

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE
MERCURIO EN HARINAS DE PESCADO, UTILIZADAS EN
ALIMENTACIÓN ANIMAL, EN 3 EMPRESAS
IMPORTADORAS EN EL AÑO 2017 EN GUATEMALA**

JAVIER AKIHITO TANIMOTO MORENO

MÉDICO VETERINARIO

GUATEMALA, MARZO DE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN
HARINAS DE PESCADO, UTILIZADAS EN ALIMENTACIÓN
ANIMAL, EN 3 EMPRESAS IMPORTADORAS EN EL AÑO 2017 EN
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

JAVIER AKIHITO TANIMOTO MORENO

Al conferírsele el título profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, MARZO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.A Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M. Sc. Juan José Prem González
VOACL II:	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Luis Gerardo López Morales
VOCAL V:	Br. María José Solares Herrera

ASESORES

LIC. ZOOT. MIGUEL ÁNGEL RODENAS ARGUETA

DR. HUGO RENÉ PÉREZ NORIEGA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN HARINAS DE PESCADO, UTILIZADAS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL, EN 3 EMPRESAS IMPORTADORAS EN EL AÑO 2017 EN GUATEMALA

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO A:

- A DIOS:** Señor padre celestial que diste la sabiduría y la fuerza y paciencia para continuar sin desfallecer hasta culminar esta fase de mi vida.
- A LA VIRGEN MARIA:** Madre de madres, reina de reinas, que, siendo nuestra gran intercesora, alumbraste mi camino hacia el conocimiento.
- A LA USAC Y FMVZ:** Por ser el sendero y faro del conocimiento que me resguardaron.
- A MIS PADRES:** Como ángeles protectores de mi vida, enseñanza, paciencia y formación para ser un hombre de bien.
- A MIS HERMANOS:** Como mis eternos compañeros de aventuras aciertos y desaciertos de la vida.
- A MI PAREJA:** Por ser la guardiana de mi corazón y por estar con mi persona en las buenas y en las malas.
- A MIS ASESORES:** Por ser mis guías y ejemplos a seguir en la vida profesional.
- A MIS AMIGOS:** A mis hermanos de otra madre que siempre estuvieron en el camino dando fuerzas para continuar.

AGRADECIMIENTOS

- A MIS PADRES:** Akihito Tanimoto, Silvia Nohemí Moreno de Tanimoto, gracias por creer, confiar y apoyarme en este logro de mi vida.
- A MIS ABUELOS:** Takashi Tanimoto, Masako Tanimoto, Francisco Moreno y Marta Julia de Moreno por su sabiduría y compañía en este caminar.
- A MIS HERMANOS:** Roberto y Andrés por alentarme a seguir adelante y cuidar de mi camino.
- A MIS FAMILIARES:** Armando, Heriberto, Blanca, Rodrigo, Erick, Milton, Ricardo por los alientos en momentos de flaqueza.
- A MI AMADA
COMPAÑERA DE VIDA:** Ana Margarita Navas López, por tu amor, cariño y comprensión en las buenas y en las malas. Te amo.
- A MIS ASESORES Y
EVALUADORES:** Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta, Dr. Hugo René Pérez Noriega y M.Sc. Héctor Fuentes Rousselin. Por el apoyo y la paciencia en la realización de este proyecto que significa la culminación de esta etapa de mi vida.
- A MIS CATEDRATICOS:** M.V. Elvia Ulin, Lic. Miguel Rodenas, Lic. Rodolfo Chang, Licda. Karen Hernández, Lic. Axel Godoy, Lic. Antonio Hernández, Dr. Hugo Pérez

y Lic. Vinicio de la Rosa, por ser luminarias a seguir en mi camino.

A MIS AMIGOS:

David, Jairo, Lincoln, Edgar, Ángela, Yadira, Zaida, Marielos, Silvita, Renato, doña Elvia, George, Alejandra, Rudy, Braulio, Julio José y Oso por ser parte de mi vida.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	HIPÓTESIS.....	2
III.	OBJETIVOS.....	3
	3.1 Objetivo general.....	3
	3.2 Objetivo específico.....	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	4.1 El mercurio.....	4
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
	5.1 Materiales.....	9
	5.1.1 Recursos de campo.....	9
	5.1.2 Recursos de laboratorio.....	9
	5.2 Metodología.....	10
	5.2.1 Fase 1: recolección de muestras.....	10
	5.2.2 Análisis de la muestra.....	11
	5.2.3 Llevar a cabo el análisis.....	12
	5.3 Localización del experimento.....	12
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
VII.	CONCLUSIONES.....	15
VIII.	RECOMENDACIONES.....	16
IX.	RESUMEN.....	17
	SUMMARY.....	19
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1

Niveles máximos de mercurio permitidos por la comunidad
económica Europea.....7

Cuadro 2

Estándar utilizado para realización de curva de calibración.....10

Cuadro 3

Resultados de muestras analizadas de empresas elaboradoras de
alimentos.....13

I. INTRODUCCIÓN

La utilización de harinas de origen marino en la alimentación animal es una de las principales formas de obtención de proteína, la cual proporciona una alta cantidad de aminoácidos esenciales de fácil digestibilidad, siendo una de las fuentes de proteína más baratas además de beneficiosas para la nutrición animal.

Los beneficios de dicha harina se ven opacados por diferentes factores anti nutricionales que podrían estar presentes en la dieta de animales acuáticos, entre los cuales se encuentran los metales pesados que se acumulan en la fibra muscular.

La presencia de metales pesados en la alimentación animal es la principal causa de contaminación en humanos, de ahí su constante revisión en los productos de origen marino.

Dentro de estos metales, el mercurio reviste gran importancia puesto que es uno de los principales indicadores de contaminación de las masas de agua, además de ser uno de los metales que afecta a niños en edades de 1 a 3 años, madres en estado de gestación y mujeres en etapas reproductivas (Méndez Batán, 2001).

En el presente trabajo se determinaron los niveles de mercurio presente en las harinas de pescado utilizadas en la alimentación animal en Guatemala.

II. HIPÓTESIS

La concentración de mercurio en las harinas de pescado utilizadas en la alimentación animal en Guatemala, cumplen con el estándar impuesto por la Comunidad Económica Europea.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Contribuir a la determinación de la concentración de metales pesados en productos de origen marino utilizados para la alimentación animal, en plantas de producción de alimentos balanceados.

3.2 Objetivo Especifico

- Determinar si los niveles de mercurio presente en las harinas de pescado utilizadas en alimentación animal en Guatemala, cumplen con el estándar impuesto por la Comunidad Europea.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

El alimento puede ser puerta de entrada de varios patógenos y agentes anti nutricionales, por lo cual existen entes reguladores nacionales e internacionales como lo son el MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación), la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y la CEE (Comunidad Económica Europea). Los cuales regulan la presencia de agentes anti nutricionales en las materias primas y productos terminados para la alimentación animal; entre estos factores podemos encontrar: metales pesados, pesticidas, dioxinas y otros, que al ser consumidos por el animal podrían no afectarle de manera directa, pero si al ser humano.

La harina de pescado es un producto obtenido del procesamiento de pescados, eliminando parcialmente su contenido de agua y aceite. La harina de pescado, natural y sostenible proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y una grasa rica en ácidos omega-3 (Grau de Marin, 2007).

Es utilizada como ingrediente de alimentos para aves ponedoras, cerdos, rumiantes, vacas lecheras, ganado vacuno, ovino, y animales acuáticos, disminuyendo notablemente los costos de producción industrial de estos animales siendo uno de los más utilizados para la alimentación animal (Grau de Marin, 2007).

4.1 El mercurio

El mercurio es un elemento que se encuentra en la naturaleza, el cual puede ser encontrado en la tierra en sus diferentes capas en diferentes concentraciones, este metal puede ser transportado en el medio ambiente por diferentes fuentes como lo pueden ser el agua y el viento, el cual es enviado a la atmosfera por medio de vapores volcánicos, incendios forestales o movimiento de masas de

agua. El ciclo ambiental del mercurio produce que dicho metal sea acumulado en grandes masas de agua.

La mayor parte del mercurio natural se encuentra como cinabrio (HgS). En este compuesto, el mercurio (Hg_2) está unido fuertemente al radical sulfuro, liberándose lentamente hacia el ambiente. También existen trazas de mercurio en el carbón, liberándose a la atmósfera al ser utilizado como combustible. Las erupciones volcánicas e incendios forestales también constituyen fuente de mercurio en el ambiente. Las fábricas de cloro, entre otras, también liberan mercurio hacia la atmósfera.

Este mercurio es depositado de vuelta a la tierra y el agua. El mercurio inorgánico puede ser convertido por algunas bacterias en el catión organometálico conocido como metilmercurio (MeHg^+), acumulándose en el organismo de los peces. La presencia de mercurio en los cuerpos de agua se da por actividades humanas como lo son la combustión del carbón, minería directa de mercurio, plata y oro, o por actividades naturales como lo son las erupciones volcánicas, las cuales producen las emisiones de mercurio (Hg) a la atmósfera y se distribuyen globalmente contaminando los ecosistemas (Bigler, 2001).

Es importante determinar los niveles de mercurio presente en el músculo del pescado, ya que éstos son un indicador de los niveles de contaminación atmosférica existente, esto causara repercusiones en la salud humana y animal (Bigler, 2001).

Los principales efectos nocivos son similares en los animales y humanos, presentándose sintomatología nerviosa, siendo poco frecuente que se denoten signos clínicos de intoxicación, pero las especies de consumo humano como los son el ganado bovino, caprino, aves y en especial las especies marinas, acumulan

dicho catión, el cual, al ser consumido por el humano, produce sintomatología de intoxicación.

Los efectos tóxicos para el humano incluyen daños al cerebro, riñones y pulmones. El envenenamiento por mercurio puede provocar varias enfermedades, incluyendo acrodinia (enfermedad rosada, produce encefalopatía y poli neuropatía), el síndrome de Hunter-Russell (deficiencia o ausencia de la enzima iduronato-2-sulfatasa) y la enfermedad de Mina mata (en casos extremos produce parálisis y muerte), (Fundación Vasca, 2013).

El mercurio en su forma natural no es absorbido y acumulado en el organismo animal. Ciertas bacterias del género *Pseudomona* pueden transformarlo en metilmercurio; este mismo libera el metilmercurio como un sustrato para ser absorbido en la tierra la cual nutre a la flora tanto terrestre como acuática y de la cual se nutre la base de la cadena alimenticia. Conforme avanza en la cadena trófica este catión se acumula en las grasas y músculos de los peces. A mayor altura en la cadena trófica, mayor presencia de metilmercurio (Méndez Batán, 2001).

En el Año 2012 la CEE, por medio de la directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del consejo del 7 de mayo del 2002 sobre sustancias indeseables en la alimentación animal, definieron los niveles máximos permitidos para la presencia de diferentes sustancias indeseables para la alimentación animal, entre ellas el mercurio, donde se definió el siguiente cuadro:

**CUADRO 1. NIVELES MÁXIMOS DE MERCURIO PERMITIDOS POR LA
COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA**

Materias primas para piensos	0.1 ppm
Excepto	
Pescados otros animales acuáticos y sus productos derivados	0.5 ppm
Carbonato cálcico, carbonato magnésico	0.3 ppm
Piensos compuestos	0.1 ppm
Excepto	
piensos minerales	0.2 ppm
piensos compuestos para peces	0.2 ppm
Piensos compuestos para perros gatos y animales de peletería	0.3 ppm

Fuente: Reglamento (UE) No 744/2012 del 16 de agosto del 2012

Este valor sigue en vigencia de conformidad con la Normativa actual de la CEE, la cual es referencia en la Normativa Centroamericana vigente, misma que define en su Anexo Resolución No 282-2012 (COMIECO LXII) del Reglamento Técnico Centroamericano 65.05.52:11 en el punto 17 en donde menciona. *“Métodos analíticos, metodologías y especificaciones de calidad” que especifica: como referencia la Autoridad Competente aplicará los métodos analíticos y metodologías, especificaciones de inocuidad, control y calidad en productos utilizados en alimentación animal contemplados en:*

- *Asociación de químicos analíticos (AOAC).*
- *Otros reconocidos internacionalmente*
- *Propias, validadas por los elaboradores”*

El método para la determinación de dichas sustancias no ha sido establecido puesto que la Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y consejo de 7 de mayo del 2002 define lo siguiente:

Los procedimientos para determinar los residuos de sustancias indeseables se están perfeccionando continuamente, de modo que es posible detectar incluso residuos en cantidades inocuas para la salud humana y animal. La técnica utilizada con regularidad se refiere a la espectrofotometría de masa atómica. La técnica utilizada sirve para determinar la composición elemental del analito por su carga electromagnética o su espectro de masa.

La espectrofotometría de masa atómica se basa en la medición de la cantidad de energía que absorbe o transmite un sistema químico en función de la longitud de onda; El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia (Poulin, 2008).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Recursos de campo

- Gas oxígeno.
- Agua desionizada.
- Ácido nítrico (HNO_3) 65%.
- Soluciones estándar de mercurio 100 ppm,
- 3 muestras de harina de pescado de diferente procedencia.

5.1.2 Recursos de laboratorio

- Cubetas de cuarzo para equipo DMA 80.
- Micro pipetas de 10, 100, 200 y 1000 micro litros.
- Espátulas y pinzas de plástico.
- Guantes y anteojos.
- Parafilm.
- Beaker de 250 mL.
- Beaker de 500 mL.
- Balones aforados de 25 mL.
- Balones aforados de 10 mL.
- Recipientes para desecho.
- Equipo de absorción atómica en frío.
- Balanza analítica de 0.01 a 0.1 mg.
- Baño ultrasónico.
- Manta calefactora.
- Mufla.

5.2 Metodología

El desarrollo del experimento se realizó en dos fases:

5.2.1 Fase 1: recolección de muestras

Se visitaron 3 empresas productoras de alimentos balanceados para animales, de donde se obtuvieron 1Kg de harina de pescado de uso para la producción de alimentos, recolectado a través de la metodología para toma de sub-muestras sugerida por Flores (1985). Dichas muestras se etiquetaron para identificar su origen y fecha de recolección; posteriormente se trasladó al laboratorio.

CUADRO 2. ESTÁNDAR UTILIZADO PARA REALIZACIÓN DE CURVA DE CALIBRACIÓN

Curva de baja concentración (0-20 µg totales de Hg)			
Concentración agregado (µg /L, ppb)	Hg Agregado (µg)	Vol St Hg 1 mg/L A agregar (UI)	Volumen HNO₃ 5% a agregar (UI)
0	Blanco	0	100
25	2	2.5	97.5
50	5	5	95
100	1	10	90
150	1	15	85
200	2	20	80

Fuente: Elaboración propia

- Preparación de controles: se preparó al menos dos soluciones para controlar las distintas porciones de la curva de calibración. Se sugiere preparar controles de calidad a partir de un lote de estándares diferentes de la curva de calibración.

- Preparación de la muestra: se homogenizó la muestra y se pesó aproximadamente entre 0.05-0.5 g por duplicado en cubetas de níquel, previo lavado de estas
- Lavado de cubetas de níquel, y/o cuarzo: se tomó las cubetas de níquel a usar, colocándolas con una cantidad abundante de HNO_3 10% en un recipiente grande que permita agitación por ultrasonido.
- Tapar el balón con para film y colocarlo en baño ultrasónico por 30 minutos, pasados los 30 minutos, se vació el exceso de ácido y coloca agua desionizada limpia en el balón con las cubetas. Se dejó en baño ultrasónico por 10 minutos.
- Pasados los 10 minutos, se desechó el exceso de agua.
- Se secaron las cubetas con papel mayordomo.

5.2.2 Análisis de la muestra

- El equipo DMA-80 posee dos rangos de lectura. Los rangos están dados por la concentración de la muestra a trabajar, es decir:
- Celda de lectura de baja concentración: rango 0 a 20 μg totales de Hg.
- Celda de lectura de alta concentración: Rango de 20 a 100 μg Totales de Hg.
- La calibración del equipo, se consideró una curva de calibración de baja concentración para realizar una detección de 0 a 20 μg totales de Hg.
- Configurar el método en el equipo.

5.2.3 Llevar a cabo el análisis

- Cálculo de resultados.
- El equipo DMA-80 expresará el resultado en μg totales de mercurio. Además, se configuró el equipo para realizar una detección en $\mu\text{g/L}$.

5.3 Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CUADRO 3. RESULTADOS DE MUESTRAS ANALIZADAS DE EMPRESAS ELABORADORAS DE ALIMENTOS

Muestra # 1				Muestra # 2				Muestra # 3			
Media	- 0.16	- 0.16	-0.532	Media	- 0.20	- 0.20	-0.651	Media	- 0.23	- 0.23	-0.735
SD (desviación estándar)	0.03	0.03	0.0959	SD (desviación estándar)	0.01	0.01	0.0206	SD (desviación estándar)	0.00	0.00	0.0017

Fuente: Elaboración propia (todos los valores de la tabla están dados en ppb).

Los análisis realizados mostraron que los niveles de mercurio en las harinas de pescado estudiadas se encuentran por debajo del mínimo establecido por la CEE para estos productos.

Según un estudio realizado por Salazar (2016), la mayor cantidad de mercurio encontrado es proveniente de peces depredadores como el atún, que se encuentra en primer lugar de acumulación de este metal. Los niveles de mercurio presentes en el atún fresco (0.514 mg Hg/Kg.) como deshidratado (menor a 0.056 mg Hg/Kg) en análisis realizados entre los años 2005 a 2011 se encuentran por debajo de los máximos permisibles.

En el año 2008 se estableció que la acumulación de mercurio en la anatomía del pescado es homogénea para las distintas zonas musculares y de menor acumulación en zonas óseas y grasas (Escribá & Soto 2008).

Los subproductos de la pesca son la única vía probable de ingreso de mercurio en la dieta de un animal terrestre, el cual al no poder metabolizarlo y excretarlo lo acumula en las fibras musculares (Elias,2015).

La utilización de harinas de pescado en animales domésticos supone una serie de ventajas como el rápido crecimiento y mejor conversión; la utilización de alimentos que contienen harinas de pescado pueden originar niveles de mercurio no deseados debido a su acumulación al no excretarse del organismo, por lo que la carne procedente de animales alimentados con productos derivados de la pesca podría contribuir a la exposición del ser humano al mercurio (Grau de Marín, 2007).

La importancia de la determinación de dicho metal radica en los efectos de la acumulación en el organismo humano, diferentes estudios realizados en el continente americano han demostrado la presencia de dicho metal en diferentes materias primas utilizadas en la alimentación animal y humana.

En Guatemala existen pocos antecedentes sobre el estudio de mercurio, en el año 2015 en la región sur-occidente del país se realizó una investigación sobre los niveles de mercurio presente en dos especies de tiburones en donde se encontró que el 73 % las muestras recolectadas sobrepasaban los límites máximos permitidos por la Comunidad Económica Europea (Elías, 2015).

Según el Ministerio de Ambientes y Recursos Naturales de Guatemala (2018), la población guatemalteca está expuesta a la forma orgánica del mercurio a través del tiempo en organismos que pueden ser consumidos frecuentemente, entre los mariscos estudiados por el MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) los que presentaron la mayor concentración de mercurio (≥ 0.22 ppm) están el mero grande, crite lucio, pez espada y el atún.

Por lo anterior el MARN recomienda crear un sistema de monitoreo y coordinación de datos existentes con los esfuerzos de muestreo mundial y regional donde se analizarán muestras de cabello de personas, tejido de peces y pescados, sangre de diferentes especies productivas, plumas y huevos de aves (Barrio, 2018).

VII. CONCLUSIONES

- Las concentraciones de mercurio encontrados en las harinas de pescado analizadas no superan 0.1ppb, por lo cual se consideran utilizables en alimentación de animales para consumo humano.
- Las concentraciones de Mercurio presente en las harinas de pescado importadas y utilizadas en Guatemala no son nocivas para los animales alimentados con este ingrediente.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir utilizando harina de pescado de fuentes que actualmente lo proveen, puesto que no presenta concentración de mercurio peligroso para los animales o los seres humanos.
- Se recomienda realizar monitoreo de niveles de mercurio en los alimentos balanceados ofrecidos en el mercado nacional, para evitar acumulación y biomagnificación del mismo y efectos nocivos hacia el ser humano.

IX. RESUMEN

La harina de pescado es un subproducto de la pesca, el cual es utilizado en la alimentación animal dando beneficios a la producción, dicha materia prima proporciona niveles altos de proteína de alta digestibilidad y de gran valor biológico a un bajo costo, dichos beneficios se ven disminuidos por una serie de contaminantes que pueden ser perjudiciales tanto para el animal como para el ser humano.

Entre los contaminantes podemos encontrar metales pesados como son: plomo, arsénico, cadmio, mercurio entre otros siendo este último uno de los más relevantes para estudiar, dicho metal pesado cumple con un ciclo biológico el cual puede verse afectado por diferentes actividades del ser humano, entre estas actividades podemos encontrar la minería, agricultura, además la presencia de dichos metales pesados son tomados como indicadores de la contaminación que puede existir en los suelos y en las afluentes de agua.

En el presente estudio se realiza una cuantificación del mercurio presente en harinas de pescado utilizando la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, el cual mide la cantidad de energía radiante en función de la longitud de onda, pudiendo de esta manera cuantificar la cantidad de mercurio presente en una muestra.

El muestreo de la investigación se realizó en las tres principales empresas importadoras de harina de pescado cubriendo de esta manera la mayor parte de importadores la harina de pescado.

Los resultados encontrados en la investigación se encuentran por debajo de 0.1 PPM lo cual está por debajo de las regulaciones internacionales.

Con los resultados encontrados en la investigación podemos mencionar que los niveles de mercurio presentes en las harinas de pescado utilizadas en la alimentación animal son de uso seguro.

SUMMARY

Fishmeal is a byproduct of fishing, which is used in animal feed giving benefits to production, said raw material provides high levels of high digestibility protein and high biological value at a low cost, and these benefits are seen diminished by a series of pollutants that can be harmful to both the animal and the human being.

Among the pollutants we can find heavy metals such as: lead, arsenic, cadmium, mercury among others, the latter being one of the most relevant to study, said heavy metal complies with a biological cycle which can be affected by different activities of the human being, among these activities we can find mining, agriculture, in addition to presence of such heavy metals are taken as indicators of contamination that may exist in soils and water tributaries.

In the present study a quantification of the mercury present in fishmeal is performed using the atomic absorption spectrophotometry technique, which measures the amount of radiant energy as a function of the wavelength, thus being able to quantify the amount of mercury present in a sample.

The sampling of the research was carried out in the three main fishmeal importing companies, thus covering most of the fishmeal importers.

The results found in the investigation are below 0.1 PPM which is below international regulations.

With the results found in the research we mention that the levels of mercury in fish meal used in animal feed are safe to use.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrios Otoniel (2018) “Estado del mercurio en Guatemala” ministerio de ambiente y recursos naturales

Bigler, J. (2001). Mercury update, *environmental Protection Agency Fact sheet* (Pág. 1- 10). U.S environmental Protection Agency EPA

Comisión Europea (2012) Reglamento (UE) No 744/2012 de la comisión de 16 de agosto 2012 por el que se modifican los anexos I y II de la directiva 2002/32/CE del parlamento europeo y del consejo con respecto a los contenidos máximos de arsénico, Flúor, plomo, mercurio, endosulfan, dioxinas, ambrosía SPD, diclazurilo, lasalocid y los límites de intervención para las dioxinas, *Diario oficial de la unión europea*.

Davidson P. (2004) Mercury exposure and child development outcomes, *Pediatrics* 113 (4): 1023 – 1029.

Elias Ogaldez, Gustavo Adolfo (2015) “Determinación de mercurio(Hg) en carne de tiburón *sphyrna lewini* y *carcharinus falciformis*, en el pacifico de Guatemala” Programa de investigación en recursos naturales y ambiente.

Escribá Sandoval Carmen, Soto de León Mirza (2007) “Cuantificación de mercurio (Hg), por la Técnica de espectrofotometría de absorción atómica con celda de vapor frio (FIAS), en muestras de carne de tiburón proveniente de las costas del atlántico y pacífico de la república de Guatemala” Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias químicas y Farmacia

Flores Méndez J. A. (1985). Bromatología animal México: Limusa



Fundación Vasca para la seguridad agroalimentaria. (2013) Mercurio, Sustancias indeseables en alimentación, Fundación Vasca para la seguridad Agroalimentaria animal (Pág. 1 – 5).

Grau de Marín, C, Marval, H y Zerpa de Marcano, A (2007). Utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para crecimiento y engorde de animal, *Sitio Argentino de producción animal* (Pág. 93-95) Recuperado de://www.produccionanimal.com.ar/

Méndez Batán, J. (2001). Metales pesados en alimentación animal en alimentación animal, *sitio argentino de producción animal* recuperado de <http://www.produccion-animal.com.ar/>

Poulin, J y Gibb, H (2008). Mercurio evaluación de la carga de morbilidad ambiental a nivel nacional y local, Serie Carga de morbilidad ambiental (Pág. 1-35)

Salazar Chacón, Yajaira (2016) evaluación de mercurio en productos pesqueros en Costa Rica, durante 2003-2013, como insumo para recomendar una ingesta semanal tolerable, revista costarricense de salud pública.



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE MERCURIO EN
HARINAS DE PESCADO, UTILIZADAS EN ALIMENTACIÓN
ANIMAL, EN 3 EMPRESAS IMPORTADORAS EN EL AÑO 2017 EN
GUATEMALA**

f.


JAVIER AKIHITO TANIMOTO MORENO

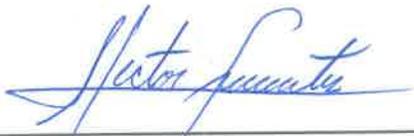
f.


Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
ASESOR PRINCIPAL

f.


Dr. Hugo René Pérez Noriega
ASESOR

f.


M.Sc. Héctor Eduardo Fuentes Rousselin
EVALUADOR

IMPRIMASE

f.


M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO