17-30.  
<https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a24n48.2369>
- Official Methods of Analysis, 21st Edition. (2019). AOAC international.  
<https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>
- Portal del Gobierno de La Rioja. (2021). Salud y metales pesados—Medio ambiente.  
<https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/calidad-aire-cambio-climatico/calidad-aire/red-biomonitorizacion-metales-pesados-rioja/salud-metales-pesados>
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Lagos, M. D., & Jimenez, E. E. G. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+D, 16(2), 66-77.
- Rivera, K., & Pernía, B. (2021). Determinación de los niveles de plomo en sangre en trabajadores de fábricas de baterías ubicadas en Guayaquil-Ecuador. Enfoque UTE, 12(2), 1-18.

- Rodríguez Heredia, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *MEDISAN*, 21(12), 3372-3385.
- Rubio, C., Gutiérrez, A., Martín-Izquierdo, R., Revert, C., Lozano, G., & Hardisson, A. (2004). El plomo como contaminante alimentario. 21, 72-80.
- Safety, Quality, & Competitiveness—ASTM Home. (2021). <https://la.astm.org/>
- Salas-Marcial, C., Garduño-Ayala, M. A., Mendiola-Ortiz, P., Vences-García, J. H., Zetina-Román, V. C., Martínez-Ramírez, O. C., & Ramos-García, M. D. L. (2019). Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 20(1). <https://www.redalyc.org/journal/813/81359562002/html/>
- Salazar-Lugo, R. (2009). Estado de conocimiento de las concentraciones de cadmio, mercurio y plomo en organismos acuáticos de Venezuela. 10(11), 17.