

**TITULO**

**CONDICIONES DEL PESCADO BOCACHICO (*Prochilodus magdalenae*)  
COMERCIALIZADOS EN LOS CENTROS DE COMPRAS COMUNES EN LA  
CIUDAD DE MONTERÍA-CORDOBA**

**AUTOR/S**

**WENDY PAOLA LUGO CASTAÑO**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

**EDUCACIÓN AMBIENTAL**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE EDUCACION Y CIENCIAS HUMANAS**

**LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL**

**2020**

**TITULO**

**CONDICIONES DEL PESCADO BOCACHICO (*Prochilodus magdalenae*)  
COMERCIALIZADOS EN LOS CENTROS DE COMPRAS COMUNES EN LA  
CIUDAD DE MONTERÍA-CORDOBA**

**AUTOR/S**

**WENDY PAOLA LUGO CASTAÑO**

**Trabajo de Grado para optar al título de Licenciado en Ciencias Naturales y  
Educación Ambiental**

**DIRECTORA:**

**MSc. EDITH DE JESUS CADAVID VELÁSQUEZ**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE EDUCACION Y CIENCIAS HUMANAS**

**LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL**

**2020**

**NOTAS DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Montería, 11/05/2020**

**DEDICATORIA**

*A Dios a quien le Agradezco cada uno de mis logros y triunfos, sin él, sin su compañía, sin su guía, quizá no podría siquiera haber iniciado el camino para ser quien soy hoy.*

*A mi Padres, LUZ y JUAN por haberme dedicado su tiempo y por haber estado siempre ahí para mí, me han dado amor incondicional, y me han enseñado el valor del trabajo y el progreso, me han inculcado valores y me han encaminado siempre al buen obrar.*

*A mi Esposo, cómplice, amigo JAIRO. Gracias por estar y darme fuerzas aun cuando yo ya no tenia, por impulsarme y creer en mi a ti muchas gracias.*

*A mis padres JULIA y RUBEN, quienes aún en la distancia sus corazones y su amor han estado ahí para mí.*

*A mi hermana Julieth quien comparte mis triunfos como suyos.*

*A mis TÍAS maternas SILVIA Y SHIRLEY que han sido como unas madres siempre han compartido mis buenos y no tan felices momentos.*

*Mis PRIMOS Y PRIMAS Maternos que han sido como hermanos para mí a pesar de todo siempre juntos.*

*A mis ANGELES en el cielo, en especial a mi TIO JUAN que debe de estar feliz al verme alcanzar este tan anhelado Título Profesional.*

*Amigas y Amigos Gracias por el apoyo moral y emocional que me brindaron a lo largo de la carrera universitaria.*

*Gracias a MIS AMIGOS y a todas las personas que de una u otra forma me han acompañado a lo largo de mis años.*

*Wendy Paola Lugo Castaño*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por su amor infinito, su misericordia y la gracia de alcanzarnos tantas bendiciones y éxitos en este tiempo.*

*Muy especialmente a nuestra directora de trabajo investigación. MSc. Edith Cadavid, por la acertada orientación y discusión crítica que permitió un buen aprovechamiento en el trabajo realizado, y que esta investigación llegara a un buen término.*

*A la Universidad De Córdoba, Mi Alma Mater por confiar en nosotros, abrirnos las puertas y permitirnos realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.*

*Finalmente, expresar nuestro agradecimiento a todos los docentes del programa de la Licenciatura de Ciencias Naturales y Educación Ambiental y la Universidad de Córdoba, por hacernos crecer día a día como profesionales.*

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION .....	11
2. OBJETIVOS .....	15
2.1 OBJETIVO GENERAL: .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	15
3. MARCO REFERENCIAL .....	16
3.1 ANTECEDENTES.....	16
3.3 MARCO TEORICO.....	27
3.2.1 Características morfológicas y clasificación taxonómicas del Bocachico (Prochilodus magdalenae) .....	27
3.2.2 Contaminantes acuícolas .....	29
3.2.3 Concentración de contaminantes en peces .....	33
3.2.4 Comercialización de pescados en centros de compras de Montería.....	34
3.2.5 Marco legal.....	35
4. MARCO METODOLOGICO .....	36
4.1. ENFOQUE .....	36
4.2. MÉTODO.....	36
4.3. FASES METODOLÓGICAS: .....	37
4.4. AREA DE ESTUDIO.....	38
4.5. POBLACION Y MUESTRA .....	39
4.6. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION.....	39
4.7. TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS .....	40
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
6. RELACION DE LA INFORMACION DE LOS VENDEDORES CON LA REVISION DOCUMENTAL.....	53
7. CONCLUSIONES.....	57
8. RECOMENDACIONES.....	59
9. BIBLIOGRAFIA.....	61

## LISTA DE TABLAS

1. Tabla 1 Relación de números de documentos encontrados en las diferentes fuentes de información .....	42
2. Tabla 2. Relación de documentos encontrados a nivel internacional.....	43
3. Tabla 3 Relación de documentos encontrados a nivel nacional .....	46
4. Tabla 4 Relación de documentos encontrados a nivel local.....	48
5. Tabla 5 Relación de la información de los vendedores con los documentos encontrados para identificar riesgo potencial de contaminación por el consumo de pescado bocachica ( <i>Prochilodus magdalenae</i> ) .....	54

## **LISTA DE FIGURAS**

1. Figura 1 Bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Supermercado Euro ..... 27
2. Figura 2 Sitios centros de compras de Montería ..... 38

## RESUMEN

El pescado y los productos pesqueros son una fuente esencial y asequible de alimentos y proteínas de alta calidad. El consumo de pescado contaminado por metales pesados, está generando afectaciones en la seguridad alimentaria y la salud pública. Se pretendía lograr con este estudio identificar el posible riesgo potencial al que se encuentran expuestas las personas que consumen pescado (*Prochilodus magdalenae*) en la ciudad de Montería, relacionando de manera descriptiva fuentes de contaminación a través de una revisión investigativa de la zona y entrevistas a expendedores de pescado. Se seleccionaron 10 documentos internacionales, 10 documentos nacionales y 10 documentos locales relacionados con la contaminación química por metales pesados y pesticidas en cuencas cercanas y locales de Córdoba, se definió en dialogo con los vendedores y los documentos encontrados que el pescado más vendido es bocachico argentino y el río Nechì y la Ciénaga de Ayapel tienen niveles altos de mercurio (Hg) más del permitido por la USEPA y se deduce que el pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*) puede ser un riesgo potencial para la salud de la población monteriana. Las concentraciones de contaminantes podrían ser bajas, pero no se debería dejar poner atención por la capacidad de bioacumulación de estos.

**Palabras claves:** pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*), metales pesados, contaminación.

## ABSTRAC

Fish and fishery products are an essential and affordable source of high-quality food and protein. The consumption of fish contaminated by heavy metals, is causing impacts on food security and public health. This study aims to identify the possible potential risk to which people who consume fish (*Prochilodus magdalenae*) are exposed in the city of Monteria, descriptively relating sources of contamination through an investigative review of the area and interviews of vendors of fish. 10 international documents, 10 national documents and 10 local documents related to chemical contamination by heavy metals and pesticides in nearby and local basins of Córdoba were selected, it was defined in dialogue with the sellers and the documents found that the best-selling fish is Argentine bocachico and the Nechì River and the Ayapel Swamp have high levels of mercury (Hg) more than the USEPA allows, and it follows that bocachico fish (*Prochilodus magdalenae*) may be a potential health risk for the monteriana population. Contaminant concentrations may be low, but attention should be paid to their bioaccumulation capacity.

**Key words:** fish bocachico (*Prochilodus magdalenae*), heavy metals, pollution.

## 1. INTRODUCCIÓN

El pescado y los productos pesqueros son una fuente esencial y asequible de alimentos y proteínas de alta calidad. El consumo de éste en el año 2016 en el mundo fue de 20,3 %, y se espera que para el 2030 el consumo total de pescado aumente en todas las regiones y subregiones, con un gran crecimiento proyectado en América Latina de más del 33%, África más del 37%, Oceanía más del 28% y Asia más del 20% (FAO, 2018).

Asimismo, estudios recientes han reportado que el consumo de pescado contaminado por metales pesados, está generando afectaciones en la seguridad alimentaria y la salud pública, convirtiéndose en un tema de interés latente en la actualidad a nivel mundial (Reyes et al., 2016; Fuentes et al., 2018 y Herrera et al., 2018), ya que ocasionan daño que van desde afectaciones en el sistema nervioso y el aparato digestivo, hasta la obstrucción de órganos vitales y el desarrollo de manifestaciones carcinogénicas (Nava y Méndez, 2011 y López y Barragán, 2014).

En Colombia se han realizado varios estudios desde la década de los setenta tendientes a conocer la concentración de sustancias químicas en las aguas y sedimentos, luego en los peces y más recientemente en la vegetación acuática y en poblaciones de pescadores que consumen con frecuencia el recurso pesquero obtenido en los principales ríos del país. Los estudios pioneros han sido los realizados por investigadores del desaparecido Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT), en la que el Río Magdalena presenta un alto grado de contaminación y deterioro de la calidad de sus aguas provocado por el vertimiento diario de una extensa gama de productos químicos como hidrocarburos, pesticidas organoclorados y organofosforados y metales pesados, por parte de las diferentes

actividades de tipo industrial, agrícola y aguas negras, proveniente a lo largo de los 17 departamentos que se encuentran en sus riberas (Vargas y Ramírez, 1969; Galiano-Sedano, 1972; Cardeñosa et al., 1973; Galiano-Sedano, 1973; Galiano-Sedano et al., 1977 y Galiano-Sedano, 1979).

En el departamento de Córdoba y sucre no existía información sobre los niveles de metales pesados hasta el 2008 y su distribución en la cuenca del río Sinú (Marrugo y Paternina, 2011), actualmente, en la zona se ha reportado la existencia de metales pesados como Cadmio (Cd), Cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), manganeso (Mn), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb) y aluminio (Al) de forma variada en agua, sedimento y peces (Marrugo y Paternina, 2011).

El Coporo o Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), es el pescado más consumido por los cordobeses, tiene una distribución geográfica en Sudamérica y Panamá, es un pez de agua dulce y de clima tropical. Vive en ciénagas y ríos preferencialmente en tributarios laterales alimentándose del detritus proveniente de la descomposición de materia orgánica de la vegetación acuática, aumentando en tamaño y peso. Los metales pesados en pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*), tienen muchas evidencias investigativas en la zona de estudio, pero no se le ha hecho un estudio específico de las concentraciones de metales pesados en lugares de compras comunes de la población de la ciudad de montería, de esta manera se pretende con este estudio relacionarlos con diferentes con los diálogos de sus expendedores, para identificar el posible riesgo potencial al que se encuentran expuestas las personas que consumen mucho o poco de dichos pescados y de esta manera generar una línea base de estudio, sobre el grado o no de contaminación al que está expuesto por

metales esta especie tan comercializada, y así implementar medidas de tipo preventivo y de control en la venta discriminada de pescado contaminado.

Con el paso de los años, la ciudad de Montería se ha convertido en un auge de oportunidades con grandes almacenes, tiendas, centros comerciales y supermercados. Las Plazas de Mercado siguen teniendo un importante lugar dentro de las tradicionales compras de los Monterianos y de sus visitantes. Son por lo general grandes espacios en donde es posible comprar verduras, frutas, quesos, carnes, pescados, etc.; a un excelente precio y de una alta calidad y lo que es mejor, negociar las compras directamente con los productores. Hace aproximadamente 30 años las tradicionales plazas de mercado tenían una cobertura más amplia con respecto a lo que es hoy en día, ya que tenían una aceptación muy grande, pero al pasar de los años lo tradicional se ha ido sustituyendo por los supermercados, los surtiferuers, por las tiendas de barrio y por los lugares de venta de alimentos especializados y exportados (Gómez, 2015). Las plazas de mercado y centros comerciales tienen como destinación básica la compra y venta de bienes o servicios. Al ser estos conocidos como sitios de compra popular, son un gran canal de distribución de alimentos y demás cosas que allí se venden y a veces hasta sorprenden con las cosas que ahí se pueden llegar a encontrar.

Después de dar a conocer el problema, su importancia y relevancia desde los diferentes ámbitos geográficos a través de otros estudios base, se procede mostrar las delimitaciones de las acciones que permitieron alcanzar los objetivos propuestos y darlos a conocer en el capítulo de los objetivos. Seguidamente, se encuentran el capítulo del marco referencial con los antecedentes que dan a conocer diferentes estudios de contaminación por metales pesados desde el ámbito internacional, nacional, regional y local y los

referentes desde lo conceptual, teóricos y legales que apoyan los temas tratados en la investigación. Le sucede capítulo del marco metodológico que indica el enfoque y tipo de método científico que ubica la manera como se va a llevar a cabo esta investigación y la búsqueda de resultados. Finalmente, se dan a conocer los resultados, su respectivo análisis, conclusiones y recomendaciones.

## **2. OBJETIVOS GENERALES**

Identificar el riesgo potencial al que se encuentran expuestos los consumidores de pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*) por contaminantes químicos en los centros de compras comunes en la ciudad de Montería.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar una revisión documental para determinar fuentes de contaminación del pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

Indagar en los vendedores de pescado las características de venta a sus consumidores del bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

Relacionar la información dada por los vendedores con la revisión documental obtenida para precisar el riesgo potencial de los consumidores de pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

### 3. MARCO REFERENCIAL

#### 3.1 ANTECEDENTES

Para fundamentar esta investigación fue necesario hacer una búsqueda de estudios para determinar fuentes de contaminación, tipos de contaminación y la especie bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y otras especies relacionadas. A nivel internacional se encuentran referenciados pescados distintos del bocachico, ya que su distribución geográfica se limita a Panamá y Venezuela, sin embargo, las investigaciones de esta especie con contaminantes en Panamá no se encontraron. A continuación se exponen los antecedentes investigativos partiendo de un orden internacional, nacional y local.

#### **A nivel internacional se destacan las siguientes investigaciones:**

Estudios como el de Velasco-González, Echavarría-Almeida, Pérez-López y Villanueva-Fierro en el 2001, en su artículo titulado “Contenido de mercurio y arsénico en atún y sardinas enlatadas mexicanas”, se determinaron estos metales pesados en 84 muestras de latas de seis marcas comerciales, mediante la utilización de espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros. Los resultados obtenidos oscilaron entre 0.18 a 4.52 de Hg y 0.14 a 4.74 de Hg mg/kg, el 36% de las muestras de atún analizadas sobrepasaron la concentración máxima de 1.0 mg/kg de mercurio en pescado, establecido por la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos de América (FDA, 2000) y 2,2 de As mg/kg supera el reportado en Inglaterra. Estudio importante para este trabajo como referente de venta de alimentos como potencial riesgo a los consumidores.

Autores como Besada, González y Schultze, en 2006 realizaron un trabajo titulado “Concentraciones de mercurio, cadmio, plomo, arsénico, cobre y zinc en atún blanco, rabil y patudo procedente del Océano Atlántico” en Vigo, España. Las especies estudiadas fueron el atún blanco o bonito del norte (*Thunnus alalunga*), el rabil (*Thunnus albacares*) y el patudo (*Thunnus obesus*) y según análisis de los resultados, las concentraciones máximas de Hg en las muestras de atún blanco y rabil fueron muy alejadas del límite para consumo humano fijado en el Reglamento Comunitario CE 466/2001 y CE 78/2005 (2005) que para este elemento es 1.0 mg kg<sup>-1</sup> peso húmedo. Estudio importante para este trabajo como referente de fuente de contaminación.

En Venezuela, con el trabajo titulado “Estado de conocimiento de las concentraciones de cadmio, mercurio y plomo en organismos acuáticos de Venezuela”, por la autora Salazar-Lugo en 2009. La contaminación por metales pesados está relacionada con el desarrollo de la industria siderúrgica y petrolera, así como a la explotación indiscriminada de otros metales como el oro. Está bastante documentada la contaminación del lago de Maracaibo dado al desarrollo en sus cercanías de actividades urbanas, industriales, mineras y agropecuarias; del lago de Valencia, del río Tuy, Orinoco y Manzanares, entre otros. Se hace una revisión el estado de conocimiento de los últimos 10 años y se observa la concentración de plomo, cadmio y mercurio en especies acuáticas de diferentes áreas del País, donde uno de las especies típicas del país es el bocachico (*Prochilodus reticulata*), donde reportaron de Vanegas (2003) concentraciones significativas de Cd y Pb. Estudio importante para este trabajo como referente de revisión documental de contaminantes y fuentes de contaminación de una especie cercana al bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

El trabajo de investigación titulado “Interpretación del contenido de mercurio en muestras nacionales de pez vela (*Istiophorus platypterus*) y marlín (*Makaira* spp o *Tetrapturus* spp) a partir de parámetros toxicológicos internacionales – Costa Rica” por Calleja y Ramírez en 2014, encontraron que en 11 muestras de pez vela y 11 de marlín tomadas en comercios nacionales, la concentración de mercurio (Hg) en pez vela variaron entre 0.85 y 1.30 mg/kg de pescado con un promedio de 1.07 $\pm$  0.17 mg/kg de pescado, y en el marlín 0.41 y 1.18 mg de mercurio/kg de pescado con un promedio de 0.83  $\pm$  0.27 mg de mercurio/kg de pescado. Ambos casos exhiben valores cercanos al límite máximo recomendado por la Organización Mundial de la Salud de 1 mg de mercurio/kg de pescado para peces depredadores. Estudio importante para este trabajo como referente para tener en cuenta parámetros toxicológicos y de esta manera poder determinar niveles de contaminación.

En el año 2018, en el trabajo de investigación titulado "Concentración de plomo, mercurio y cadmio en músculo de peces y muestras de agua procedentes del Río Santa, Ancash - Perú" realizado por Bertolotti y Moccetti, en su estudio efectuado en peces y muestras de agua que fueron analizadas mediante la técnica de Absorción Atómica de Flama, encontraron concentraciones de Hg 0,344, 0,433 y 0,284 mg/Kg. En las tres zonas el Hg estuvo por encima de los niveles permitidos por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos. Concluyendo que todos los peces y agua representan potenciales medios de contaminación de personas con metales pesados a partir de la ruta digestiva en esta zona. Estudio importante para este trabajo como referente para definir cómo llegan los contaminantes y se determinan fuentes de contaminación.

### **A nivel nacional se destacan las siguientes investigaciones:**

Los investigadores Arrieta, Corredor y Vera en 2015, publicaron un artículo titulado “Valoración y cuantificación de metales pesados en carne de cerdo, pescado, pollo y res comercializados en Pamplona - Norte de Santander”, analizaron la presencia de trazas de Cd, Cu, Mo, Pb y Zn en tilapia de la especie *Oreochromis spp*, comercializada en 12 establecimientos de la plaza de mercado de Pamplona, norte de Santander. Se registraron concentraciones de Zn, Cd y Pb con valores de 3.519, 117 y 0.042 mg/kg, respectivamente. En el caso del Cd y el Zn los valores superaron los límites permisibles establecidos por la legislación europea de 0.010 mg/kg y 0.050 mg/kg, respectivamente. Sin embargo, la concentración de Pb no superó el límite permisible de 0.30 mg/kg para pescados. Estudio importante para este trabajo porque es un referente de estudio de metales pesados en pescados que se comercializa en plazas de mercado como parte de la búsqueda de fuente de contaminación.

En Barranquilla, Pájaro y Sánchez en 2016, reportan un estudio titulado “Evaluación de las concentraciones de metales pesados (Cd y Pb) en especies ícticas comercializadas en la plaza del pescado de la ciudad de Barranquilla y riesgo potencial para la salud humana”. Se determinó concentraciones de estos metales pesados en el tejido muscular de las especies Lebranche (*Mugil liza*), Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), Mojarra rayada (*Eugerres plumieri*), Mojarra Lora (*Oreochromis niloticus*) y Mojarra Roja (*Oreochromis sp*) que son comercializadas en la Plaza del Pescado de la ciudad de Barranquilla. El análisis se realizó mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, recolectando 10 unidades de cada especie, para un total de 50 muestras. la estimación del riesgo potencial a la cual está asociada el consumo de estos peces, permitió

identificar que ninguna de las especies analizadas generan efectos en la salud humana, ya que se obtuvieron valores menores a uno (1), lo que quiere decir, que el riesgo es imperceptible; de igual forma, ninguna de las concentraciones sobrepasaron las dosis de referencias establecidas por USEPA, 2008; no obstante, se sugiere un consumo moderado de estas especies, debido a que la bioacumulación de las concentraciones de cadmio y plomo a lo largo del tiempo, podría incrementar el riesgo por envenenamiento, ocasionando problemas de salud pública por el ingesta de estos peces. Estudio importante para este trabajo porque es un referente de estudio de metales pesados en pescados que se comercializa en plazas de mercado en la que se incluyen el pescado de la especie en estudio.

Con el objetivo de evaluar la calidad microbiológica y fisicoquímica en los peces dulceacuícolas de interés comercial en el municipio de Sincelejo, se realizó un estudio titulado “Calidad fisicoquímica y microbiológica de dos especies de pescados dulceacuícolas comercializados en el municipio de Sincelejo”, por el investigador Suarez en el año 2016, donde seleccionó dos de las especies de mayor consumo en la localidad, y se implementaron diferentes análisis de laboratorio en estas. Se evaluaron las condiciones de expendio de los establecimientos donde se comercializan estos productos, se determinaron las concentraciones de arsénico, metales pesados Pb, Zn, Cd, Hg, se estimaron los niveles de las concentraciones de plaguicidas organoclorados y se realizó una valoración de la carga microbiana patógena, en el músculo de los peces *Prochilodus magdalenae* (Bocachico) y *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Bagre). Entre los resultados obtenidos, se determinó que el mercurio presentó las mayores concentraciones en los músculos de los peces, pero estas no superaron los límites nacionales e internacionales

establecidos, mientras que el arsénico y los plaguicidas organoclorados no se detectaron en las especies estudiadas. Se observó presencia de *Salmonella* spp. En *Prochilodus magdalenae* (Bocachico) junto a la presencia de unidades formadoras de colonia por gramo de músculo de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* en *P. magdaleniatum* (Bagre). Bajo los parámetros exigidos por la normatividad colombiana para permitir el consumo de carne de pescado, las condiciones microbiológicas que presentan estas dos especies de peces dulceacuícolas comercializados en el municipio de Sincelejo no son aceptables, puesto sobrepasan los límites permitidos en cuanto a carga microbiana. Este estudio es uno de los referentes más importantes este trabajo porque es una ciudad cercana a Córdoba y comparten origen los pescados que se comercializan en cada ciudad.

El trabajo titulado “Análisis de las concentraciones de mercurio en peces importados en la ciudad de Barranquilla y riesgo potencial para la salud humana” por Altahona y Movilla en 2016. Esta investigación permitió analizar las concentraciones de mercurio presente en el tejido muscular de cinco especies ícticas importadas en la ciudad de Barranquilla como lo son: el Bocachico Argentino (*Prochilodus lineatus*), la Basa (*Pangasius hypophthalmus*), el Bocachico Venezolano (*Prochilodus reticulatus*) las cuales son comercializadas en forma fresca o congelada y los enlatados Sardina Van Premium Camp's y el Atún Medalla de Oro. Esto a partir de 50 unidades de pescado, tomando 10 muestras de tejido muscular de cada especie, las cuales fueron determinadas por espectrofotometría de absorción atómica con vapor frío en previa digestión acida en el Laboratorio de Toxicología y Gestión Ambiental de la Universidad de Córdoba, dando paso a la estimación de riesgo potencial para la salud humana Barranquillera que consume las mencionadas especies, donde se evidenció que las concentraciones más altas de mercurio se

presentaron en el Atún Medalla de Oro con un valor promedio de  $0.0911 \pm 0.0181 \mu\text{g/g}$ , y la concentración más baja en la especie Basa (*Pangasius hypophthalmus*) con promedio de  $0.0185 \pm 0.0073 \mu\text{g/g}$ . La estimación del riesgo potencial indicó que los niveles de metilmercurio no generan efectos negativos a la salud humana, puesto que la ingesta semanal de este metal por parte de la población barranquillera fue menor a 1, teniendo en cuenta que el límite máximo permisible establecido por la JECFA es de  $1.6 \mu\text{g/kg/semana}$ . No obstante, cabe resaltar que todas las especies analizadas presentaron concentraciones de mercurio, situación que amerita mayor atención en aras de prevenir una crisis de salud pública por consumo de peces contaminados, debido a que el mercurio se puede bioacumular con respecto al tiempo y generar un riesgo a mediano o largo plazo. Estudio importante para este trabajo porque es un referente de acumulación de metales pesados en pescados, que de igual forma se comercializa en plazas de mercado y supermercados en la que se incluyen diferentes especies traídas de otros países, como ocurre en la zona de estudio.

El trabajo titulado “Evaluación de la contaminación por metilmercurio en la especie *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado) del área de pesca comprendida entre el corregimiento Bijagüal y la zona urbana de Nechí y los humedales El sapo y Bijagüal del río Nechí: factor de riesgo químico que afecta la calidad de la especie”, por los investigadores Caballero en 2017. En este estudio se determinó la concentración de metilmercurio en el tejido muscular y piel dorsal de la especie *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado) en un área de pesca del río Nechí. Las muestras fueron analizadas por espectroscopia de absorción atómica, luego de la digestión ácida de las mismas. Los niveles promedios total de metilmercurio más altos se observaron en el músculo y piel. En los dos

tejidos las concentraciones más altas se dieron durante el verano sin diferencia significativa. En todos los casos, los niveles promedios encontrados excedieron el valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el consumo humano de pescado. La evolución del riesgo fue estimada por el Cociente de Peligro, que indicaron que el consumo de 120 g/día de pescado por parte de una persona, podría estar afectando su salud por envenenamiento con metilmercurio, esta exposición, podría causar daños neurotoxicogénicos, y el riesgo se hace mayor para los grupos de población vulnerable de la región, especialmente las mujeres gestante y lactantes, quienes pasan el tóxico a través de la placenta y leche materna al feto, los niños y niñas en edad de crecimiento. Este estudio es otro de los referentes más importantes, este trabajo se realizó en una ciudad cercana a Córdoba y comparten origen los pescados que se comercializan en cada ciudad.

**A nivel local se destacan las siguientes investigaciones:**

El estudio titulado “Hallazgo de mercurio en peces de la ciénaga de Ayapel, Córdoba-Colombia” por Marrugo, Lans y Benítez en 2007, con espectrometría de absorción atómica por vapor frío después de digestión ácida encontraron los mayores resultados en concentración de mercurio total (concentraciones de Hg-T) en la especie carnívora *Ageneiosus caucanus* y las menores concentraciones en la especie Iliófaga *Prochilodus magdalenae*, los cuales no sobrepasan el límite permisible para consumo humano establecido por la Organización Mundial de la Salud. Al evaluar el índice de peligrosidad, se implantó que el consumo de 0.12 kg de pescado por día en la población humana puede causar envenenamiento por mercurio, principalmente si se consumen

especies carnívoras. Este trabajo es importante para este estudio ya que aportó la información del origen de la venta de pescado que se comercializa en algunos puntos de la ciudad de Montería.

El estudio titulado “Estudio de la contaminación por pesticidas organoclorados en aguas de la ciénaga grande del valle bajo del río Sinú” en el 2008, por los autores Lans, Marrugo y Díaz. La ubicación geográfica de la ciénaga Grande de Lórica, permite la captación de aguas de escorrentías provenientes de afluentes hídricos naturales y artificiales, presentando un recambio de agua con el río Sinú. Se evaluó la contaminación con pesticidas organoclorados en aguas de la ciénaga. Los pesticidas detectados en muestras de agua fueron:  $\alpha$ -BCH,  $\beta$ -BCH,  $\gamma$ -BCH, aldrin y heptacloro epóxido. El estudio mostró que todos los pesticidas detectados en todas las estaciones se encuentran sobre el límite permitido por la ley Colombiana. Este estudio es un referente importante porque el pescado que vive en las aguas del afluente de la Ciénaga Grande de Lórica se comercializa en muchos puntos de la ciudad de Montería.

Unos años después, los autores Gracia, Marrugo y Alvis en 2009, en el mismo lugar de estudio que el anterior, con su trabajo titulado “Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia”, evaluaron las concentraciones de mercurio total (HgT) en cabello de habitantes del municipio de Ayapel y en peces capturados en la ciénaga de Ayapel. Se tomaron 112 muestras de cabello de la región occipital inferior a pobladores ribereños de la ciénaga de Ayapel mayores de 14 años y muestras de tejido muscular a siete especies de peces; estas fueron analizadas por espectrometría de absorción atómica por vapor frío después de digestión ácida. Se aplicaron encuestas sobre síntomas clínicos relacionados con intoxicación por mercurio, previa

aceptación del consentimiento informado. Los resultados de mercurio total en cabello presentaron valores altos. El valor más alto de Hg-T en peces lo presentó la especie carnívora *Sorubim cuspicaudus* y la menor concentración, la especie iliófaga *Prochilodus magdalenae*. La población estudiada de Ayapel presentó concentraciones de mercurio superiores a las permitidas internacionalmente por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y síntomas acordes con tales niveles, lo que presumiblemente se debe al alto consumo de pescado contaminado con mercurio. Este trabajo es importante para este estudio ya que aportó la información del origen de la venta de pescado que se comercializa en algunos puntos de la ciudad de Montería y nos da información de concentración y por lo tanto peligrosidad evidente del metilmercurio en humanos.

El estudio publicado “Concentraciones totales de mercurio en peces del embalse de Urrá (río Sinú, Colombia)”, por los autores Marrugo-Negrete, Navarro-Fròmeta y Ruiz-Gùzman. A través de seis años de monitoreo se determinó las concentraciones totales de mercurio (T-Hg) en peces del embalse de Urrá, después del embalse. Se estudiaron cinco especies de peces a diferentes niveles tróficos desde 2004 hasta 2009 y se analizaron mediante espectroscopia de absorción atómica de vapor frío para determinar las concentraciones de T-Hg en el tejido muscular. Se evaluaron los parámetros de calidad del agua. Se detectaron concentraciones en Tararia (*Hoplias malabaricus*) (piscívoro) y yalua (*Cyphocharax magdalenae*) (iliófago/detrítivo) respectivamente, mientras que lizeta (*Leporinus muyscorum*) (omnívoro) tuvo un nivel intermedio. Conclusiones Las concentraciones de T-Hg en las especies de peces evaluadas aumentaron después del embalse. Las variables de calidad del agua mostraron condiciones que favorecen la metilación de Hg y su biomagnificación, esto último fue evidente en la cadena alimentaria

de los peces del reservorio. Este trabajo es importante para este estudio ya que aportó la información del origen de la venta de pescado que se comercializa en algunos puntos de la ciudad de Montería.

Los autores Durán, Rosado, Ballesteros y Lerma realizaron un trabajo en 2014 titulado “Comercialización de pescado en las principales plazas de mercado de Montería, Colombia”. En el 2013 la mayor parte del pescado era vendido en las plazas de mercado, y aún se desconocía el estado de dicha comercialización. El objetivo del trabajo fue evaluar la comercialización de pescado en las plazas de mercado del centro entre las calles 35 y 38 de la Avenida primera y sur de la ciudad de Montería. Se evaluaron expendedores de pescado presentes y consumidores que fueron muestreados probabilísticamente. Se realizaron encuestas de tipo cerrada y los datos se analizaron mediante estadística descriptiva. Los resultados mostraron que el 65% de los comerciantes ejercen su labor informalmente y 57% dice tener conocimiento sobre buenas prácticas de manufactura (BPM). Sin embargo, el 70% de los comerciantes no recibe capacitación sobre éstas, evidenciando el desconocimiento de los estándares mínimos de calidad. Además, presentan inadecuada indumentaria para la labor y deficiente infraestructura y equipos de conservación. Se comercializan en promedio 15 toneladas de pescado al mes, el cual proviene de municipios de municipios ribereños y ciénagas. Los pescados más vendidos son el bocachico (94%), el bagre (91%) y la tilapia (78%). El 59% de los consumidores compran el pescado semanalmente y un 38% quincenalmente, 86% de los consumidores prefiere comprarlo fresco, 8% salado y 6% congelado. Los consumidores, al igual que los comerciantes, desconocen el buen manejo que se le debe dar al pescado. Esto requiere acompañamiento de autoridades de vigilancia y difusión de las buenas prácticas hacia una

cultura de calidad para ofrecer un alimento seguro. Este trabajo es importante para este estudio ya que apporto suficiente información de comercialización del estado del pescado en Montería desde 2014, de igual manera se aduce del origen de la venta de pescado.

## 3.2 MARCO TEÓRICO

### 3.2.1 Características morfológicas y clasificación taxonómicas del Bocachico (*Prochilodus magdalenae*):

**Aspectos biológicos del pescado Bocachico (*Prochilodus magdalenae*):** el bocachico es un pez detritívoro que tiene un hábito alimenticio especial, pues su dieta está compuesta básicamente de detritos orgánicos principalmente en el fondo del estanque (Cortés, 2003) los cuales están compuestos por hongos, levaduras y también organismos bentónicos, tales como larvas y huevos de insectos, moluscos, crustáceos, y otros.

**Clasificación taxonómica:** la clasificación taxonómica del Bocachico del río Magdalena fue descrita por el especialista Steindachner (1879) (Figura 1). La posición taxonómica del pez se define como:

**Filo:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Subclase:** Neopterygii

**Infraclase:** Teleostei

**Superorden:** Ostariophysi

**Orden:** Characiformes

**Familia:** Prochilodontidae

**Género:** Prochilodus

**Especie:** *P. magdalenae*



**Figura 1.** Bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Supermercado Euro.  
Fuente: Elaboración Propia. 8/Marzo/2020

**Hábitat y reproducción:** es originario de la cuenca del río Magdalena, se encuentra principalmente en el fondo, es un pez succionador. Los machos miden al menos 30 cm, pero puede llegar a alcanzar los 50 cm de longitud total. La boca es pequeña, carnosa y prominente; provista de una serie de dientes diminutos en los labios; presenta espina predorsal punzante. El cuerpo es de color plateado uniforme; las aletas tienen matices rojos o amarillos; escamas rugosas al tacto Maldonado, Ortega, Usma, Galvis, Villa, Vasquez y Prada (2005).

Durante la época de aguas altas permanece en las ciénagas alimentándose del detritus proveniente de la descomposición de materia orgánica de la vegetación acuática, succionando con su boca el lodo del fondo y así aumentando en tamaño y peso. Con el inicio del periodo de aguas bajas, abandona las ciénagas y remonta los ríos en busca de los tributarios laterales, en una migración masiva conocida como "la subienda". Durante el período seco se alimenta de algas que crecen adheridas a las rocas y palos sumergidos. El gasto de energía para remontar los ríos y la dieta menos rica le hacen perder peso y se desencadena la maduración sexual. Con la llegada de la estación de lluvias retorna a las

ciénagas. Durante el descenso tiene lugar el desove en los canales de los ríos y las aguas de desborde se encargan de transportar los alevinos a las planicies de inundación donde se reinicia el ciclo Maldonado, Ortega, Usma, Galvis, Villa, Vasquez y Prada (2005). La postura de las hembras puede variar aproximadamente entre 80.000 y 100.000 huevos, dependiendo de la talla (Dahl, 1971). Presenta desoves totales, con fecundación externa y no tienen cuidado parental (Kamler, 1992).

### **3.2.2 Contaminantes acuícolas:**

**Metales pesados:** elementos químicos muy estables que muestran persistencia ambiental, poseen densidad específica de más de 5 g/cm<sup>3</sup> con número atómico superior a 20, algunos son esenciales para el organismo vivo y otros son tóxicos dependiendo de la concentración los compuestos esenciales (Järup, 2003; Mussali et al., 2013), de origen natural y antropogénicos entran a los organismos a través del aire, agua, alimento y la exposición dérmica, derivados de procesos industriales y ciertas prácticas mineras y agrícolas con el uso plaguicidas y fertilizantes que dejan expuesto depósitos minerales o roca de desecho que tiene por resultado la lixiviación de estos; de igual manera, productos domésticos como limpiadores, jabones y pinturas contiene metales pesados que van a dar al sistema de aguas residuales y finalmente al ambiente provocando altas concentraciones de ellos en algunas regiones (Mussali et al., 2013). Algunos metales pesados como:

**Mercurio (Hg):** metal líquido a temperatura ambiente, que además de encontrarse en su estado elemental, se puede hallar como derivados orgánicos e inorgánicos, es poco soluble y tóxico al ingerirse y emite vapores tóxicos a cualquier temperatura ocasionando intoxicaciones agudas y crónicas por su inhalación (Sarmiento, 1999). La toxicidad que

exhibe el mercurio depende drásticamente de la fase química en la que se encuentre. El metilmercurio es una de las formas con elevada toxicidad siendo fácilmente incorporado en la cadena alimenticia y bioacumulado en seres vivos (Reyes et al., 2016).

**Plomo (Pb):** utilizado durante muchos años debido a su resistencia a la corrosión, ductilidad, maleabilidad y facilidad para formar aleaciones (Nava-Ruíz y Méndez-Armenta, 2011). Las principales vías de exposición se encuentran en la atmosfera generadas por combustión de algunos materiales. (Zurera et al., 1987). Tiende a distribuirse en diferentes órganos y tejidos donde se va acumulando con el paso del tiempo (Sanín et al., 1998; Reyes et al., 2016).

**Cadmio (Cd):** forma parte de la composición natural de algunas rocas y suelos provocando liberación al medio ambiente cercana a 25000 toneladas, las cuales se pueden incrementar por vía antrópica dado su uso en la industria y producción agrícolas, el 5% del metal es reciclado (Marruecos et al., 1993; Reyes et al., 2016).

**Zinc (Zn):** este metal se aprecia como un elemento sólido de color gris a temperatura ambiente, es dúctil y maleable. Biológicamente, el zinc constituye un oligoelemento fundamental para la conformación y el funcionamiento del ácido desoxirribonucleico (ADN), enzimas, coenzimas y hormonas. Algunos autores como Florea D, Molina J, Millán E, Sáez L, Pérez de la Cruz A, Planells. 2012 han reportado que el zinc se absorbe rápidamente y casi un 90% es almacenado; por tanto, la cantidad de zinc disponible en sangre puede variar con respecto a la cantidad real, que hay en el organismo. Los sitios de depósito suelen ser el músculo esquelético, el encéfalo, los pulmones y el corazón.

**Cromo (Cr)** es un elemento químico de color blanco plateado, brillante, duro y quebradizo, resistente a la corrosión. Se considera un metal relativamente común debido a que es el elemento número 21 en cuanto a abundancia sobre la corteza terrestre, y puede ser encontrado en animales, las plantas y el suelo (Alvarado et al., 2002). Entre las fuentes antropogénicas se destacan los efluentes industriales descargados por industrias químicas, de construcción de maquinarias e instrumentos, de radioelectrónica y otras, así como efluentes de torres refrigerantes de estaciones generadoras de energía eléctrica, además se utiliza como dicromato de sodio en la producción de pigmentos, sales para curtir pieles, conservante para la madera y anticorrosivo (Fuentes, 2014; Rodríguez, 2017).

- **Contaminantes químicos:**

**Pesticidas organoclorados (POCs):** los pesticidas organoclorados, A partir de ahora POCs, constituyen el primer grupo de insecticidas organosintéticos, inician su desarrollo a partir de la síntesis del Diclorodifenil Tricloroetano (DDT) en el año 1874, aunque sus propiedades insecticidas fueron reconocidas en el año 1939 por el químico suizo Paul Mueller, quien recibió por ello el premio Nobel en el año 1948 (Saunders y Harper, 1994; Greene y Pohanish, 2005). En un corto período de tiempo fueron sintetizados otros compuestos organoclorados llegando a ser, luego de la Segunda Guerra Mundial, el grupo de pesticidas más importante, no tan solo por el impacto positivo sobre el rendimiento de la agricultura, sino, también por los millones de vidas que se pudieron salvar gracias a su utilización en el control de insectos vectores de enfermedades como la malaria, el dengue, la fiebre amarilla, el tifus y la peste bubónica (Saunders y Harper, 1994; Greene y Pohanish, 2005).

**Organofosforados:** constituyen un amplísimo grupo de compuestos de síntesis, en general altamente tóxicos, con un precedente en los gases de guerra, a menudo conocidos bajo el apelativo de ‘gases nerviosos’, entre los que se encuentran el sarín, tabun y soman y que se desarrollaron de manera especial a partir de la Segunda Guerra Mundial. Las propiedades de estos compuestos como insecticidas fueron el motivo de que ya en 1959 se hubieran sintetizado alrededor de 50.000, al revelarse como útiles elementos de lucha contra las plagas de insectos, por lo que forman parte, como ingredientes activos, de muchos formulados comerciales (en los que se integran distintos componentes, para obtener una mayor eficacia del ingrediente activo) (Obiols, 1999).

**Hidrocarburos:** los hidrocarburos son combustibles fósiles ampliamente utilizados alrededor del mundo como generadores fundamentales de diversas formas de energía, ellos están en la naturaleza gracias a la acumulación de biomasa durante millones de años. Sin embargo, es posible que en su extracción se genere contaminación en agua y suelos debido a constantes derrames accidentales, los cuales son muy comunes en países productores (Velásquez, 2017).

A nivel mundial, los problemas de contaminación tanto en suelos como en agua y aire se deben principalmente a acciones antropogénicas; entre las que cabe destacar la extracción de recursos naturales, en este caso en particular de hidrocarburos. Los hidrocarburos impiden el intercambio gaseoso con la atmósfera, iniciando una serie de procesos físico-químicos simultáneos, como evaporación y penetración, que dependiendo del tipo de hidrocarburo, temperatura, humedad, textura del suelo y cantidad vertida pueden ser procesos más o menos lentos lo que ocasiona una mayor toxicidad (Benavides et al., 2006); generando de esta manera graves consecuencias ambientales tanto en la flora como

en la fauna. Díaz-Martínez et al. (2013) reportan que dichas sustancias tienden a acumularse y a formar una capa hidrofóbica, induciendo la fragmentación de los agregados, causando reducción, inhibición de la cobertura vegetal y la modificación de las poblaciones microbianas del ambiente edáfico.

### **3.2.3 Concentración de contaminantes en peces:**

La bioacumulación se entiende como el incremento en la concentración de un producto químico en un organismo biológico a través del tiempo, comparado con las concentraciones químicas en el ambiente. Los compuestos se acumulan en los seres vivos y son almacenados más rápidamente de lo que pueden metabolizar. Los metales pesados pueden entrar en un suministro de agua debido a los residuos industriales y de consumo o incluso de la lluvia ácida, romper los suelos y liberar metales pesados en los arroyos, lagos, ríos y aguas subterráneas (Mendiguchía, 2005). Los metales pesados constituyen un riesgo serio para el medio ambiente, ya que son sustancias con una gran estabilidad química ante los procesos de biodegradación, por lo que los seres vivos son incapaces de metabolizarlos, generándose una contaminación por bioacumulación y un efecto multiplicador en la concentración del contaminante en la cadena trófica. Alcanzan niveles altos de toxicidad y se absorben muy eficientemente a través de las membranas biológicas por su elevada afinidad química por el grupo sulfhidrilo (-SH) de las proteínas (Mancera, 2006). Uno de los principales problemas que vive la sociedad actual es la constante contaminación que se presenta en los ecosistemas acuáticos, debido a las descargas de efluentes carentes de un tratamiento previo. Es por esto, que la depuración natural de las aguas cobra gran importancia ya que en este proceso se eliminan contaminantes, de tal forma que los cursos de agua se recuperan y tanto sus características naturales como su equilibrio ecológico no

se ven modificados. No obstante, cuando los niveles de contaminación son elevados y específicamente en el caso de las sustancias tóxicas como los metales pesados (MP), en el cual el sistema se encuentra tan alterado que el mecanismo de depuración se ve inhabilitado para ejercer su función. Así mismo, las consecuencias para los organismos resultan en variaciones debido a que en la mayoría de los casos los organismos bioacumulan estos metales como consecuencia de la alta persistencia de éstos en el entorno. La peligrosidad de los metales pesados es mayor al no ser química ni biológicamente degradables.

#### **3.2.4 Comercialización de pescados en centros de compras de Montería:**

En Montería, el pescado es comercializado en su mayoría en las plazas de mercado. Las plazas de mercado son lugares destinados para realizar una actividad organizada de mercadeo de productos alimenticios naturales y/o procesados, y artículos que hacen parte de la canasta familiar (ASOPLAZAS, 2011). Estas plazas de mercado son bienes de uso público para todos los habitantes del territorio, son sometidas a custodia, defensa y administración por parte de las entidades públicas respectivas (Corte Constitucional Colombiana 1993). De acuerdo a la FAO.

Existe diversidad en las especies de pescados que los expendedores comercializan en sus negocios, como el bocachico (94%), el bagre (91%), la tilapia (78%), la cachama (43%) y 49% en otras especies como Moncholo, liseta, róbalo, corvina, mojarra amarilla y viejita. Dado que el bocachico ocupó el primer lugar, se debe a la tradición de la cocina cordobesa como plato tradicional (Crismatt 2008), y el segundo lugar corresponde al bagre, siendo el que más se comercializa en la época de la semana santa (Martínez 2011). Es así como en la ciudad de Montería, la venta de pescado informal presenta riesgo para la salud de los consumidores (López y Vellojin

2003; Jiménez y Martínez 1996), por su bajo control sanitario, como depositarlo en recipientes sin ningún tipo de protección contra el sol, polvo y microorganismos (bacterias, hongos) y expuesto por algo más de seis horas sin conservantes (Jiménez y Martínez 1996). Para el establecimiento de los precios, los distribuidores ofertan el pescado a los comerciantes con diferentes criterios por peso y por talla.

### **3.2.5 Marco legal**

La normatividad ambiental en Colombia, el Decreto 1594 de 1984 fija los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano, doméstico, recreativo y para la preservación de flora y fauna en aguas dulces, estableciendo los valores máximos permisibles para los diferentes metales pesados. En cuanto a la contaminación por mercurio, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC a través de la Norma 1443 regula las características para consumo humano de pescado fresco, refrigerado, congelado y supercongelado establece como máximo valor permisible 0,5 µg/g de mercurio. Por su parte, para metilmercurio la normatividad en el país es nula e internacionalmente existen dos entidades que se han encargado de investigar sobre las concentraciones nocivas para el ser humano. Éstas son la Environmental Protection Agency EPA que define la dosis o nivel de exposición que no causa efectos adversos en la salud, y la Food and Drug Administration FDA, que define el nivel de ingestión diaria aceptable.

## **4. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1 ENFOQUE:**

El enfoque metodológico empleado en esta investigación fue de tipo cualitativo, que se orienta a describir fenómenos sociales, ambientales e informativos, que denuncia, promueve y se proyecta en la búsqueda y la comprensión de los problemas ambientales y que los que los generan (Sandín, 2003; Ñaupas 2011 ; Ortiz, 2012) Para Gómez (2006) el enfoque cualitativo tiene como principal propósito reconstruir la realidad de los actores dentro de un estudio sistemático en un sistema social definido, de manera holística.

### **4.2 METODO:**

Este estudio tiene un carácter exploratorio y descriptivo. La función de la investigación exploratoria es descubrir las bases y recabar información que permita como resultado del estudio, la relación de conceptos y construir hipótesis. Es descriptivo porque este método busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Se reduce a recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio, 2010b p.92).

### 4.3 FASES METODOLOGICAS

El diseño, elaboración e implementación de este trabajo de grado abarca el desarrollo de tres fases:

**Fase revisión documental:** se realizó una búsqueda activa en Scopus es una base de datos bibliográfica iniciada en 2004, de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. Contiene, aparte de artículos, más de 3.700 revistas indexadas de Gold Open Access, más de 210.000 libros y más de 8 millones de actas de congresos, más de 8 millones de documentos en open Access, también incluye “Articles in Press” de más de 5.500 títulos, y cubre 40 idiomas (Silvia Semaan 2020) . De igual forma en bases de datos y repositorios de bibliotecas virtuales de varias universidades internacionales y nacionales sobre contaminación con metales pesados del bocachico (*Prochilodus magdalenae*) en Colombia haciendo especial énfasis en las fuentes de contaminación ligados a los pescados que se venden en Montería.

**Fase de indagación:** Se entrevistó a los vendedores para indagar las condiciones o características (origen, transporte, condiciones de almacenamiento, tiempo de almacenamiento y conservación) del pescado que comercializan en las plazas de venta más comunes de Montería.

**Fase de relación:** Se relacionó información de los vendedores de pescado y con los estudios de la revisión documental, sobre todo aquellas más cercanas a las cuencas locales y se identificó fuentes de contaminación por metales pesados y por tanto las características de comercialización en los centros de compras comunes del pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*) en la ciudad de Montería.

#### 4.4 ÁREA DE ESTUDIO:

Se realizó un estudio tipo descriptivo, cuyo método para la recolección de la información fue observación y análisis. La población de estudio fue comprendida por consumidores y comercializadores de pescado de la ciudad de Montería, capital del departamento de Córdoba, Colombia, ubicada al noroeste del país con una extensión de 3.141 km<sup>2</sup>, Latitud Norte 08° 45'27", Longitud Oeste 75° 53'24, temperatura promedio de 30 °C. El tipo de muestreo para los consumidores estuvo probabilístico de clase aleatorio simple, la muestra fueron los compradores que durante la observación y análisis en estas plazas de mercado (Olimpica, Euro, Exitos y pesquera central). En cuanto a los comerciantes de pescado, para su representatividad se tomó el 100% de los que se encontraban en las 4 plazas anteriormente mencionadas.

Con un total de 4 a 6 expendedores de pescado, 1 o 2 en la plaza de mercado o mejor conocida como la bodega del pescado ubicada en el barrio villa cielo, 1 en la plaza de mercado Olímpica, 1 en el Éxito y por ultimo 1 en Euro (Figura 2).

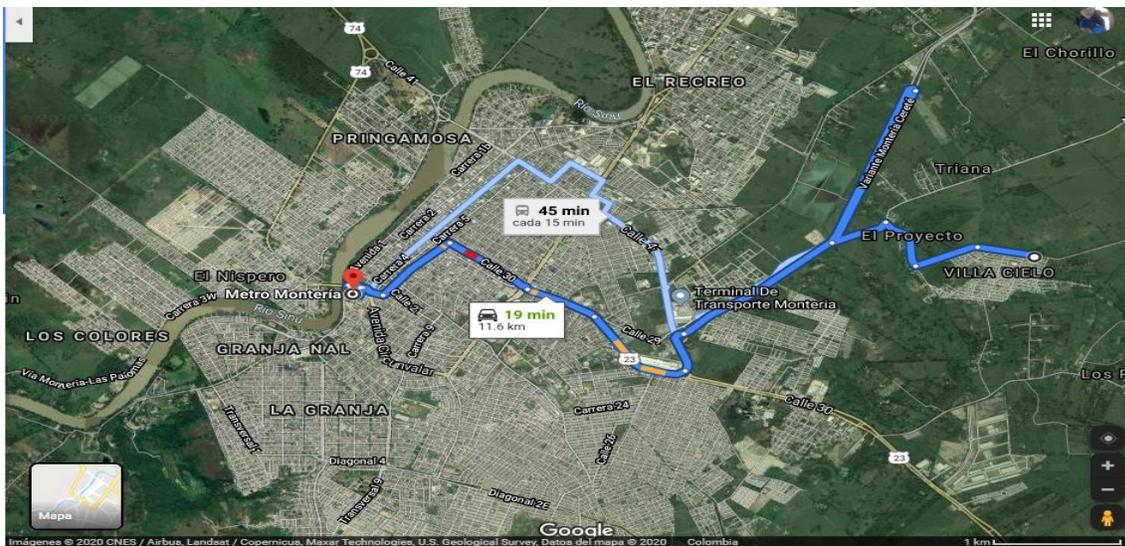


Figura 2. Sitios centros de compras de Montería.

#### 4.5 POBLACION Y MUESTRA

Hasta el año 2014 se registró un total 105 expendedores de pescado, repartidos entre la plaza de mercado del sur, la plaza de mercado del centro y vendedores ambulantes en la Ciudad de Montería (Durán, Rosado, Ballesteros y Lerma, 2014).

Se seleccionó a 15 vendedores como muestra para este estudio. Se entrevistaron dos (2) vendedores del supermercado Éxito, dos (2) vendedores del supermercado SAO, dos (2) vendedores del supermercado Euro, tres (3) vendedores de Pesquería Montería del barrio Villa Cielo, tres (3) vendedores del Mercado del sur y tres (3) vendedores ambulantes.

#### 4.6 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

**Revisión bibliográfica:** una exploración de la metodología utilizada para dar respuesta a la pregunta de investigación, y que aporta una fundamentación que muestra la idoneidad de los enfoques metodológicos y diseños de investigación utilizados, así como de las técnicas y procedimientos que se utilizan para recopilar datos. Del mismo modo se **aportan** referencias relevantes que muestran la selección de una técnica de recolección de datos frente a otras técnicas alternativas (Hart, 1998).

**Entrevista:** es la conversación donde se realizarán preguntas y se escucharán respuestas, como técnica de recolección de datos busca las características personales del entrevistador, Vargas (2012) afirma que la entrevista es el arte de realizar preguntas y escuchar y que este instrumento no es neutral, está relacionado a dos o más personas que hablan de la realidad de una determinada situación para dar respuestas.

#### **4.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS**

Para el procesamiento de datos a través de la búsqueda documental, los resultados de estos se organizaron en tablas en Word clasificados por el tipo, fuente de contaminación desde diferentes ámbitos regionales, nacionales e internacionales.

## 5. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 Fuentes de información empleadas en la revisión documental:

A partir de la revisión de la literatura existente sobre todas las variantes que podrían deducir el estado del pescado Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) que compran los consumidores en la Ciudad de Montería, se analizó un conjunto de investigaciones, donde se destacan artículos, tesis y libros (Tabla 1). A partir de esta revisión se resaltan elementos importantes de la problemática tratada, los cuales se presentaron ampliamente en el estado del arte.

A continuación se relacionan el número de documentos encontrados en cada fuente de información empleada:

*Tabla 1. Relación de números de documentos encontrados en las diferentes fuentes de información*

<b>Fuentes de información bibliográfica</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número de documentos</b>
<b>Bases de datos:</b>	<i>Scopus, Google Académico, reserchgate, Dialnet, scielo, E-libro, Science direct, springer, Taylor &amp; Francis.</i>	6
<b>Revistas indexadas:</b>	<i>Revista de Contaminación Ambiental, Ciencias Marinas, REDVET, Revista de Ciencias Ambientales, Salud tecnol. vet., Red. Med. Chile, Revista Técnica, Ecotoxicological Impact, Alimentech Ciencia y Tecnología Alimentaria, Acta Biológica, MVZ, Temas Agrarios, Rev.Fac. Nac. Salud Pública, Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia.</i>	14
<b>Repositorios institucionales:</b>	<i>UNICOR, Universidad de la Costa, Universidad de Cartagena, Universidad de Sucre, UNIMAG, Universidad Nacional, Corporación Universitaria Lasallista, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Universidad de Chile, Universidad de Barcelona, Universidad mayor de San Andrés, Bolivia.</i>	10

### **Documentos encontrados a nivel Internacional:**

Se seleccionaron 10 documentos pertinentes por alguna de sus variantes al tema tratado, hay que tener en cuenta que, a nivel internacional no fue posible encontrar documentos con investigaciones sobre el pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*), ya que este pez es característico de zonas tropicales, extendido solo en Venezuela y Panamá, representada en otras especie.

Se escogió un estudio que representara a un país europeo, para destacar la sintonía con análisis de estudios de pescados contaminados con metales pesados. El resto de las investigaciones fueron en el continente americano, de la que 5 países (México, Costa Rica, Perú, Chile y Bolivia) no cercanos a Colombia, realizan estudios en pescados que se comercializan en centros de compras y sus análisis dan como resultados que están contaminados por metales pesados, dejando abierto el estudio para la búsqueda de la fuente de contaminación. Asimismo, Ecuador cercano a Colombia, también se encontró documentos de estudios realizados en pescados obtenidos en puntos de compras. De esta manera, Venezuela país cercano a Colombia incluye dentro sus estudios de análisis por contaminantes a el Bocachico (*Prochilodus reticulatus* \*), especie parecida y que también se comercializa en Colombia, donde ha resultado contaminados con metales pesados. Los otros estudios coinciden en mostrar directamente el sitio de monitoreo, por tanto se conoce su fuente de contaminación (Tabla 2).

**Tabla 2.** Relación de documentos encontrados a nivel internacional

<b>País</b>	<b>Sitio de monitoreo</b>	<b>Pescado</b>	<b>Contaminantes encontrados</b>	<b>Fuente de contaminación</b>	<b>Referencia</b>
España	Océano Atlántico	Atún (Thunnus alalunga), rabil (Thunnus albacares) y patudo (Thunnus obesus)	Mercurio, cadmio, plomo, arsénico, cobre y zinc	-	Besada, González y Schultze (2006)
México	<b>Comercio</b>	Atún, y sardina enlatadas	Mercurio y arsénico	-	Velasco-González, Echavarría-Almeida, Pérez-López y Villanueva-Fierro (2001)
Venezuela	Río Guasare.	* <b>Bocachico (Prochilodus reticulatus)</b>	Cadmio, mercurio y plomo	Desarrollo de la industria siderúrgica, petrolera y explotación de oro.	Salazar-Lugo (2009)
Costa Rica	<b>Comercio</b>	Vela (Istiophorus platypterus) y Marlin (Makaira spp)	Mercurio	<b>Desconocido</b>	Calleja y Ramírez (2014)
Perú	Río Santa	Arco Iris (Oncorhynchus mykiss)	plomo, mercurio y cadmio	Desechos Industriales	Bertolotti y Moccetti (2018)
Perú	<b>Comercio</b>	Bonito (Sarda chiliensis), Jurel (Trachurus murphyi) y Pejerrey (Odontesthes regia regia).	Mercurio	-	Llerena-Ancori y Mendiola-Ramos (2019)
Chile	<b>Comercio</b>	albacora o pez espada, anchoveta, atún, caballa, congrio colorado, congrio dorado, congrio negro, corvina, jurel, merluza común, merluza de cola, reineta, salmón del Atlántico, salmón plateado, sardina común, sierra	Mercurio	-	Raimann, Rodríguez, Chávez, Torrejón. 2014
Bolivia	Río Beni	Sábalo (Prochilodus nigricans), pacú (Colossoma macropomun), pintado (Pseudoplatystoma fasciatum) y palometa (Astronotus ocellatus)	Mercurio	Actividades antropogénicas	Luna- Monrroy (2007)
Ecuador	<b>Comercio</b>	Coryphaena hippurus	Mercurio y cadmio	-	Villareal, Sánchez y Cañarte (2016)
Venezuela	Laguna de Castellero	Plasgiosium squamosissimos, Pigocentrus cariba, Pheudoplastyloma	Manganeso, mercurio,	Actividades antropogénicas	Márquez (2008)

		fasciatum, e Hypostomu ssp.	Zinc y plomo		
--	--	--------------------------------	--------------	--	--

(\* Punto de interés)

El pescado constituye un recurso alimenticio esencial en la dieta de los humanos a nivel mundial, pero tiende a bioacumular metales pesados y otros elementos contaminantes a concentraciones superiores a las del medio y aunado a esto, está el problema de la biomagnificación en su paso a través de la cadena trófica, desencadenando de esta manera un problema de salud pública. Es por esto que los expertos a nivel mundial coinciden en lo necesario de un monitoreo permanente de las zonas impactadas, de las posibles zonas de influencia o fuentes de contaminación y de los organismos que allí habitan, para esto hay que seguir la ejecución de las normativas vigentes en cada país para el control ambiental que podría ayudar a mejorar la calidad del ambiente y en consecuencia, la salud de las poblaciones humanas, según Salazar (2009).

Otro aspecto a destacar dentro de los problemas planteados en la búsqueda internacional, es que se sabe que el desarrollo de actividades urbanas, industriales, mineras y agropecuarias son acciones del hombre y aunque Colombia no esté libre de elementos contaminantes, es también preocupante que en los puntos expendedores de pescado se encuentre pescado extranjero de muchas especies, especialmente los parecidos al bocachico (*Prochilodus magdalenae*) de Colombia, también se encuentra y o venden como colombiano el Bocachico Argentino (*Prochilodus lineatus*) y el Bocachico Venezolano (*Prochilodus reticulatus*\*) donde se han reportado y analizado y han resultado con concentraciones de mercurio presente en el tejido muscular (Altahona y Movilla, 2016). Es por esto que, para conocer el contacto de la población a distintos contaminantes de los

pescados que compran en los puntos de venta, es importante también, realizar estudios que determinen la frecuencia y concentración de residuos tóxicos que ayuden a configurar las distintas fuentes de contaminación, tanto medios ambientales como dietarias en los puntos de venta (Arrieta, Corredor y Vera, 2015).

### **Documentos encontrados a nivel nacional:**

De acuerdo a la tabla referenciando a las investigaciones a nivel nacional son muchos los estudios de análisis de contaminantes en pescado que se encuentran. Para este estudio se seleccionaron 10 documentos, teniendo en cuenta aquellas regiones cercanas a Córdoba y que de alguna manera ayuda ir identificando puntos de origen de pescados que llegan a la ciudad de Montería para ser comercializado.

En la tabla 3 se puede observar que el lugar más alejado de Córdoba es Pamplona, como una muestra de análisis de contaminantes en pescados que se encuentran a disposición del consumidor en la Plaza de Mercado. En segundo lugar le sigue Guajira que hicieron estudios con el pescado Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y otras especies en zonas de playas que se sabe es por actividad antropogénica turística. Del mismo modo Barranquilla apporto estudios desde los tres tipos de Bocachico que se conocen en el país y Sincelejo tiene claro el origen y fuente de contaminación del pescado que se comercializa en la ciudad. Es de destacar lugares como El río Nechì\* en Antioquía y la Mojana\* en el sur de Bolívar y Sucre, como zonas cercanas al departamento de Córdoba y de mucha influencia cultural y comercial.

Tabla 3. Relación de documentos encontrados a nivel nacional

Ciudad	Sitio de monitoreo	Pescado	Contaminantes encontrados	Fuente de contaminación	Referencia
Pamplona	Plaza de mercado	Tilapia (Oreochromis spp)	Cd, Cu, Mo, Pb y Zn	-	Arrieta, Corredor y Vera, 2015
Barranquilla	Plaza de mercado	Prochilodus magdalenae	Cd y Pb	-	Pájaro y Sánchez, 2016
Barranquilla	Supermercado	Bocachico Argentino (Prochilodus lineatus) y Bocachico Venezolano (Prochilodus reticulatus)	Hg	-	Altahona y Movilla, 2016.
Antioquía	* Río Nechí	Pseudoplatystoma fasciatum (bagre rayado)	Hg	Actividades mineras	Caballero, 2017
Sur de Bolívar	* Región de la Mojana	Prochilodus magdalenae	Hg	Actividades mineras, vertimiento de aguas servidas, actividades industriales y prácticas agrícolas inadecuadas	Mancera-Rodríguez y Álvarez-León, 2006
Guajira	Plaza y supermercados de Fonseca, Distracción, Mayapo y Riohacha	Prochilodus magdalenae	Cd, Pb, Zn y Cr	-	Campo-Tatis y Simanca-Martínez, 2019
Sucre y Bolívar	* La Mojana	Prochilodus magdalenae	Hg	Actividades de minería aurífera	Marrugo-Negrete, Pinedo-Hernández, Paternina-Uribe, Quiroz-Aguas y Pacheco-Flórez, 2018.
Sincelejo	Plaza de mercado	Prochilodus magdalenae (Bocachico) y Pseudoplatystoma magdaleniatum (Bagre).	Pb, Zn, Cd, Hg. Plaguicidas organoclorados. microbiana patógena	Minería de oro. Uso de insecticidas, acaricidas específicos, herbicidas y fungicidas. Condiciones higiénicas.	Suarez, 2016
Magdalena medio	Ciénagas del Magdalena medio	Prochilodus magdalenae	Hg	Actividad minera	Álvarez-Galeano, 2013
La Guajira	Zonas de playas turísticas	Lutjanus synagris	Cr, Cd, V, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu	Actividad antropogénica	Barrios, 2016

(\* Punto de interés) Tablas Realización Propia.

Las zonas a nivel nacional cercanas al departamento de Córdoba, están influenciadas por el río Magdalena, que a lo largo y ancho de toda su cuenca se encuentran múltiples actividades industriales, entre las cuales sobresalen la minería aurífera y la petroquímica. Es así que la región de la Mojana\*, se ha visto sometida a un proceso de contaminación por mercurio desde tiempos atrás, altamente relacionado con la minería de oro ubicada en las proximidades de sus tres principales afluentes los ríos Cauca, San Jorge y Magdalena (Ruiz et al., 1996; Marrugo, Lanz y Benítez, 2007).

De igual manera, los niveles de POCs (plaguicidas) en peces han sido muy estudiados en varios continentes. En el continente Americano llevan varias décadas estudiando los niveles de estos pesticidas, como parte de programas de monitorización desde que surgió la alerta de la persistencia y los daños que han ocasionado en el medioambiente. En Colombia se detectó la presencia de POCs en peces de alto consumo como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), en músculo (Marrugo et al., 2007).

#### **Documentos encontrados a nivel local:**

Se seleccionaron 10 documentos teniendo en cuenta las zonas de Córdoba donde se origina el pescado a la ciudad de Montería para ser comercializado.

Se encuentran tres documentos del municipio de Ayapel donde se analizaron mercurio (Hg) en Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y aguas subterráneas, dos documentos del municipio de Loricá donde se encontraron pesticidas en sus cuencas, dos trabajos en Tierralta analizaron metales pesados en Bocachico del Embalse de Urrà y las aguas del río Sinú, los municipios de Puerto Libertador, La Apartada, Buenavista y

Montelíbano se analizaron mercurio en Bocachico del río San Jorge y los municipios de Montería, Cereté y San Pelayo se analizaron plaguicidas en las aguas del río Sinú (Tabla 4).

**Tabla 4.** Relación de documentos encontrados a nivel local

Municipio	Sitio de monitoreo	Pescado	Contaminantes encontrados	Fuente de contaminación	Referencia
Ayapel	Ciénaga de Ayapel	<b>Prochilodus magdalenae</b> *	Hg	Actividad minera	Marrugo, Lanz y Benitez, 2007
Lorica *	Ciénaga Grande del Bajo Sinú.	-	Organoclorados: $\alpha$ -BCH, $\beta$ -BCH, $\gamma$ -BCH, aldrin y heptacloro epóxido	Uso de pesticidas y fertilizantes	Lans, Marrugo y Basilio, 2008
Ayapel	Ciénaga de Ayapel	<b>Prochilodus magdalenae, (+hebra de cabello)</b> *	Hg	Actividad minera	Gracia, Marrugo y Alvis, 2010
Tierralta	Embalse Urrá	Yalua (Cyphocharax Magdalenae)	Hg	Influenciados por la minería de oro	Marrugo-Negrete, Navarro-Frómata y Ruiz-Gúzman. 2009
Montería	Plazas de mercado	Prochilodus magdalenae	-	Consumidores y comerciantes desconocen el buen manejo higiénico.	Durán, Rosado, Ballesteros y Lerma, 2014
Puerto Libertador, La Apartada, Buenavista y Montelíbano.	Río San Jorge	Prochilodus magdalenae	Hg	Actividad minera	Gracia, Chams, Hoyos y Marrugo. 2016
Tierralta	Río Sinú	-	Al, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Hg, Pb y Cd e	Actividad agrícola y ganadera.	Feria, Marrugo y González, 2009.
Montería, Cereté, Lorica * y San Pelayo	Medio y Bajo Sinú	-	Plaguicidas	Actividad agrícola y ganadera.	Amador, Luna y Puello, 2017
Puerto Libertador	Quebrada Valdez, mina El Alacrán	-	Hg, Fe y Cu	Explotación y contaminación de metales pesados en suelos agrícolas	Martínez, González, Paternina y Cantero, 2017
Ayapel	Aguas subterráneas	-	Hg	Actividad minera	Carreño, 2017

(\* Punto de interés)

La gran mayoría de los estudios sobre contaminación con metales pesados y otros contaminantes químicos en las cuencas de Córdoba y sus ecosistemas, se han originado por las repercusiones que ha tenido, especialmente el mercurio (Hg) en la mala salud evidente de aquellas poblaciones que se encuentran influenciados por la minería aurífera. Los análisis determinaron que el Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) de la Ciénaga de

Ayapel\*, no sobrepasaban el límite permisible de este metal para consumo humano establecido por la Organización Mundial de la Salud, pero al evaluar el índice de peligrosidad, se implantó que el consumo de 0.12 kg de pescado por día en la población humana puede causar envenenamiento por mercurio (Marrugo, Lans y Benítez, 2007). Es así que, más tarde, se estudió la población de Ayapel analizando su cabello y presentaron concentraciones de mercurio superiores a las permitidas internacionalmente por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y síntomas acordes con tales niveles, lo que presumiblemente se debe al alto consumo de pescado contaminado con mercurio (Gracia, Marrugo y Alvis, 2009).

De igual manera se creería que a lo largo del río Sinú y sus complejos cenagosos no tiene problemas con los metales pesados porque no está influenciada por la actividad minera, sin embargo, analizando las aguas la Ciénaga Grande de Lorica\*, se encontró contaminación con pesticidas organoclorados (Lans, Marrugo y Díaz, 2008) y aunque se encontraron en concentraciones sobre el límite permitido por la ley Colombiana, no deja ser preocupante, ya que los pesticidas contienen metales pesados y estos tienen la capacidad de bioacumularse en los organismos vivos. Del mismo modo, se ha encontrado concentraciones de Al, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Hg, Pb y Cd en sedimentos superficiales del río Sinú (Feria, Marrugo y González. 2010), causado por el uso de pesticidas y fertilizantes por la intensa actividad agrícola y ganadera.

## **5.2 Características del pescado Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) según los vendedores de los diferentes puntos de venta:**

Se entrevistó a 15 vendedores de pescado en seis puntos de venta (dos (2) de Éxito, dos (2) de Olímpica-SAO, dos (2) de EURO, tres (3) de Pescadería Montería de Villa cielo, tres (3) del Mercadito del Sur y tres (3) vendedores ambulantes). Se les formularon 3 preguntas para identificar origen del pescado que venden, como transportan el pescado del lugar de origen al sitio de venta, en qué lugar lo almacenan en el sitio de venta, cuanto es el tiempo máximo y mínimo que tarda un pescado almacenado y qué conservantes le adicionan para que se preserve. Las preguntas formuladas fueron las siguientes:

1. ¿Cómo hacen ustedes para conseguir el pescado bocachico que llega a este punto de venta?
2. ¿Hay diferentes formas de traer el pescado bocachico del lugar de origen a este punto de venta?
3. ¿Cómo hacen para que el pescado bocachico se preserve estando almacenado, que puede ser muchos días?

1. Los vendedores de los supermercados Euro, Olímpica-SAO y Éxito respondieron a la pregunta uno (1), que tienen un punto fijo de origen de sus productos pesqueros. En cambio, los vendedores de la Pesquera Montería en Villa Cielo, los del Mercadito del Sur de Montería y vendedores ambulantes escogidos al azar, dicen tener varios proveedores informales.

La gran mayoría de estos últimos vendedores dicen que la procedencia del pescado que comercializan es concentrada en pescadores de municipios cercanos de la región y

también realizan negocios a distribuidores de la ciudad para vender otros tipo de pescado como el bocachico argentino (*Prochilodus lineatus*). Uno de los vendedores de la pescadería Montería expresó: “...*me traen pescado de gente conocida de los municipios y también hago negocio para vender bocachico argentino porque es barato y parecido al de aquí...*”. Asimismo, un vendedor ambulante respondió así: “...*yo soy de Ayapel y mi familia ha sido pescadores de toda la vida. Mi hermano me manda el pescado a Montería y yo lo vendo, allí está el negocio...*”. El conocimiento de la procedencia del pescado que poseen los comerciantes está bien, ya que permite prever en aceptar productos que presentan problemas para la salud de sus clientes (Durán, Rosado, Ballesteros y Lerma, 2014), sin embargo, los consumidores no están informado de las fuentes de contaminación que viene con el origen de los pescados.

2. A la pregunta dos (2), los vendedores de los supermercados Euro, Olímpica-SAO y Éxito dicen que el pescado viene del lugar de origen en un camión frigorífico a temperaturas entre 0°C a -30°C desde el lugar de origen.

En cambio, los vendedores de la Pesquera Montería en Villa Cielo dicen traer el pescado desde diferentes tipos de transporte. Uno lo expresó así: “...*depende a quien se le compre el pescado. Aquí hay pescado de distribuidoras que utilizan camión frigorífico para transportarlo, en mini band el pescado viene en termos congeladores y también en neveras de icopor con hielo cuando está cerca el pescado...*”.

Los del Mercadito del Sur de Montería, dicen que el pescado lo transportan en carro o en moto en neveras de poliestireno, así lo puntualizó uno de ellos: “...*nosotros recibimos*

*el pescado cerca de Montería, no tiene mucho que recorrer. Siempre me lo traen en carro en neveras con hielo o en moto...”.*

Todos los vendedores ambulantes coincidieron que les transportan el pescado en moto, uno de ellos respondió: *“...a mí siempre me lo traen moto de Lorica, en una nevera con buen hielo y yo lo paso a mi bicicleta en otra nevera también con hielo...”.*

Es evidente que según los vendedores de la Pesquera Montería en Villa Cielo, los del Mercadito del Sur de Montería y vendedores ambulantes prevalece el comercio informal y desafortunadamente esto afecta la comercialización del pescado por no estar atento con el cumplimiento de las normas sanitarias, ya que las cifras antes dichas de los comerciantes de pescado que no reciben capacitación sobre buenas prácticas (70%), no tienen conocimiento de éstas (43%) y del manual de convivencia y seguridad ciudadana (67%), se aproximan a los comerciantes que realizan sus actividades de manera informal (65%) (Durán, Rosado, Ballesteros y Lerma, 2014).

3. Las respuestas de la pregunta tres (3), los vendedores de los supermercados Euro, Olímpica-SAO y Éxito fueron que mantienen el pescado en congeladores especiales entre 0°C a -5°C y más o menos el tiempo que tarda en venderse es de 8 días, es decir, el pescado se mantiene en el congelador 8 días, además sin ningún tipo de conservante.

En la Pescadería Montería de Villa Cielo y en el Mercadito del sur, el pescado también se guarda en congeladores especiales y neveras plásticas con hielo. Uno de ellos respondió: *“...el pescado lo guardamos en neveras especiales entre 6°C a 15°C y más o*

*menos tarda allí hasta 30 días con unos aditivos especiales para que se conserve. También guardamos el pescado, el que se vende rápido en neveras plásticas con hielo...”.*

En cambio, los vendedores ambulantes trabajan al día y si les queda pescado, lo venden al otro día y lo almacenan en neveras plásticas o de poliestireno con hielo. Así respondió a la pregunta: “...a mí me traen el pescado en nevera plástica con hielo, lego yo lo pongo en otra nevera de plástico o nevera de icopor con hielo y salgo a vender. Vendo todo el mismo día, si me queda algún pescado le cambio el hielo a la nevera plástica...”.

Es de anotar que poco a poco las cosas han venido cambiando para este gremio, ya que Durán, Rosado, Ballesteros y Lerma (2014) da a conocer que la mayoría (78%) de los comerciantes manifestaron usar solo neveras de poliestireno expandido (Icopor) para conservar los pescados, seguido de un 19% que utilizan refrigerador y neveras de icopor; cabe notar que una minoría (3%) almacena su producto en recipientes; sin embargo, como se dijo anteriormente muy pocos utilizan hielo para su conservación y exhibición del producto. Hoy día con el auge de los centros comerciales y la organización que ha procurado la alcaldía de Montería de una parte de los vendedores informales, han hecho que se conozca y se practique un poco más el transporte y conservación de este alimento. Sin embargo, es preocupante no se tenga en cuenta el origen de estos pescados.

## **6. Relación de la información de los vendedores con la revisión documental obtenida:**

Teniendo en cuenta la información obtenida en la entrevista de la primera pregunta con los vendedores, en la tabla 5 se observa puntualmente las respuestas a cerca del origen

del pescado, donde se refleja una clara idea de los riesgos potenciales de contaminación del pescado que se vende en la ciudad de Montería.

**Tabla 5.** Relación de la información de los vendedores con los documentos encontrados para identificar riesgo potencial de contaminación por el consumo de pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*)

<b>Criterio puntual de las preguntas</b>	<b>Sitio de compra en Montería</b>	<b>Información puntual del vendedor del origen del bocachico</b>	<b>Referencia documental del riesgo potencial de contaminación</b>
<b>Origen</b>	Pescadería Montería	Nechí ( <i>Prochilodus magdalenae</i> )	Caballero (2017)  (Hg)
	Mercadito del Sur		
	Vendedor ambulante		
	Pescadería Montería	San Marcos ( <i>Prochilodus magdalenae</i> )	Mancera-Rodríguez y Álvarez-León (2006).  (Hg)
			Marrugo-Negrete, Pinedo-Hernández, Paternina-Uribe, Quiroz-Aguas y Pacheco-Flórez (2018).  (Hg)
	Mercadito del Sur	Lorica ( <i>Prochilodus magdalenae</i> )	Lans, Marrugo y Basilio (2008)  (Pesticidas organoclorados)
	Vendedor ambulante		Amador, Luna y Puello (2017)  (Pesticidas)
	Vendedor ambulante	Ayapel ( <i>Prochilodus magdalenae</i> )	Marrugo, Lanz y Benítez (2007)  (Hg)
			Gracia, Marrugo y Alvis (2010)  (Hg)
			Carreño (2017)  (Hg)
Pescadería Montería			

	Mercadito del Sur	Extranjero (bocachico argentino- <i>Prochilodus lineatus</i> -)	Altahona y Movilla (2016) (Hg)
	Supermercado ÉXITO		
	Supermercado Olímpica-SAO		
	Supermercado EURO	Criadero en el Km. 15	-

Como se puede observar en la tabla 5, el pescado más vendido en la ciudad de Montería es extranjero, el bocachico argentino (*Prochilodus lineatus*), le sigue en su orden los bocachicos (*Prochilodus magdalenae*) típico de la región que vienen del río Nechì, en penúltimo lugar los bocachicos (*Prochilodus magdalenae*) que vienen de la Ciénaga Grande de Lorica y por último estos mismos pescados que vienen de la Ciénaga de Ayapel y San Marcos.

Según Altahona y Movilla (2016) que en su estudio da a conocer un análisis (realizado en la Universidad de Córdoba) de muestras de bocachico argentino (*Prochilodus lineatus*) tomadas en los supermercado Éxito y Olímpica-SAO en Barranquilla, en las que cabe resaltar que se presentaron concentraciones de mercurio, situación que amerita mayor atención en aras de prevenir una crisis de salud pública por consumo de peces contaminados, debido a que el mercurio se puede bioacumular con respecto al tiempo y generar un riesgo a mediano o largo plazo.

Es importante saber que los estudios de Caballero (2017) realizados en el Río Nechì en el pescado bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), es una muestra de los niveles promedios encontrados, ya que excedieron el valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el consumo humano de pescado. La evolución del riesgo

fue estimada por el Cociente de Peligro, que indicaron que el consumo de 120 g/día de pescado por parte de una persona, podría estar afectando su salud por envenenamiento con metilmercurio. Esta exposición, podría causar daños neurotoxicogénicos, y el riesgo se hace mayor para los grupos de población vulnerable de la región, especialmente las mujeres gestantes y lactantes, quienes pasan el tóxico a través de la placenta y leche materna al feto, los niños y niñas en edad de crecimiento.

Los investigadores Lans, Marrugo y Díaz (2008) mostraron contaminación con pesticidas organoclorados en la ciénaga Grande de Lorica, sin embargo, aduce que todos los pesticidas detectados en todas las estaciones de muestreo se encuentran sobre el límite permitido por la ley Colombiana.

De mismo modo, el trabajo de Gracia, Marrugo y Alvis (2009) demostraron la biomagnificación del mercurio en la Ciénaga de Ayapel del pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*) a los pobladores. La población estudiada de Ayapel presentó concentraciones de mercurio superiores a las permitidas internacionalmente por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y síntomas acordes con tales niveles, lo que presumiblemente se debe al alto consumo de pescado contaminado con mercurio.

## 7. CONCLUSIONES

Todos los estudios analizados mostraron concentraciones de metales pesados y otros componentes químicos contaminantes, teniendo en cuenta aquellas referencias que más se relacionan con las ventas que se hacen de bocachico en Montería.

A nivel internacional en Venezuela que se encontraron Manganeso, mercurio, Zinc y plomo. A nivel nacional en Antioquía en el río Nechì se encontró Hg por causa de actividades mineras. En el sur de Bolívar y Sucre la región de la Mojana en bocachico *Prochilodus magdalenae* se encontró Hg por actividades mineras, vertimiento de aguas servidas, actividades industriales y prácticas agrícolas inadecuadas.

A nivel local en la Ciénaga de Ayapel se encontró Hg por la actividad minera y en la Cienaga grande de Lorica por Organoclorados como  $\alpha$ -BCH,  $\beta$ -BCH,  $\gamma$ -BCH, aldrin y heptacloro epóxido por el Uso de pesticidas y fertilizantes. En el alto Sinù se encontraron Al, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Hg, Pb y Cd por la actividad agrícola y ganadera, lo mismo en Montería, Cereté y San Pelayo. En Puerto Libertador, La Apartada, Buenavista y Montelíbano, en el río San Jorge se encontró Hg por la actividad minera.

La revisión bibliográfica puede ser una gran herramienta para determinar situaciones y desarrollar estrategias de aprendizaje de los problemas ambientales. De esta manera, conociendo los antecedentes de los hábitats de los pescados que llegan a los puntos de venta en la ciudad de Montería se puede predecir consecuencias de impactos ambientales y de salud de la población.

Los vendedores de pescado bocachico (*Prochilodus magdalenae*) de la ciudad de Montería, presentan grandes diferencias entre la infraestructura, métodos y equipos que

utilizan los supermercados con respecto a las pescaderías y vendedores ambulantes. Queda en descubierto con este estudio que hay desconocimiento de gran parte de los comerciantes de los contaminantes que puedan tener los pescados en origen.

Los niveles de metales pesados y otros contaminantes encontrados según la búsqueda documental, en términos generales no podrían generar efectos alarmantes a la salud humana de forma inmediata, puesto que las concentraciones de la mayoría de los pescados fue menor a 1, teniendo en cuenta que el límite máximo permisible establecido por la USEPA. No obstante, cabe resaltar que todos los estudios analizados presentaron concentraciones de mercurio, situación que amerita atención, debido a que el mercurio se puede bioacumular con respecto al tiempo y generar un riesgo a mediano o largo plazo.

## 8. RECOMENDACIONES

Es importante que el programa de Licenciatura de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, los estudiantes (maestros en formación), desarrollen investigaciones integrales tendientes a la conservación del ambiente, a la buena alimentación y al conocimiento profundo de los problemas ambientales. Por lo tanto esta investigación queda abierta para analizar científicamente los pescados que se consumen diariamente en Montería y reflexionar sobre las estrategias de una cultura ambiental para todos.

La Universidad de Córdoba por “*su compromiso con la región*”, debe brindar las herramientas posibles para que los profesionales potencien el espíritu investigativo y de esta manera con sentido crítico y de liderazgo, la región de Córdoba sea ejemplo de conservación del ambiente.

Son la autoridades ambientales en la región las encargadas de mirar con un sentido académico el aporte que este estudio quiere mostrar, por tanto, la correlación que se espera es que acompañen a las apuestas investigativas y a la regulación de la acción legal para sacar adelante los problemas ambientales señalados en este estudio.

Del mismo modo los entes gubernamentales deben facilitar a lo científico y regular las acciones que acompañen a las autoridades ambientales para darle solución y garantizar la preservación del ambiente. El pescado contaminado se debe a la ausencia de entidades encargadas de regular esta actividad en la vigilancia, control y capacitación, que conlleva a que esta situación no mejore.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Altahona, E. y Movilla K. 2016. Análisis de las concentraciones de mercurio en peces importados en la ciudad de Barranquilla y riesgo potencial para la salud humana. Tesis. Universidad de la Costa.
- Arrieta, Corredor y Vera. 2015. Valoración y cuantificación de metales pesados en carne de cerdo, pescado, pollo y res comercializados en Pamplona - Norte de Santander. @LIMENTECH Ciencia Y Tecnología Alimentaria Volumen 13, No. 2, p. 163-171
- Benavides, L., Quintero, G., Guevara, A.L., Jaimes, A., Gutiérrez, S.M. & García, J. (2006). Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos derivados del petróleo. NOVA Publicación científica. Vol.4 No. 5.
- Bertolotti y Moccetti. 2018. Concentración de plomo, mercurio y cadmio en músculo de peces y muestras de agua procedentes del Río Santa, Ancash – Perú. Salud tecnol. vet. 2018;1: 35-41
- Besada, González y Schultze. 2006. Concentraciones de mercurio, cadmio, plomo, arsénico, cobre y zinc en atún blanco, rabil y patudo procedente del Océano Atlántico. Ciencias Marinas (2006), 32(2B): 439–445 Bogotá D. C.. Inf. Técnico.
- Caballero, C. 2017. Evaluación de la contaminación por metilmercurio en la especie *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado) del área de pesca comprendida entre el corregimiento Bijagüal y la zona urbana de Nechí y los humedales El sapo y Bijagüal del río Nechí: factor de riesgo químico que afecta la calidad de la especie. Tesis Corporación Universitaria Lasallista.
- Calleja y Ramírez. 2014. Interpretación del contenido de mercurio en muestras nacionales de pez vela (*Istiophorus platypterus*) y marlín (*Makaira* spp o *Tetrapturus* spp) a partir de parámetros toxicológicos internacionales – Costa Rica. Revista de Ciencias Ambientales Vol. 47(1): 44-59
- CORTÉS M. (2003). Guía básica, cría y conservación del bocachico: *Prochilodus magdalenae steindachner*. Editorial, Santa Fe de Bogotá: Convenio Andrés Bello. (pág. 6-15).
- Díaz-Martínez, E., Alarcón, A., Ferrera- Cerrato, R., Almaraz-Suarez, J. J. & García-Barradas, O. (2013). Crecimiento de *Casuarina equisetifolia* (Casuarinaceae) en suelo con diésel, y aplicación de bioestimulación y bioaumentación. Rev. Biol. Trop. Vol. 61 (3): 1039-1052.
- Durán, E., Rosado, R., Ballesteros, O., & Lerma, D. (2016). Comercialización de pescado en las principales plazas de mercado de montería, Colombia. Temas Agrarios, 19(1), 48-62.

- FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- Galiano-Sedano, F. 1972. Evaluación de los residuos de detergentes no biodegradables en Colombia. Parte experimental, Fase II. Proy. IIT/Ecopetrol.
- Galiano-Sedano, F. 1973. Contenido de aquil benceno sulfonado en aguas de los ríos colombianos. Rev. IIT Technol. 85: 40-55.
- Galiano-Sedano, F. 1979. Estudios sobre la contaminación de residuos industriales en aguas de ríos colombianos. Rev. IIT Technol. 11740-47.
- Galiano-Sedano, F., N. Sánchez, A. Sánchez & L. D. Melo. 1977. Investigación sobre fosfatos y alquil benceno sulfonado (abs) en aguas de ríos colombianos. Proy. IIT/COLCIENCIAS 30026-1- 05- 75-02. Bogotá D.C... Inf. Técnico. 197p.
- Gómez C. Camilo. (2015). Las plazas de mercado, epicentro de cultura y tradición. Instituto para la economía social.
- Gracia L, Marrugo JL, Alvis EM. Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia, 2009. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2010; 28(2): 118-124
- Hart, C. 1998. Doing a literature review: Releasing the social science research imagination. London: Sage.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2003). Metodología de la Investigación (Vol. 7). México: McGraw-Hill.
- Herrera. C., Fuentes. F., Zambrano. A., Higueta. F. B., Hernández. J. P. & Marrugo. J. (2018). Health Risks Associated with Heavy Metals in Imported Fish in a Coastal City in Colombia. Biological trace element research. 1-9.
- Järup L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. Rev. Med Bull.; 68:167-82.
- Lans, Marrugo y Diaz. 2018. Estudio de la contaminación por pesticidas organoclorados en aguas de la ciénaga grande del valle bajo del río Sinú. Researchgate Article • June 2008
- López. E. A. & Barragán. R. G. (2014). ¿Peces con metales tóxicos en nuestra mesa? La Timonera. 56-59
- López. E. A. & Barragán. R. G. (2014). ¿Peces con metales tóxicos en nuestra mesa? La Timonera. 56-59.
- Marruecos, L., Nogué, S., & Nolla, J. (1993). Toxicología clínica. Barcelona.: Springer-Verlag Ibérica.

- Marrugo y Paternina R. (2011). Evaluación de la contaminación por metales pesados en la Ciénaga la Soledad y Bahía de Cispatá, cuenca del Bajo Sinú, departamento de Córdoba [Tesis de Maestría]. Montería: Universidad de Córdoba.
- Marrugo, J., Lans, E., & Benítez, L. (2007). Hallazgo de mercurio en peces de la Ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 12(1).
- Marrugo, Lans y Benítez. 2007. Hallazgo de mercurio en peces de la ciénaga de Ayapel, Córdoba-Colombia
- Mussali P, Tovar E, Valverde M, Rojas E. (2013). Biomarkers of exposure for assessing environmental metal pollution: from molecules to ecosystems. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29 (1) 117-140.
- Nava-Ruíz, C. & Méndez-Armenta, M., (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). *Archivos de Neurociencias*, 16(3), pp.140–147.
- Obiols, J. 1999. Plaguicidas organofosforados (I): aspectos generales y toxicocinética. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.
- Pájaro y Sánchez. 2016. Evaluación de las concentraciones de metales pesados (Cd y Pb) en especies ícticas comercializadas en la plaza del pescado de la ciudad de Barranquilla y riesgo potencial para la salud humana. Tesis. Universidad de la Costa.
- Reyes, Y.C., Vergara, I., Torres, O.E., Díaz-Lagos, M., & González, E.E. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16 (2), pp. 66-77
- Reyes. A. (1999). Hábitos alimenticios y algunos aspectos de la cojinúa negra (*Caranx crysos*). (Tesis de grado) biología Marina. 131pp.
- Reyes. Y., Vergara. I., Torres. O., Díaz. M. & González. E. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud. Ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería Investigación Y Desarrollo*. 16(2). 66–77.
- Ruiz J, Fandiño C, Romero GE, Guevara m. (1996). Contaminación de peces por metales pesados en el río Magdalena.
- Salazar-Lugo, R. 2009. Estado de conocimiento de las concentraciones de cadmio, mercurio y plomo en organismos acuáticos de Venezuela. *Revista electrónica de Veterinaria* Vol. 10, N° 11
- Sanín, L. et al., (1998). Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. *Salud Pública de México*, 40(4).

- Sarmiento, M.I. (1999). Evaluación del Impacto de la Contaminación del Embalse del Muña Sobre la Salud Humana. *Revista De Salud Pública*, 1(2) (February), pp.159–171.
- Suarez, L. E. 2016. Calidad fisicoquímica y microbiológica de dos especies de pescados dulceacuícolas comercializados en el municipio de Sincelejo. Tesis. Universidad de Sucre.
- Vargas, Ilena (2012). La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos. Centro de Investigación y Docencia en Educación Universidad Nacional, Costa Rica.
- Velasco-González, Echavarría-Almeida, Pérez-López y Villanueva-Fierro. 2001. Contenido de mercurio y arsénico en atún y sardinas enlatadas mexicanas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Vol. 17 (1) 31.35.
- Velásquez J. A. (2017). Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación.
- Zurera, G., B. Estrada, F. Rincón and R. Pozo, (1987). Lead and cadmium contamination levels in edible vegetables. *Bull. Environ. Cont. Toxicol.*, 38: 805-812.